



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA CENTRO COMERCIAL

Alumno: D. Jose Alvaro Lopez Diaz

Tutor: D. Pedro Garcia Molina
Dpto: Departamento de Ingenieria Electrica

Junio, 2.015



INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA CENTRO COMERCIAL.

Autor: D. José Álvaro López Díaz.
Asignatura: Proyecto Fin de Grado.
Tutor: D. Pedro J. García Molina
Fecha: Junio 2.015

I.- INDICE GENERAL.



I.-INDICE GENERAL.

Documento básico I. ÍNDICE GENERAL.	pag. 3
Documento básico II. MEMORIA	pag. 4
Documento básico III. ANEXOS	pag. 100
Documento básico IV. PLANOS	pag. 228
Documento básico V. PLIEGO DE CONDICIONES	pag. 249
Documento básico VI. PRESUPUESTO	pag. 401
Documento básico VII. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	pag. 435



INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA CENTRO COMERCIAL.

Autor: D. José Álvaro López Díaz.
Asignatura: Proyecto Fin de Grado.
Tutor: D. Pedro J. García Molina
Fecha: Junio 2.015

II.- MEMORIA.



II.-MEMORIA.

Índice.

#

II. 0. 1. - HOJA DE IDENTIFICACIÓN.	4
II. 1. – OBJETO.	5
II. 2. - ALCANCE.....	5
II. 3. - ANTECEDENTES.	6
II. 4. - NORMAS Y REFERENCIAS.	8
II.4.1.- DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.	8
II.4.2.- BIBLIOGRAFIA.....	9
II.4.3.- PROGRAMAS DE CÁLCULO.	9
II. 5. – DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.	10
II. 6. - REQUISITOS DE DISEÑO.....	11
II.6.1.- PREVISIÓN DE POTENCIA.	11
II.6.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS SUMINISTROS.	14
II.6.3.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	15
II.6.3.1- Centro de Transformación CT-1.	16
II.6.3.2- Centro de Transformación CT-2.	17
II.6.3.3- Centro de Transformación CT-3.	17
II.6.3.4- Centro de Transformación CT-4.	18
II.6.3.5- Centro de Transformación CT-5.	18
II.6.3.6- Centro de Transformación CT-6.	18
II.6.3.7- Centro de Transformación CT-7.	20
II.6.3.7- Centro de Transformación CT-8.	20
II.6.3.8- Centro de Transformación CT-9.	21
II.6.4.- UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA.	22
II.6.5.- RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.....	22
II.6.6.- ALUMBRADO EXTERIOR.	23
II.6.7.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN GALERÍA COMERCIAL.	25



II.6.8.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	27
II. 7. - RESULTADOS FINALES.	28
II.7.8.1.- LINEA DE MEDIA TENSIÓN.	28
II. 7. 2. – CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.	30
II.7.2.1.- LOCALES.	30
II.7.2.2.- CELDAS DE SF ₆	34
II.7.2.3.- INTERCONEXIÓN MT.	36
II.7.2.4.- APARATOS TRANSFORMADORES.	37
II.7.2.5.- DESCARGA EN BAJA TENSIÓN.	38
II.7.2.6.- CUADROS DE BAJA TENSIÓN.	39
II.7.2.7.- MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.	39
II.7.2.8.- RED DE TIERRAS.	41
II.7.2.9.- SUELO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	41
II.7.2.10.- ALUMBRADO.	42
II.7.2.11.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.	42
II.7.2.12.- MEDIDAS DE SEGURIDAD.	43
II.7.4.- RED DE BAJA TENSIÓN.	44
II.7.4.1.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	44
II.7.4.2.- CANALIZACIONES.	44
II.7.4.3.- CONDUCTORES.	45
II.7.4.4.- EMPALMES Y CONEXIONES.	46
II.7.5.- ALUMBRADO EXTERIOR.	46
II.7.5.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS CALZADAS Y SISTEMA DE ILUMINACIÓN ADOPTADO.	46
II.7.5.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.	47
II. 7. 6. – EQUIPOS DE MEDIDA.	56
II.7.6.1.- EQUIPOS DE MEDIDA EN FACHADA DE LOCALES.	56
II.7.6.2.- EQUIPOS DE MEDIDA EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.	57
II.7.6.3.- CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES.	57
II. 7. 7. – DERIVACIONES INDIVIDUALES.	61
II. 7. 8. – INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN GALERÍA COMERCIAL.	62
II. 7. 8.1. - INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD.	62



II. 7. 9. – INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	81
II. 7. 9.1. – DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	81
II. 7. 9.2. – GENERALIDADES.	82
II. 7. 9.3. – MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	83
II. 7.9.4. – ESTRUCTURA SOPORTE.	86
II. 7.9.5. – INVERSOR.	87
II. 7.9.6. – CABLEADO Y CANALIZACIONES.	89
II. 7.9.7. – PUESTA A TIERRA.....	94
II. 7.9.8. – PRUEBAS.	94
II. 8. – ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.....	95
II. 9. - RESUMEN DEL PRESUPUESTO.	95
II. 10. - CONCLUSIONES.	95



II. 0. 1. - HOJA DE IDENTIFICACIÓN.

PROYECTO FIN DE GRADO:

INSTALACIÓN ELECTRICA PARA CENTRO COMERCIAL.

CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO: PFG-CC

EMPLAZAMIENTO:

AVDA. MEDITERRANEO S/N
ALMERÍA

PETICIONARIO:

UNIVERSIDAD DE JAEN.
CAMPUS LAS LAGUNILLAS S/N
23.071, JAEN

AUTOR DEL PROYECTO:

D.JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ
N.I.F: 34.862.821-L



II. 1. – OBJETO.

Se redacta el presente proyecto de instalación eléctrica de un centro comercial, con objeto de la terminación de los estudios correspondientes a la titulación de Grado en Ingeniería Eléctrica.

Se pretende con el presente estudio justificar el cumplimiento de las condiciones legales, que ha de cumplir la instalación eléctrica, por razón de su actividad; definir las características de las instalaciones de forma que sirva de base para la ejecución de las mismas en su implantación, y finalmente, servir como documento base para ejecución de las obras e instalaciones.

II. 2. - ALCANCE.

El ámbito de aplicación del presente proyecto es exclusivamente la instalación eléctrica del centro comercial.

La obra civil correspondiente a canalizaciones, cerramientos y otros, queda excluido del presente proyecto, haciéndose mención a las características generales de las mismas, no siendo por lo tanto valoradas en el documento presupuesto.

Su cuantificación económica total se determinará en el documento presupuesto.

Como alcance del Proyecto se incluye además lo siguiente:

- Pliego de Condiciones Técnicas.
- Estudios Básico de seguridad y salud en la obra.

Las instalaciones objeto del proyecto son las siguientes:

- Instalación Eléctrica en Media Tensión.
- Instalación Eléctrica en Baja Tensión.
- Instalación de un Grupo Electrónico.
- Instalación de Alumbrado Exterior.
- Instalación Fotovoltaica.



II. 3. - ANTECEDENTES.

El Centro Comercial presenta forma y dimensiones especificados en la documentación gráfica adjunta.

Se distinguen las siguientes zonas:

- 1) Zona Central de Parking para clientes, con capacidad de 581 plazas, situado a la intemperie.
- 2) Zona de locales y naves independientes con acceso directo desde el exterior.
- 3) Galería comercial, desde la cual se accede a distintos locales comerciales.
- 4) Locales técnicos para usos varios.

Las superficies ocupadas por los distintos establecimientos comerciales, se indican en las siguientes tablas.

1.- EXTERIOR	m2
LOCAL 1,1	302,00
LOCAL 1,2	384,00
LOCAL 1,3	384,00
LOCAL 1,4	700,00
LOCAL 1,5	625,00
LOCAL 1,6	8.517,00
LOCAL 1,7	1.216,00
LOCAL 1,8	4.487,00
LOCAL 1,9	3.306,00
LOCAL 1,10	816,00
LOCAL 1,11	128,00
LOCAL 1,12	128,00
TOTAL	20.993,00



2.-INTERIOR	m2		m2
LOCAL 2,1	40,00	LOCAL 2,31	24,00
LOCAL 2,2	48,00	LOCAL 2,32	1.219,00
LOCAL 2,3	48,00	LOCAL 2,33	656,00
LOCAL 2,4	48,00	LOCAL 2,34	489,00
LOCAL 2,5	48,00	LOCAL 2,35	284,00
LOCAL 2,6	48,00	LOCAL 2,36	30,00
LOCAL 2,7	48,00	LOCAL 2,37	35,00
LOCAL 2,8	48,00	LOCAL 2,38	35,00
LOCAL 2,9	48,00	LOCAL 2,39	120,00
LOCAL 2,10	3.272,00	LOCAL 2,40	184,00
LOCAL 2,11	80,00	LOCAL 2,41	184,00
LOCAL 2,12	128,00	LOCAL 2,42	184,00
LOCAL 2,13	192,00	LOCAL 2,43	184,00
LOCAL 2,14	193,00	LOCAL 2,44	75,00
LOCAL 2,15	3.065,00	LOCAL 2,45	44,00
LOCAL 2,16	58,00	LOCAL 2,46	42,00
LOCAL 2,17	38,00	LOCAL 2,47	41,00
LOCAL 2,18	30,00	LOCAL 2,48	152,00
LOCAL 2,19	1.649,00	LOCAL 2,49	204,00
LOCAL 2,20	1.241,00	LOCAL 2,50	150,00
LOCAL 2,21	148,00	LOCAL 2,51	102,00
LOCAL 2,22	122,00	LOCAL 2,52	78,00
LOCAL 2,23	63,00	LOCAL 2,53	180,00
LOCAL 2,24	1.628,00	LOCAL 2,54	242,00
LOCAL 2,25	74,00	LOCAL 2,55	250,00
LOCAL 2,26	50,00	LOCAL 2,56	178,00
LOCAL 2,27	40,00	LOCAL 2,57	145,00
LOCAL 2,28	973,00	LOCAL 2,58	202,00
LOCAL 2,29	38,00	LOCAL 2,59	542,00
LOCAL 2,30	32,00	LOCAL 2,60	282,00
		TOTAL	20.075,00



II. 4. - NORMAS Y REFERENCIAS.

II.4.1.- DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.

Para la elaboración del presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- R.D. 223/2008 por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones de técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, R.D. 842/2002
- Normas particulares de la Empresa Endesa Distribución S.L.U.; aprobadas por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía con fecha 5 de Mayo de 2.005, B.O.J.A. nº 109 del 07-06-2.005.
- Instrucción de 14 de Octubre de 2.004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial.
- RD 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.
- DECRETO 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en



Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

- RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el código técnico de la edificación.
- R.D. 314/2006 de 28 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación en su Documento HE de Ahorro de Energía.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se aprueba el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por R.D. 314/2006, de 17 de marzo.
- RD 1627/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

II.4.2.- BIBLIOGRAFIA.

- Norma UNE 157001 , Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- Catálogos de fabricantes de material eléctrico.

II.4.3.- PROGRAMAS DE CÁLCULO.

En la elaboración del presente proyecto se han utilizado los siguientes programas de cálculo.

- CIEBT , de la firma Dmelect , para el cálculo de instalaciones eléctricas.
- Instalaciones de Urbanización, de la firma Dmelect , para el cálculo de instalaciones eléctricas.
- DIALux v4.11 , para el cálculo de los niveles de iluminación.



- Microsoft Excel .
- Match Cad Prime.
- OrientSol 2.0, Universidad de Jaén.

II. 5. – DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

En la redacción del documento, se utilizan las siguientes definiciones y abreviaturas.

CT.	Centro de Transformación.
MT.	Media Tensión.
BT	Baja Tensión.
Trafo	Transformador de Potencia.
CGP	Caja General de Protección.
A	Amperios.
V	Voltios.
S	Potencia Aparente (kVA).
I_P	Intensidad en el lado de alta tensión(A).
V_P	Tensión en el lado de Alta Tensión (KV).
I_s	Intensidad en el lado de baja tensión(A).
V_s	Tensión en el lado de baja tensión (KV).
V_{CC}	Tensión de cortocircuito del transformador en %.
V_s	Tensión secundaria en kV.
I_{CCS}	Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.
Ω	Resistencia en Ohmios.
$I_{MAX.ADM}$	Intensidad máxima admisible.
$I_{MAX.}$	Intensidad máxima soportada por el conductor.
I_{CAL}	Intensidad de cálculo.
REBT	Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
PdC	Poder de Corte.
RV/XLPE	Polietileno reticulado.
VV/PVC	Policloruro de vinilo.
CTE	Código Técnico de la Edificación



II. 6. - REQUISITOS DE DISEÑO.

II.6.1.- PREVISIÓN DE POTENCIA.

Según el Art.3.3 de la ITC-BT-10, se establece un mínimo de 100 W/m^2 , con un mínimo por local de 3.450 W y coeficiente de simultaneidad 1.

En nuestro caso se realizará una previsión de potencia de 100 W/m^2 , con un mínimo por local de 15.000 W y coeficiente de simultaneidad 1.

La previsión de potencia para la Galería Comercial y el Parking, es la determinada por los cálculos correspondientes.

El resumen de potencias asignadas a cada establecimiento es:

1.- EXTERIOR	m2	kW/m2	kW	kW Total
LOCAL 1,1	302,00	0,10	30,20	30,20
LOCAL 1,2	384,00	0,10	38,40	38,40
LOCAL 1,3	384,00	0,10	38,40	38,40
LOCAL 1,4	700,00	0,10	70,00	70,00
LOCAL 1,5	625,00	0,10	62,50	62,50
LOCAL 1,6	8.517,00	0,10	851,70	851,70
LOCAL 1,7	1.216,00	0,10	121,60	121,60
LOCAL 1,8	4.487,00	0,10	448,70	448,70
LOCAL 1,9	3.306,00	0,10	330,60	330,60
LOCAL 1,10	816,00	0,10	81,60	81,60
LOCAL 1,11	128,00	0,10	12,80	15,00
LOCAL 1,12	128,00	0,10	12,80	15,00
TOTAL	20.993,00		2.099,30	2.103,70



2.-INTERIOR	m2	kW/m2	kW	kW Total
LOCAL 2,1	40,00	0,10	4,00	15,00
LOCAL 2,2	48,00	0,10	4,80	15,00
LOCAL 2,3	48,00	0,10	4,80	15,00
LOCAL 2,4	48,00	0,10	4,80	15,00
LOCAL 2,5	48,00	0,10	4,80	15,00
LOCAL 2,6	48,00	0,10	4,80	15,00
LOCAL 2,7	48,00	0,10	4,80	15,00
LOCAL 2,8	48,00	0,10	4,80	15,00
LOCAL 2,9	48,00	0,10	4,80	15,00
LOCAL 2,10	3.272,00	0,10	327,20	327,20
LOCAL 2,11	80,00	0,10	8,00	15,00
LOCAL 2,12	128,00	0,10	12,80	15,00
LOCAL 2,13	192,00	0,10	19,20	19,20
LOCAL 2,14	193,00	0,10	19,30	19,30
LOCAL 2,15	3.065,00	0,10	306,50	306,50
LOCAL 2,16	58,00	0,10	5,80	15,00
LOCAL 2,17	38,00	0,10	3,80	15,00
LOCAL 2,18	30,00	0,10	3,00	15,00
LOCAL 2,19	1.649,00	0,10	164,90	164,90
LOCAL 2,20	1.241,00	0,10	124,10	124,10
LOCAL 2,21	148,00	0,10	14,80	15,00
LOCAL 2,22	122,00	0,10	12,20	15,00
LOCAL 2,23	63,00	0,10	6,30	15,00
LOCAL 2,24	1.628,00	0,10	162,80	162,80
LOCAL 2,25	74,00	0,10	7,40	15,00
LOCAL 2,26	50,00	0,10	5,00	15,00
LOCAL 2,27	40,00	0,10	4,00	15,00
LOCAL 2,28	973,00	0,10	97,30	97,30
LOCAL 2,29	38,00	0,10	3,80	15,00



2.-INTERIOR	m2	kW/m2	kW	kW Total
LOCAL 2,30	32,00	0,10	3,20	15,00
LOCAL 2,31	24,00	0,10	2,40	15,00
LOCAL 2,32	1.219,00	0,10	121,90	121,90
LOCAL 2,33	656,00	0,10	65,60	65,60
LOCAL 2,34	489,00	0,10	48,90	48,90
LOCAL 2,35	284,00	0,10	28,40	28,40
LOCAL 2,36	30,00	0,10	3,00	15,00
LOCAL 2,37	35,00	0,10	3,50	15,00
LOCAL 2,38	35,00	0,10	3,50	15,00
LOCAL 2,39	120,00	0,10	12,00	15,00
LOCAL 2,40	184,00	0,10	18,40	18,40
LOCAL 2,41	184,00	0,10	18,40	18,40
LOCAL 2,42	184,00	0,10	18,40	18,40
LOCAL 2,43	184,00	0,10	18,40	18,40
LOCAL 2,44	75,00	0,10	7,50	15,00
LOCAL 2,45	44,00	0,10	4,40	15,00
LOCAL 2,46	42,00	0,10	4,20	15,00
LOCAL 2,47	41,00	0,10	4,10	15,00
LOCAL 2,48	152,00	0,10	15,20	15,20
LOCAL 2,49	204,00	0,10	20,40	20,40
LOCAL 2,50	150,00	0,10	15,00	15,00
LOCAL 2,51	102,00	0,10	10,20	15,00
LOCAL 2,52	78,00	0,10	7,80	15,00
LOCAL 2,53	180,00	0,10	18,00	18,00
LOCAL 2,54	242,00	0,10	24,20	24,20
LOCAL 2,55	250,00	0,10	25,00	25,00
LOCAL 2,56	178,00	0,10	17,80	17,80
LOCAL 2,57	145,00	0,10	14,50	15,00
LOCAL 2,58	202,00	0,10	20,20	20,20
LOCAL 2,59	542,00	0,10	54,20	54,20
LOCAL 2,60	282,00	0,10	28,20	28,20
TOTAL	20.075,00		2.007,50	2.307,90



Siendo el resumen total de la potencia del Centro Comercial:

1.- Locales Exterior	2.103,70 kW
2.- Locales Interior	2.307,90 kW
3.- Galería Comercial	373,94 kW
4.- Parking Clientes	23,60 kW
Total	4.809,14 kW

II.6.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS SUMINISTROS.

Al tratarse de locales diáfanos, sin uso definido, se dotará a todos ellos de suministro trifásico.

En función de la potencia asignada a cada establecimiento, se realiza la siguiente clasificación, para asignar el tipo de equipo para la medición de la energía consumida.

$P \leq 50\text{kW}$	Equipo de medida directa en BT.
$50 < P \leq 300\text{kW}$	Equipo de medida indirecta en BT.
$P > 300\text{kW}$	Equipo de medida indirecta en MT.



II.6.3.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Para poder atender la demanda de potencia, de los distintos establecimientos, se instalará una red de subterránea de media tensión, la cual dará suministro de energía a la tensión de 20kV, a los distintos Centros de Transformación a instalar.

Según el punto 1.3 del Art.1 de la Instrucción de 14 de Octubre de 2.004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial, la potencia prevista para cada transformador se calculará sumando las potencias asignadas a las distintas CGP, multiplicadas por el coeficiente de 0,80.

Con objeto de compensar la energía reactiva demandada al aparato transformador, se aplicará un coeficiente de mayoración de 0,80 sobre la potencia asignada a cada transformador.

Para los abonados con equipo de medida en media tensión, se aplicará un coeficiente de mayoración de 0,90 sobre la potencia asignada al transformador, ya que para estos abonados se prevé la instalación de un condensador fijo del 5% de la potencia del trafo, con objeto de compensar la potencia reactiva demandada por la máquina. Por otro lado en esta gama de potencias se prevé la instalación de baterías de condensadores para la compensación de la reactiva consumida en la propia instalación.

Atendiendo a los dos párrafos anteriores, la elección de los aparatos transformadores a instalar en cada CT, será:

- CT de Abonado:

$$S = \frac{P}{0,90}$$



- Mas de 4 abonados:

$$S = \frac{P}{0,80} \cdot 0,80 = P$$

Los transformadores a instalar serán elegidos atendiendo a la gama de potencias normalizadas por la Cía Distribuidora (50,100,160,250,400,630 y 1.000 kVA)

Las características principales de los distintos Centros de Transformación, y la potencia asignada a cada uno de ellos es la siguiente:

II.6.3.1- Centro de Transformación CT-1.

Se proyecta un centro de transformación prefabricado, con un aparato transformador de 630kVA, el cual será cedido a la Cía suministradora de energía eléctrica ya que da servicio a varios abonados.

Los establecimientos y potencia asignada al mismo son:

CT-1	kW
LOCAL 1,1	30,20
LOCAL 1,2	38,40
LOCAL 1,3	38,40
LOCAL 1,4	70,00
LOCAL 1,5	62,50
LOCAL 1,7	121,60
LOCAL 1,10	81,60
LOCAL 1,11	15,00
LOCAL 1,12	15,00
AL.EXTERIOR	23,60
TOTAL	496,30

$$S = \frac{496,30}{0,80} \cdot 0,80 = 496,30 \text{ kVA} \rightarrow 630 \text{ kVA}$$



II.6.3.2- Centro de Transformación CT-2.

Se proyecta un centro de transformación interior, para abonado, con un aparato transformador de 1000kVA , la medida de la energía se realizara en media tensión.

CT-2	kW
LOCAL 1,6	851,70

$$S = \frac{851,70}{0,90} = 946,33 \text{ kVA} \rightarrow 1.000 \text{ kVA}$$

II.6.3.3- Centro de Transformación CT-3.

Se proyecta un centro de transformación interior, para abonado, con un aparato transformador de 630kVA , la medida de la energía se realizara en media tensión.

CT-3	kW
LOCAL 1,8	448,70

$$S = \frac{448,70}{0,90} = 498,55 \text{ kVA} \rightarrow 630 \text{ kVA}$$



II.6.3.4- Centro de Transformación CT-4.

Se proyecta un centro de transformación interior, para abonado, con un aparato transformador de 400kVA , la medida de la energía se realizara en media tensión.

CT-4	kW
LOCAL 1,9	330,60

$$S = \frac{330,60}{0,90} = 367,33 \text{ kVA} \rightarrow 400 \text{ kVA}$$

II.6.3.5- Centro de Transformación CT-5.

Se proyecta un centro de transformación interior, para abonado, con un aparato transformador de 400kVA , la medida de la energía se realizara en media tensión.

CT-5	kW
LOCAL 2,10	327,20

$$S = \frac{327,20}{0,90} = 363,55 \text{ kVA} \rightarrow 400 \text{ kVA}$$

II.6.3.6- Centro de Transformación CT-6.

Se proyecta un centro de transformación interior, con un aparato transformador de 630kVA, el cual será cedido a la Cía suministradora de energía eléctrica ya que da servicio a varios abonados.



Los establecimientos y potencia asignada al mismo son:

CT-6	kW
LOCAL 2,1	15,00
LOCAL 2,2	15,00
LOCAL 2,3	15,00
LOCAL 2,4	15,00
LOCAL 2,5	15,00
LOCAL 2,6	15,00
LOCAL 2,7	15,00
LOCAL 2,8	15,00
LOCAL 2,9	15,00
LOCAL 2,11	15,00
LOCAL 2,12	15,00
LOCAL 2,13	19,20
LOCAL 2,14	19,30
LOCAL 2,16	15,00
LOCAL 2,17	15,00
LOCAL 2,18	15,00
LOCAL 2,34	48,90
LOCAL 2,35	28,40
LOCAL 2,36	15,00
LOCAL 2,37	15,00
LOCAL 2,38	15,00
LOCAL 2,39	15,00
LOCAL 2,40	18,40
LOCAL 2,41	18,40
LOCAL 2,42	18,40
LOCAL 2,43	18,40
LOCAL 2,44	15,00
LOCAL 2,45	15,00
LOCAL 2,46	15,00
LOCAL 2,47	15,00
LOCAL 2,48	15,20
LOCAL 2,49	20,40
LOCAL 2,50	15,00
LOCAL 2,60	28,20
TOTAL	598,20



$$S = \frac{598,20}{0,80} \cdot 0,80 = 598,20 \text{ kVA} \rightarrow 630 \text{ kVA}$$

II.6.3.7- Centro de Transformación CT-7.

Se proyecta un centro de transformación interior, para abonado, con un aparato transformador de 630kVA , la medida de la energía se realizara en media tensión.

Da servicio a la instalación eléctrica de la Galería Comercial.

$$S = \frac{373,49}{0,90} = 415 \text{ kVA} \rightarrow 630 \text{ kVA}$$

II.6.3.7- Centro de Transformación CT-8.

Se proyecta un centro de transformación interior, para abonado, con un aparato transformador de 400kVA , la medida de la energía se realizara en media tensión.

CT-7	kW
LOCAL 2,15	306,50

$$S = \frac{306,50}{0,90} = 340,55 \text{ kVA} \rightarrow 400 \text{ kVA}$$



II.6.3.8- Centro de Transformación CT-9.

Se proyecta un centro de transformación interior, con dos aparatos transformadores de 630kVA/ud. El Centro de Transformación será cedido a la Cía suministradora de energía eléctrica ya que da servicio a varios abonados.

Los establecimientos y potencia asignada a cada transformador son:

CT-9 Trafo 1	kW
LOCAL 2,21	15,00
LOCAL 2,22	15,00
LOCAL 2,23	15,00
LOCAL 2,25	15,00
LOCAL 2,26	15,00
LOCAL 2,27	15,00
LOCAL 2,28	97,30
LOCAL 2,29	15,00
LOCAL 2,30	15,00
LOCAL 2,31	15,00
LOCAL 2,32	121,90
LOCAL 2,33	65,60
LOCAL 2,51	15,00
LOCAL 2,52	15,00
LOCAL 2,53	18,00
LOCAL 2,54	24,20
LOCAL 2,55	25,00
LOCAL 2,56	17,80
LOCAL 2,57	15,00
LOCAL 2,58	20,20
TOTAL	570,00

$$S = \frac{570}{0,80} \cdot 0,80 = 570 \text{ kVA} \rightarrow 630 \text{ kVA}$$



CT-9Trafo 2	kW
LOCAL 2,19	164,90
LOCAL 2,20	124,10
LOCAL 2,24	162,80
LOCAL 2,59	54,20
TOTAL	506,00

$$S = \frac{506}{0,80} \cdot 0,80 = 506 \text{ kVA} \rightarrow 630 \text{ kVA}$$

II.6.4.- UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA.

Para aquellos locales comerciales, con CT de abonado, el equipo de medida, se instalará en el interior del mismo CT.

Los locales comerciales, situados en el exterior y cuyo suministro de energía se realiza desde el CT-1 , tendrán el equipo de medida en la fachada del establecimiento.

En la Galería comercial, se utilizarán dos locales técnicos, para ubicar en ellos dos centralizaciones de contadores, uno para el CT-6 y otro para el CT-8.

II.6.5.- RED SUBTERRANEA DE BAJA TENSIÓN.

La distribución en baja tensión desde el CT-1 , hasta los locales comerciales, se realizará siguiendo las prescripciones técnicas del REBT y de las normas particulares de la Cía Distribuidora de Electricidad.



II.6.6.- ALUMBRADO EXTERIOR.

Se proyecta una instalación de alumbrado exterior, para la iluminación de la zona central de aparcamientos.

RD1890/2008

Según la tabla 5 de la ITC-EA-02, se realiza una clasificación de la vía como tipo E2 con flujo Alto de Peatones

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
E1	• <i>Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</i>	
	• <i>Paradas de autobús con zonas de espera</i>	
	• <i>Áreas comerciales peatonales.</i>	
	Flujo de tráfico de peatones	
	Alto.....	CE1A / CE2 / S1
	Normal	S2 / S3 / S4
E2	• <i>Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</i>	
	Flujo de tráfico de peatones	
	Alto.....	CE1A / CE2 / S1
	Normal	S2 / S3 / S4
(*) Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.		



Elegimos para el proyecto una clase de alumbrado CE2 cuyas características son:

Tabla 9 – Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida ⁽¹⁾]	Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(2) También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Decreto 357/2010 y Decreto 6/2012

La clasificación del alumbrado según el Art 6 del Decreto 357/2010, el área lumínica es clasificada como “E4 . Áreas que admiten flujo luminoso elevado”, al encontrarse en una zona donde se desarrollan actividades de carácter comercial.

Según el Art 18, el horario de usos del alumbrado será:

Invierno	0:00h	6:00 h
Verano	1:00h	6:00h

El funcionamiento del alumbrado estará regido por el horario de apertura del centro comercial, se dispondrá de un sistema automático para la



regulación de la intensidad lumínica y/o apagado en el horario anteriormente indicado.

Según el Anexo I, la limitación flujo hacia el hemisferio superior será $\leq 15\%$.

II.6.7.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN GALERÍA COMERCIAL.

Según el R.E.B.T-03 (R.D.842/2002), el edificio está incluido en la ITC-028, al ser su ocupación superior a las 300 personas se clasificará como *Local de Pública Concurrencia*.

Según el Art.2.3 de la instrucción ITC-BT-028, será necesario disponer tanto de alumbrado de emergencia, como de un suministro de socorro.

Para garantizar el suministro de socorro, se instalará un grupo electrógeno, con capacidad de atender los suministros esenciales:

- Alumbrado de evacuación y de Emergencia.
- Instalaciones Contraincendios.

La iluminación proyectada para la Galería Comercial, cumplirá con lo establecido en el documento "HE 3. Eficiencia Energética de las instalaciones de iluminación" del CTE.

Para ello, la iluminación proyectada, cumplirá con los valores límite de eficiencia, establecidos en la tabla 2.1.



Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 2.2 Potencia máxima de iluminación

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m²]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

En el proyecto que nos ocupa, la Galería Comercial tiene una superficie de 3.847m² , por lo tanto la potencia máxima a instalar en equipos de iluminación será de 57.705W.



II.6.8.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Según la tabla 1.1 del documento HE 5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica, del CTE, al ser la superficie del centro comercial, superior a 5.000m², hemos de dotarlo de una instalación de producción de energía solar fotovoltaica.

La potencia a instalar se calcula con la siguiente fórmula:

$$P = C \cdot (0,002 \cdot S - 5)$$

Donde:

P = Potencia fotovoltaica a instalar (kW)

C = Coeficiente en función de la zona climática
(Almería ZC = IV, C=1,3)

S = Superficie construida del edificio.

1.- EXTERIOR	20.993,00
2.-INTERIOR	20.075,00
3.- ZONAS COMUNES Y DE SERVICIOS	5.191,00
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA	46.259,00

$$P = 1,3 \cdot (0,002 \cdot 46259 - 5) = 113,77kW$$

Se proyecta una instalación generadora fotovoltaica de 124,80kWp, a instalar sobre la cubierta de la galería comercial.

La instalación funcionará en régimen de autoconsumo sin vertido a la red. La energía producida se verterá sobre el embarrado de CGMP.



II. 7. - RESULTADOS FINALES.

II.7.8.1.- LINEA DE MEDIA TENSIÓN.

La energía eléctrica, será entregada por la cía distribuidora, desde la red subterránea de MT, existente en la zona.

La línea proyectada partirá desde un centro de distribución existente, CD108515 , alimentará a todos los centros de transformación proyectados, realizando entrada y salida en los mismos. El cierre de la línea proyectada se realizará sobre otro centro de distribución existente CD 62881.

II.7.8.1.1.- CANALIZACIONES.

En documentación gráfica se adjunta plano de la canalización y el trazado previsto para la línea de M.T.

Los conductores irán protegidos bajo tubo de PE, de 200 mm de diámetro y 2,5 atmósferas de presión, éste ira cubierto con 15 cm de hormigón, instalados a una profundidad de 1,20 metros.

En cada tramo se instalará una canalización por terna de conductores y una en vacío.

A 25 centímetros de la rasante se colocará cinta avisadora de peligro de material plástico con la indicación "Peligro Alta Tensión".

El resto de la zanja se rellenará con tierra procedente de la excavación, previa eliminación de la misma de piedras cortantes y gruesas, así como de escombros; debiendo de ser convenientemente compactadas.

Se construirán las arquetas, con dimensiones según detalles, para facilitar el tendido de los conductores, con una distancia máxima de 40m entre ellas y en cada cambio de dirección.

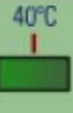
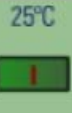
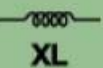
El fondo de las arquetas se limpiará y se dispondrá una capa de 5cm de grava.



El espacio libre de los tubos deberá ser sellado, una vez colocados los conductores, para evitar la penetración de agua en su interior.

II.7.8.1.2.- CONDUCTORES.

El conductor a utilizar en la línea de M.T subterránea, será de la marca General Cable o similar, tipo Hersatene RH5Z1 18/30kV de 3x1x240 mm² (Al), de campo radial y aislamiento XLPE de polietileno reticulado

								
mm ²	mm	mm	kg/km	mm	A	A	Ohm/km	μF/km
50	22,5	30,2	790	455	170	140	0,148	0,137
95	25,7	33,4	1015	505	255	205	0,13	0,17
150	28,7	36,4	1260	550	335	260	0,121	0,199
240	32,6	40,3	1645	605	455	345	0,111	0,237
400	37,6	45,3	2215	680	610	445	0,102	0,285

II.7.8.1.3.- EMPALMES.

Las líneas se ejecutarán evitando la utilización de empalmes en los conductores. En caso de ser necesario la utilización de los mismos, estos serán unipolares con aislamiento en seco.

La terminación de los empalmes se realizará mediante tubo PST contráctil en frío.

La ejecución de los empalmes se realizará conforme a las recomendaciones del fabricante.



II. 7. 2. – CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

II.7.2.1.- LOCALES.

II.7.2.1.1.- EDIFICIO PREFABRICADO.

Para el servicio de energía eléctrica en BT, a los locales situados en el exterior del centro comercial, se opta por la instalación de un edificio prefabricado de hormigón, el cual recibe la denominación CT-1.

El centro de transformación prefabricado será del tipo PFU-4, el cual presenta una estructura monolítica, con ausencia de juntas, es fabricado con hormigón armado y vibrado con una resistencia característica de 300 Kg/cm^2 , garantizando una total impermeabilidad.

El proceso de elaboración de la armadura hace que el centro se comporte como una “Jaula de Faraday”.

La separación interior del edificio se realizará mediante una rejilla metálica dotada de una puerta con cerradura normalizada por la Cía Suministradora.

La puerta de acceso del personal está dotada con una cerradura con dos juntas de anclaje y con unas dimensiones de $900 \times 2.100 \text{ mm}$, abriendo hacia el exterior con un ángulo de 180° .

El Edificio proyectado tendrá un acceso exclusivo del promotor, ya que la medida de la energía eléctrica se realiza en el C.T. Existente.

La puerta de acceso de los equipos presenta las mismas características teniendo unas dimensiones de $1.260 \times 2100 \text{ mm}$.

Los elementos de carpintería exterior son de chapa de acero galvanizada de 2mm y pintada al horno con poliéster, con buenas características contra la corrosión y contra agentes ambientales agresivos.



El acabado es llevado a cabo con mortero monocapa impermeable de naturaleza acrílica y color blanco en el exterior; y pintura plástica lisa y blanca en el interior.

La carpintería es pintada en poliéster de color marrón.

Las rejillas de ventilación del transformador se sitúan en la parte inferior de la puerta de acceso al mismo, y en la parte superior tras el transformador. Estas rejillas tienen un área de 1.200x677 mm.

Se añaden en la pared lateral junto al transformador 4 rejillas de 800x677mm² cada una.

Todas estas rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación,.

El piso será capaz de soportar sobrecargas verticales de 400 Kg/m², salvo en la zona de movimiento y ubicación del transformador, en la cual la resistencia se adecuará a las cargas que transmita un transformador de 1.000 KVA. que cumpla la Norma ONSE 43.21-5B.

Esta exigencia se aplicará solamente al elemento que sustente el transformador de potencia.

El material empleado para la fabricación del Centro será hormigón armado, que tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 250Kg/cm², como mínimo

En la zona para el tránsito del personal la losa presentará la posibilidad de unir a tierra la malla del forjado.



II.7.2.1.2.- ADAPTACIÓN DE LOCALES.

El resto de los centros de transformación proyectados, serán ubicados en el interior de los distintos establecimientos, adaptando un local para el CT, o bien ocupando alguno de los locales técnicos habilitados en la zona de la Galería Comercial.

Las dimensiones de los distintos locales, serán tales que se cumplan las distancias de seguridad, establecidas en el Art.6 de la ITC-RAT-14 , para los pasillos y zonas de protección.

Cada uno de los CT, proyectados tiene la forma y dimensiones indicadas en la documentación gráfica adjunta, las características constructivas de los mismos son las siguientes:

Los locales tienen acceso directo desde la vía pública, en el caso de los CT para abonado, dispondrán de dos accesos independientes, uno para la compañía eléctrica y otro para el propietario del CT.

Tendrán una acera exterior para protección suplementaria frente a tensiones de contacto.

Las separaciones interiores se realizarán mediante rejillas metálicas dotadas de una puerta con cerradura normalizada por la Cía Suministradora.

Los CT no contendrá canalizaciones ajenas, tales como agua, vapor, aire, gas, teléfonos, etc., y los elementos delimitadores (muros exteriores, cubierta y solera), tendrán una resistencia al fuego RF-240, y los materiales constructivos del revestimiento interior (parámetros, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la norma UNE-23727.

Ninguna abertura exterior del CT permitirá el paso del agua que caiga con una inclinación inferior a 60° respecto a la vertical.

Exteriormente estarán cubiertos con una capa impermeabilizante que evite la ascensión de humedad.



La superficie de ocupación de cada CT tiene dos zonas de diferencias con solicitudes diferentes:

1.- La de maniobra, que deberá soportar una carga distribuida de, como mínimo, 400 kg/m².

2.- La del transformador y sus accesos, que deberá soportar una carga rodante de 4.000kg apoyada sobre cuatro ruedas dispuestas formando un cuadrado de 0,67 m de lado. Las zonas por donde deba desplazarse el transformador para aproximarse a su emplazamiento definitivo se aplicará el mismo criterio de carga.

Los parámetros interiores se acabarán en raseo con mortero de cemento y arena lavada de dosificación 1:4 con aditivo hidrófugo en masa, maestrado y pintado.

La solería soportará los esfuerzos verticales asignados para los forjados para las cargas fijas y móviles antes indicadas.

Los cables entrarán al CT a través de pasamuros estancos o tubos, llegando a las celdas o cuadros correspondientes por un sistema de fosos o canales. Los tubos serán de polietileno de alta densidad, tendrán un diámetro PN 160, su superficie interna será lisa y no se admitirán curvas. Los que no se utilicen se sellarán con espumas impermeables y expandibles. Los fosos o canales de cables tendrán una solera inclinada, con pendiente del 2% hacia la entrada de cables.

La puerta de acceso del personal/maquinaria está dotada con una cerradura con dos juntas de anclaje y con unas dimensiones de 1.500x2.500 mm de doble hoja, abriendo hacia el exterior con un ángulo de 180°.

Los elementos de carpintería exterior son de chapa de acero galvanizada de 2mm y pintada en su cara exterior con pintura de buenas características contra la corrosión y contra agentes ambientales agresivos y en su parte interior con una gruesa capa de pintura aislante a base de caucho acrílico o poliéster.

La entrada de aire se realiza a través de las rejillas dispuestas en fachada, se instalará una turbina para la extracción forzada del aire. La circulación del aire hará un barrido sobre el transformador. Las rejillas de ventilación



se sitúan en la fachada principal. Estas rejillas tienen las dimensiones indicadas en los planos.

Todas estas rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación,.

El piso será capaz de soportar sobrecargas verticales de 2.500 Kg/m^2 , según las Normas Particulares de Cía Eléctrica.

En la zona para el tránsito del personal la losa presentará la posibilidad de unir a tierra la malla del forjado.

II.7.2.2.- CELDAS DE SF_6 .

Las celdas están distribuidas en módulos que forman por si mismos una unidad de conexión, los cuales se unen según el esquema eléctrico deseado por medio de elementos de unión, que a su vez establecen la separación eléctrica y mecánica entre los módulos adyacentes, en una atmósfera de hexafluoruro de azufre (SF_6).

Las características de los distintos modelos utilizados, son las siguientes:

Tipo de Celda	CML	CMIP	CMP-F	CMM
Tensión nominal (kV)	24	24	24	12/24
Intensidad nominal (A)	400/630	400/630	400/630	
Intensidad nominal salida del trafo			200	
Intensidad de corta duración (1s)	16/20	16/20	16/20	
Nivel de aislamiento:				
Frecuencia industrial (1 Min.).				
A tierra y entre fases (kV)	50	50	50	
A la distancia de seccionamiento (kV)	60	60	60	
Impulso tipo rayo:				
A tierra y entre fases (kV cresta)	125	125	125	
A la distancia de seccionamiento (kV cresta)	145	145	145	
Capacidad de cierre (kA Cresta)	40/50	40/50	40/2,5*	
Capacidad de corte:				
Corriente principalmente activa (A)	400/630	400/630	400/630	



Corriente capacitiva (A)	32,5	32,5	32,5	
Corriente inductiva (A)	16	16	16	
Falta a tierra I_{CE} (A)	69,3	69,3	69,3	
Falta a tierra $\sqrt{3} I_{CL}$ (A)	32,5	32,5	32,5	
Capacidad de ruptura combinación interruptor/fusibles (kA)			20	
Fusibles a utilizar (A)			40	
Rele de protección homopolar			Si	
Ancho (mm)	370	420	480	800
Alto (mm)	1800	1800	1800	1800
Fondo (mm)	850	850	850	1025
Peso (kg)	160	165	215	180**

* Antes / después de fusibles.

** Sin incluir los transformadores.

Las celdas están distribuidas en módulos que forman por si mismos una unidad de conexión, los cuales se unen según el esquema eléctrico deseado por medio de elementos de unión, que a su vez establecen la separación eléctrica y mecánica entre los módulos adyacentes, en una atmósfera de hexafloruro de azufre (SF_6).

En los CT de Abonado, la celda de protección del trafo (CMP-F) , estará dotada de un rele de protección tipo RPTA, con funciones de protección contra sobrecorrientes, contra fugas a tierra u homopolar y contra sobrecalentamientos (disparo externo por termostato).

Los equipos a instalar en cada CT, son los siguientes:

C.T.	CML	CMIP	CMP-F	CMP-F +RPTA	CMM
CT-1	2	-	1	-	-
CT-2	2	1	-	1	1
CT-3	2	1	-	1	1
CT-4	2	1	-	1	1
CT-5	2	1	-	1	1
CT-6	2	-	1	-	-
CT-7	2	1	-	1	1
CT-8	2	1	-	1	1
CT-9	2	-	2	-	-



El amperaje de los fusibles se elegirá en función de la tabla 2.3.3, del capítulo IV de las normas particulares de la compañía distribuidora de electricidad.

Tabla 2.3.3

Tensión (kV)	Potencia del transformador (kVA)						
	50	100	160	250	400	630	1.000
25	5	10	16	20	32	40	63
20	5	10	20	32	40	63	63
15,4	10	16	20	40	63	63	100
10	10	20	32	40	63	100	100
5	20	40	63	100	100	---	---

II.7.2.3.- INTERCONEXIÓN MT.

La conexión de alta tensión en las celdas CGM-24, se efectúa a través de los pasatapas delanteros dispuestos a tal efecto.

Para la conexión de alta tensión entre la celda y el transformador se emplean cables de 18/30 KV del tipo RHV unipolares de aluminio de 95 mm², con aislamiento de etileno propileno y pantalla de corona de 10 mm² formada por hilos de cobre, sin armadura y con cubierta de P.V.C.

En los extremos de los cables conexiados en las celdas, son instaladas bornas enchufables con sus respectivos adaptadores y terminales (incluido en el equipo). Los otros extremos se conexionan al transformador por medio de conos difusores de 1x95mm² Al 18/30 KV con adaptadores., conectándose la pantalla del cable en sus dos extremos, a la tierra de herrajes.



II.7.2.4.- APARATOS TRANSFORMADORES.

Según se ha justificado en el apartado "II.6.3.-Centros de Transformación", la potencia a instalar y el aparato transformador adoptado para cada uno de los CT.

C.T.	400kVA	630kVA	1.000kVA
CT-1	-	1	-
CT-2	-	-	1
CT-3	-	1	-
CT-4	1	-	-
CT-5	1	-	-
CT-6	-	1	-
CT-7	-	1	-
CT-8	1	-	-
CT-9	-	2	-

La tensión de salida en B.T. del transformador, es elegida con el fin de compensar la caída de tensión, en la instalación interior del abonado.

Los transformadores a instalar cumplirán la Norma UNESA 5201-D, siendo sus características principales:

Potencia	400 kVA	630 kVA	1000 kVA
Grupo de conexión	Dyn 11		
Tensión de servicio del primario	20 KV		
Tensión de servicio del secundario	420/242 V		
Posición I equivale a -5%	19KV		
Posición II equivale a	20 KV		
Posición III equivale a +5%	21 KV		
Tensión de cortocircuito a 75°C	4%	4%	6%
Volumen de aceite en litros	300	400	565
Peso total en kg	1390	1790	2445
Tipo	Hermético		

El circuito magnetotérmico será de chapa magnética de grano orientado.



Todos los arrollamientos son de cobre electrolítico de alta conductividad, en espiral siendo el aislamiento entre espiras papel aislante preimpregnado.

El enrollamiento de alta tensión es del tipo continuo por capas, gobernado directamente sobre el de baja tensión, intercalando entre ambos una barrera aislante con canales de refrigeración.

La cuba es de chapa de acero reforzada con perfiles soldados en toda su longitud.

En la parte inferior se sueldan dos perfiles en los cuales se atornillan las ruedas, las cuales son orientables en las dos direcciones principales sin necesidad de ser desmontadas.

El tipo de líquido aislante utilizado es el aceite mineral y sus características, antes del llenado son las correspondientes a la clase "I", según Norma UNE 21-320/5.

II.7.2.5.- DESCARGA EN BAJA TENSIÓN.

Unirá el secundario del Transformador con el cuadro de Baja Tensión, para ello se instalarán los conductores indicados en la tabla 2.3.6 del capítulo IV de las normas particulares de la compañía distribuidora de energía eléctrica.

Tabla 2.3.6

Potencia Del trafo kVA	Nº y sección de conductores			
	B2		B1	
	Fase	Neutro	Fase	Neutro
1.000	3x4x240 mm ²	2x240 mm ²	---	---
630	3x3x240 mm ²	2x240 mm ²	3x4x240 mm ²	2x240 mm ²
400	3x2x240 mm ²	1x240 mm ²	3x3x240 mm ²	2x240 mm ²
250	3x1x240 mm ²	1x240 mm ²	3x2x240 mm ²	1x240 mm ²
160	3x1x150 mm ²	1x150 mm ²	3x1x240 mm ²	1x240 mm ²
≤ 100	3x1x150 mm ²	1x150 mm ²	3x1x150 mm ²	1x150 mm ²



Se utilizarán conductores de Aluminio, con aislamiento RV 0,6/1KV, que se dispondrán por circuitos, uniendo en cada mazo las fases (R,S,T) y el conductor neutro, colocándolos sujetos a las paredes o sobre bandeja metálica.

Cada conductor irá provisto en sus extremos de terminal cilíndrico de conexión por presión para Aluminio de 240 mm² de sección.

II.7.2.6.- CUADROS DE BAJA TENSIÓN.

En los CT para ceder a la compañía eléctrica, este será del modelo y tipo normalizado por la Compañía suministradora y de cuatro salidas, más cuadro de ampliación de 4 salidas, cada salida estará protegida por tres seccionadores unipolares de 400 A. con fusibles calibrados, según cargas.

En los CT de abonado, estarán compuestos por los elementos indicados en la documentación gráfica para cada uno de ellos.

II.7.2.7.- MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

En los CT de abonado, para el control del consumo de energía eléctrica, se instalará una celda de medida conteniendo en su interior debidamente conectados y conexiados tres transformadores de intensidad y tres transformadores de tensión.

La celda de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados por la cía. Suministradora.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos auxiliares, y permiten el sellado de la misma para garantizar la no manipulación de las conexiones.



Transformadores de Intensidad.

Serán de aislamiento seco y contruidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

- Relación de transformación 25-50/5
- Potencia 15 VA
- Clase de precisión 0,5
- Intensidad Térmica 80 In
- Sobreint.Admisible Permanente 1,2 In

Aislamiento

- Tensión nominal 24 kV
- A frecuencia industrial (1 min) 50 kV
- A impulso tipo rayo (1,2/50) 125 kV

Transformadores de Tensión.

- Relación de transformación $22.000\div\sqrt{3} / 110\div\sqrt{3}$
- Potencia 50 VA
- Clase de precisión 0,5
- Sobre tensión Admisible Permanente 1,2 Vn

Aislamiento

- Tensión nominal 24 kV
- A frecuencia industrial (1 min) 50 kV
- A impulso tipo rayo (1,2/50) 125 kV

La conexión con la regleta de verificación, se realizará bajo tubo de acero y atendiendo a las normas particulares de la compañía de distribución eléctrica.



II.7.2.8.- RED DE TIERRAS.

Cada Centro de Transformación dispondrá de dos sistemas de tierra independientes con un mínimo de distancia entre ambas.

Uno de ellos será el que conecte todas las partes metálicas del Centro a excepción de puertas y rejillas de ventilación, mediante picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro mínimo.

La unión de la red de picas así formada con la tierra de herrajes del C.T. se realizará mediante cable aislado RV. 0,6/1 KV; de 50 mm² en cobre. Este cable irá conectado a unos bordes de comprobación accesibles, situados en el interior del C.T. La unión entre picas será con conductor de cobre desnudo de 50 mm².

El otro será correspondiente al neutro de los transformadores que llegará hasta la pica de tierra con cable aislado.

Del mismo modo, existirá en el C.T. un punto de puesta a tierra, accesible, a fin de poder efectuar las medidas correspondiente. La resistencia a tierra de esta pica debe ser menor de 20 Ω , disponiéndose en paralelo de cuántas se necesiten para alcanzar dicha cifra.

Normalmente 3 picas de acero cobreado de 2 m de longitud y separadas entre sí 0,5 m.

II.7.2.9.- SUELO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

La terminación de los suelos está prevista mediante un pavimento de goma aislante, de las siguientes características:

- Artículo: Pavimento antideslizante a círculos.
- Color: Negro.
- Espesor: 6 mm.
- Calidad: Resistencia a aceites y grasas.
- Resistencia (placa de 30 cm²): 10¹² Ω .



II.7.2.10.- ALUMBRADO.

El alumbrado se realizará mediante pantallas fluorescentes estancas con IP-55 de 2x36 W, con encendido mediante un interruptores estancos (IP 55) de superficie.

También se instalarán equipos autónomo de señalización y emergencia de 300 Lux/1h, que encenderá en caso de fallo del alumbrado.

Con el fin de evitar la extinción del flujo luminoso, proporcionado por el equipo autónomo de emergencia, en el supuesto de que el personal de mantenimiento tarde más de 1 h en acudir en caso de avería, se dispondrá un interruptor, para conmutar el encendido del equipo, a utilizar una vez se accede al C.T. Este interruptor se intercalará entre la batería y la lámpara de fluorescencia colocándose junto al interruptor de encendido de alumbrado siendo debidamente señalizado.

También se instalará una toma schuko de 16 A, estanca (IP 55), en montaje superficial.

Todas las instalaciones anteriormente descritas serán protegidas, desde el cuadro de baja tensión, mediante los elementos reflejados en el esquema unifilar.

II.7.2.11.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

En cumplimiento del Art.5.1 de la Instrucción ITC-RAT 14, se consideran las siguientes medidas para la protección contra incendios:

- a) El aparato transformador se dispondrán sobre una meseta de hormigón bajo la cual se construye el sistema cortafuegos compuesto por grava.

La cuba para la recogida del aceite del transformador será estanca y resistente, con una capacidad para 1 m³.

- b) Se instalará un extintor manual de eficacia 89B.



Se colocará en montaje superficial, junto a la puerta del C.T a una altura tal que el extremo superior del extintor se encuentra a una altura sobre el suelo menor de 1,70 m.

- c) Los locales constituirán sectores de incendio independientes; con una RF120, en sus paramentos.

II.7.2.12.- MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Cada C.T estará dotado de los siguientes medidas de seguridad:

- Banco aislante 36 KV.
- Insuflador boca a boca.
- Placa de primeros auxilios.
- Placa de peligro de muerte y E.T.
- Cerramientos de protección de mallas metálicas; a las cuales se le acoplarán discos de peligro eléctrico, para la separación del transformador del resto de la instalación.
- Extintor portátil de eficacia 89B.
- Suelo terminado en pavimento antideslizante a círculos.
- Se dotará a las puertas de entrada de un acerado compuesto por una losa de hormigón hidrofugado de 0,20 m de espesor con 1,10 m de ancho y que sobresalga 1,10 m a cada lado de las puertas.
- No se conectarán a tierra ni las ventanas, ni las puertas de C.T.



II.7.4.- RED DE BAJA TENSIÓN.

II.7.4.1.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

Las líneas de Baja Tensión proyectadas, partirán del cuadro de baja tensión existente en el CT-1.

El trazado de las redes de baja tensión, se puede observar en la documentación gráfica adjunta.

II.7.4.2.- CANALIZACIONES.

Las líneas se canalizarán bajo tubo de Polietileno de doble capa de $\varnothing_{int}=160$ mm, enterrados en un mínimo de 0,60 m, de profundidad siendo señalizadas mediante una cinta de advertencia de cables enterrados, situada unos 10 cm por encima de los tubos.

En los tramos y cruces de calzada se protegerán los tubos con una capa de hormigón de 15 cm de espesor, aumentando la profundidad de enterramiento a 0,80m.

Se dejarán tubos, de idénticas características en vacío; la dotación de tubos de reserva será la indicada en la documentación gráfica adjunta.

Se colocarán arquetas en todos los cambios de dirección y cada 40 m en las alineaciones. Las arquetas serán del tipo normalizado por la Cía Suministradora; pudiendo observarse detalles en planos adjuntos.

El lecho de las mismas será absorbente con las paredes de fábrica de ladrillo cerámico enfoscadas interiormente.

Se procurará evitar la construcción de arquetas en tramos con tráfico rodado.

La entrada de los tubos en las arquetas deberán quedar perfectamente sellados con objeto de evitar la entrada de roedores y de agua en su interior. El sellado se realizará con yeso.



II.7.4.3.- CONDUCTORES.

Se proyectan varias líneas para el suministro de energía eléctrica a los distintos locales comerciales situados en el exterior:

LÍNEA	CT-1	kW	Kw/Línea
1	CMP-AL.EXT	23,60	
	LOCAL 1,1	30,20	
	LOCAL 1,2	38,40	
	LOCAL 1,3	38,40	130,60
2	LOCAL 1,4	70,00	
	LOCAL 1,5	62,50	132,50
3	LOCAL 1,7	121,60	121,60
4	LOCAL 1,10	81,60	
	LOCAL 1,11	15,00	
	LOCAL 1,12	15,00	111,60
TOTAL		496,30	

Las líneas proyectadas serán subterráneas de sección uniforme y de funcionamiento en red abierta.

Según la ITC-BT-07, no se instalará mas de un circuito por tubo y serán convenientemente identificados en las arquetas.

La línea de sección 3x150/95 mm², Al XLPE 0,6/1kV, tiene intensidad máxima admisible de 330 A, según tabla 4 de la instrucción ITC-BT-07, y aplicando el factor de corrección de 0,80 para cables enterrados en zanja en el interior de tubos, la intensidad de cálculo no será superior a 264 A.

La línea de sección 3x240/95 mm², Al XLPE 0,6/1kV, tiene intensidad máxima admisible de 430 A, según tabla 4 de la instrucción ITC-BT-07, y aplicando el factor de corrección de 0,80 para cables enterrados en zanja en el interior de tubos, la intensidad de cálculo no será superior a 344 A.



El neutro de las líneas será puesto a tierra al menos cada 200 m, en las arquetas, mediante una pica cobreizada de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud.

El cálculo de la sección de los conductores se realizará teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de tensión no sea superior a un 5 % de la tensión nominal y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento.

II.7.4.4.- EMPALMES Y CONEXIONES.

Los empalmes y conexiones de los conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el terreno.

II.7.5.- ALUMBRADO EXTERIOR.

II.7.5.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS CALZADAS Y SISTEMA DE ILUMINACIÓN ADOPTADO.

El Centro Comercial tiene un Parking de superficie con capacidad para 581 plazas, el cual ocupa una superficie diáfana de 16.945m².

Las plazas de aparcamiento están marcadas en el suelo con pintura especial para tráfico rodado de color blanco.

Los viales perimetrales de circulación tienen una anchura de calzada de 7m y los viales transversales que dan servicio a las plazas de aparcamiento tienen una anchura de calzada de 6m.

Para la iluminación del Parking, se utilizarán luminarias Led de 150W, situadas en columnas con una altura de montaje de 8m.



La clase de alumbrado proyectada es la CE2, con una iluminancia media 20 lux, con una uniformidad media de 0,40.

II.7.5.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.

II.7.5.2.1- CANALIZACIONES.

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección protectoras cumplirán lo prescrito en las ICT-BT-19, ICT-BT-20 e ICT-BT-21, así como en las normas UNE correspondientes.

La instalación general se realizará de forma subterránea, bajo canalización de PVC de doble capa de $\varnothing 90$ mm, dotados de cinta señalizadora, siendo hormigonados, cumpliéndose las prescripciones indicadas en la ITC-BT-21.

II.7.5.2.2- CONDUCTORES.

Los conductores a utilizar bajo tubo serán:

Conductores de Fase.

- De aislamiento RV 0,6/1kV.
- La sección mínima a utilizar será 6mm^2 para los conductores de fase y neutro.

Conductores de Tierra.

- De aislamiento 450/750 V.
- La sección mínima a utilizar será 16mm^2

Las secciones de los conductores están calculadas en función de la potencia prevista en cada punto de utilización y de la máxima caída de tensión permitida la cual está fijada en un 3% para alumbrado según ICT-BT-19.



Las protecciones de los conductores se efectúan mediante interruptores magnetotérmicos situados en el cuadro de origen siendo de sección uniforme en todo su recorrido.

Los conductores utilizados serán de cobre con aislamiento y sección indicados en los esquemas unifilares.

Los circuitos destinados a alimentar receptores de alumbrado con lámparas o tubos de descarga, son dimensionados para transportar 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores, según la instrucción ICT-BT-44.

Las intensidades máxima admisibles en los conductores, serán las reflejadas en las tablas de las Instrucciones ICT-BT-07 e ICT-BT-19.

A los valores así obtenidos se le aplicarán los correspondientes coeficientes reductores según lo especificado en dichas Instrucciones.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados. Se realizarán de forma que en todo momento sean identificables sus circuitos. El conductor neutro estará claramente diferenciado de los demás conductores, para ello se emplearán los siguientes colores, según ICT-BT-19:

- Conductor fase Gris, Negro o Marrón.
- Conductor neutro Azul claro.
- Conductor tierra Amarillo-Verde.

Para las derivaciones a cada uno de los puntos de luz, se utilizará conductor de cobre de 3x2,5 mm², RV 0,6/1KV .

II.7.5.2.3- CONEXIÓN A LUMINARIAS.

Todas las luminarias estarán protegidas por cartuchos fusibles APR de 6 A.

Las conexiones en báculos o columnas se realizarán a una altura mínima de 0,30m. sobre el nivel del suelo en el alojamiento destinado a tal efecto en el interior de los mismos. Estas conexiones se efectuarán con bornas/cajas tipo Sigma Himel Claved o similar, y junto a ellas o en ellas se encontrarán el o los fusibles que protegen el p. de luz. Las mangueras



de subida a luminarias serán de $2 \times 2.5 \text{ mm}^2$. para equipos directos. No admitiéndose para este fin el uso de más de una manguera.

El cálculo de la sección de los conductores de alimentación a luminarias se realizará teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de tensión, en el receptor más alejado del Cuadro de Mando, no sea superior a un 3 % de la tensión nominal (ITC-BT-09) y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento.

En el interior de todas las arquetas se dejará un sobrante en todos los cables que permita sacarlos a 10cm. sobre el nivel de acabado, incluso en cables de paso.

II.7.5.2.4- COLUMNAS Y CONDUCTORES.

Las columnas, no permiten la entrada de agua de lluvia, ni la acumulación en el interior de las mismas de agua condensada, así mismo tienen una trampilla para la manipulación de los elementos de maniobra, accesible mediante el empleo de útiles especiales.

La superficie será continua y exenta de imperfecciones, manchas, bultos y ampollas, galvanizadas en caliente con peso mínimo 520 g/cm^2 de cinc.

La sujeción a la cimentación se hará mediante placa de base a la que se unirán los pernos anclados en la cimentación, mediante arandela, tuerca y contratuerca.

El extremo superior de los pernos así como las arandelas y tuercas de fijación de los báculos, quedarán preferiblemente cubiertas bajo ras de acabado.



II.7.5.2.5- CARACTERÍSTICAS DE LUMINARIAS Y LAMPARAS.

Se ha elegido la luminaria modelo DURAL LED, de la firma Secom, la cual tiene las siguientes características:

- Cuerpo de la luminaria en aluminio inyectado con inclinación de 10°.
- Óptica simétrica de policarbonato incorporada en cada uno de los 28 LEDs que incorpora. Óptica secundaria de PMMA (Polimetilmetacrilato), y protector de policarbonato resistente a los U.V.,
- Lámparas LED de Osram, con una vida útil superior a las 60.000h, Potencia 150W, 13.000 lum y Tª color 5700°K.

II.7.5.2.6- CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN.

El CGMP para el alumbrado exterior, se instalará junto al CT-1, desde el mismo partirán los circuitos trifásicos indicados en la memoria de cálculos y planos adjuntos.

El compartimiento de los equipos de medida quedará cubierto con una placa de transparente de protección, independiente de la puerta exterior.

II.7.5.2.7- PREVISIÓN DE CARGAS.

La previsión de cargas de los circuitos, se encuentra detallada en la memoria de cálculos del presente proyecto, siendo la potencia total derivada del cuadro de mando y protección de alumbrado exterior:

Circuito	NºLuminarias 150W/ud	Potencia Total
Red 1	27	4.050
Red 2	45	6.750
Red 3	35	5.250
Red 4	17	2.550
Totem		5.000
		23.600



II.7.5.2.8- PUESTA A TIERRA.

La instalación de la red equipotencial de puesta a tierra se realizará siguiendo las especificaciones del Art.10 de la ITC-BT-09.

Existirá una red equipotencial de puesta a tierra con conductor de cobre aislado 450/750V, con recubrimiento amarillo-verde, de sección 16 mm², discurriendo por el interior de las canalizaciones y que unirá todas las columnas soporte.

Cada una de las luminarias dispondrá de conductor de protección con la misma sección que los conductores de fase.

La unión de cada columna con la red de tierra se realizará con conductor de cobre, unipolar, amarillo-verde, de tensión 450/750V y con sección mínima de 16mm².

Las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante soldadura aluminotérmica, que garantice la conexión y la protección contra la corrosión.

II.7.5.2.9- REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO.

A continuación se desarrolla el R.D. 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Público.

Los valores utilizados para la justificación del mismo, son los obtenidos en los cálculos luminotécnicos que se adjuntan en el anexo de cálculos del presente proyecto.



Justificación del cumplimiento de los valores Mínimos de Eficiencia Energética.

La eficiencia energética de una instalación se define por la fórmula:

$$\epsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

siendo:

ϵ = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ($\text{m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$)

P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W);

S = superficie iluminada (m^2);

E_m = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux);

Los requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental, vienen definidos por la tabla 2 de la ITC-EA-01:

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Zona	E_m	$\epsilon_{\min}$	m^2	W	ϵ
Calle entre aparcamientos	21,91	9	96	150	14,02
C/Junto parada de Taxis	25,99	9	160	300	13,86
C/Paralela Galería Comercial	20,11	9	210	300	14,08



En todas las zonas de cálculo se obtiene una eficiencia energética superior a la exigida por la ITC-EA-01.

Clasificación energética de las instalaciones de alumbrado.

El índice de eficiencia energética I_E , se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ϵ) y el valor de eficiencia energética de referencia ϵ_R , tal y como se expresa en la siguiente fórmula:

$$I_E = \frac{\epsilon}{\epsilon_R}$$

Siendo el valor de ϵ_R el definido, en función del tipo de alumbrado, en la tabla 3 de la ITC-EA-01.

Tabla 3 – Valores de eficiencia energética de referencia

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	32	–	–
25	29	–	–
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
–	–	≤ 5	5
Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal			



Por otro lado se define como Índice de Consumo Energético (ICE) el inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_e}$$

En nuestra instalación los valores calculados serán los siguientes:

Zona	ϵ	ϵ_R	I_e	ICE	Tipo*
Calle entre aparcamientos	14,02	13	1,08	0,93	B
C/Junto parada de Taxis	13,86	13	1,07	0,94	B
C/Paralela Galería Comercial	14,08	13	1,08	0,92	B

Tipo * : Clasificación energéticas según la tabla 4 de la ITC-EA-01.

Tabla 4 – Calificación energética de una instalación de alumbrado.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I_e > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_e > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_e > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_e > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_e > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_e > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_e \leq 0,20$



Resplandor luminoso nocturno.

Para la clasificación de la zona en función de su protección contra la contaminación luminosa, se utilizará el criterio de clasificación indicado en la Tabla 1 de la instrucción ITC-EA-03:

Tabla 1 – Clasificación de zonas de protección contra la contaminación luminosa

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E1	ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS: Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar.
E2	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA: Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.
E3	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA: Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA: Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

La zona donde nos encontramos está clasificada como ZONA E4, al encontrarse en Centro Urbano y con elevada actividad durante la franja horaria nocturna, siendo el Valor límite del flujo hemisférico superior $FHS_{inst} < 15\%$.



ITC-EA-06: MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES.

La tecnología de lámparas LED, no viene recogida en la ITC-EA-06, se adopta como factor de mantenimiento de la instalación el valor $f_m=0,67$ por tratarse del valor bastante restrictivo.

II. 7. 6. – EQUIPOS DE MEDIDA.

II.7.6.1.- EQUIPOS DE MEDIDA EN FACHADA DE LOCALES.

Potencia < 50kW

Está alojado en la caja de protección y medida descrita en el apartado anterior.

El sistema de medida será trifásico, de tipo directo al ser la potencia instalada menor de 55,42Kw (Según el pto. 4.2.2 del cap. VII de las Normas Particulares de la Compañía suministradora).

Potencia > 50kW

Está situado en el exterior y constituido por un módulo capaz de alojar contador activo triple tarifa y reactiva.

El sistema trifásico de medida será de lectura indirecta estará compuesto por un contador de energía activa de triple tarifa de la clase 2 y reactiva; así como de transformadores de intensidad adecuados a la potencia a contratar.

Características Generales.

La ubicación será en la fachada, según la documentación gráfica adjunta, el grado de protección mínimo será IP43 e IK09.

Todo ello se ejecutará, conforme a la ICT-BT-16.

Todo ello se ejecutará, conforme a la ICT-BT-16.



II.7.6.2.- EQUIPOS DE MEDIDA EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Los equipos de medida, en aquellos CT, de abonado, se instalarán en un módulo de superficie, el cual recibe la lectura desde la Celda de Medida donde se instalan los transformadores de tensión e intensidad.

II.7.6.3.- CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES.

Se instalarán dos centralizaciones de contadores, una para el CT-6 y otra para el CT-8. Para ello se habilitarán en los locales técnicos disponibles en la Galería Comercial, tal y como se puede observar en la documentación gráfica adjunta.

Los contadores serán distribuidos en varias centralizaciones, instalando, a la entrada de la L.G.A., un Interruptor General de Maniobra para cada una de ellas.

Líneas Generales de Alimentación.

Parten desde los cuadros normalizados de BT, instalados en los Centros de Transformación.

Se utilizarán conductores de Cobre con aislamiento del tipo RZ1-K(AS) 0,6/1KV, El trazado será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo sobre bandeja metálica cerrada, por zonas de uso común.

La máxima caída de tensión será del 0.5% (ITC BT 014). La sección del conductor neutro no será inferior a la especificada en la Tabla 1 de la ITC BT 014.



Centralización de contadores para el CT-6.

La configuración de las distintas baterías de contadores a instalar será:

LGA 6.1	kW
LOCAL 2,1	15,00
LOCAL 2,2	15,00
LOCAL 2,3	15,00
LOCAL 2,4	15,00
LOCAL 2,5	15,00
LOCAL 2,6	15,00
LOCAL 2,7	15,00
LOCAL 2,8	15,00
LOCAL 2,9	15,00
	135,00

LGA 6,2	kW
LOCAL 2,12	15,00
LOCAL 2,13	19,20
LOCAL 2,14	19,30
LOCAL 2,16	15,00
LOCAL 2,17	15,00
LOCAL 2,18	15,00
LOCAL 2,11	15,00
LOCAL 2,35	28,40
	141,90

LGA 6,3	kW
LOCAL 2,36	15,00
LOCAL 2,37	15,00
LOCAL 2,38	15,00
LOCAL 2,39	15,00
LOCAL 2,40	18,40
LOCAL 2,41	18,40
LOCAL 2,42	18,40
LOCAL 2,43	18,40
	133,60



LGA 6,4	kW
LOCAL 2,44	15,00
LOCAL 2,45	15,00
LOCAL 2,46	15,00
LOCAL 2,47	15,00
LOCAL 2,48	15,20
LOCAL 2,49	20,40
LOCAL 2,50	15,00
LOCAL 2,60	28,20
	138,80

LGA6,5	kW
LOCAL 2,34	48,90

Centralización de contadores para el CT-8.

La configuración de las distintas baterías de contadores a instalar será:

Trafo Nº1

LGA 8,1,1	kW
LOCAL 2,21	15,00
LOCAL 2,22	15,00
LOCAL 2,23	15,00
LOCAL 2,25	15,00
LOCAL 2,26	15,00
LOCAL 2,27	15,00
LOCAL 2,29	15,00
LOCAL 2,30	15,00
LOCAL 2,31	15,00
	135,00



LGA 8,1,2	kW
LOCAL 2,51	15,00
LOCAL 2,52	15,00
LOCAL 2,53	18,00
LOCAL 2,54	24,20
LOCAL 2,55	25,00
LOCAL 2,56	17,80
LOCAL 2,57	15,00
LOCAL 2,58	20,20
	150,20

		kW
LGA 8,1,3	LOCAL 2,28	97,30
LGA 8,1,4	LOCAL 2,32	121,90
LGA 8,1,5	LOCAL 2,33	65,60

		kW
LGA 8,2,1	LOCAL 2,19	164,90
LGA 8,2,2	LOCAL 2,20	124,10
LGA 8,2,3	LOCAL 2,24	162,80
LGA 8,2,4	LOCAL 2,59	54,20

Características generales de las centralizaciones de contadores.

Se opta por el sistema de contadores totalmente concentrados, ubicados, al superarse el número de 16 contadores en cada centralización.

Los locales son dedicados exclusivamente a este fin, de fácil y libre acceso, no húmedos, ventilados e iluminados, estando su suelo más alto que el acceso desde el exterior, siendo la altura libre superior a 2,30 m., y con una anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50 m., con paredes de clase M0 y suelos de clase M1, separado de locales con riesgo o que produzcan vapores corrosivos y no estarán expuesto a vibraciones o humedades.

Las columnas de contadores estarán adosadas sobre paramento de las zonas comunes interiores



Dentro de los locales se dispondrán equipos autónomo de alumbrado de emergencia de autonomía no inferior a 1 hora y proporcionando un nivel mínimo de iluminación de 5 lux.

En el interior del local y lo mas próximo a al puerta de entrada, se dispondrá de un extintor móvil, de eficacia mínima 21 B.

Las puertas de acceso se abrirán hacia el exterior; con unas dimensiones mínimas de 0,70x2m, con cerradura normalizada por Cía. distribuidora de Electricidad.

Los contadores irán alojados en cajas de doble aislamiento según recomendaciones UNESA, con grado de protección en la envolvente de 407 y 409 en tapa general.

Las dimensiones mínimas de los locales serán las siguientes:

- Altura mínima 2,30 m.
- Anchura mínima en paredes ocupadas por contadores 1,50 m.
- Desde la pared donde se instalen los contadores hasta el primer obstáculo que tenga enfrente será 1,10 m.
- Entre los laterales de las baterías y paredes colindantes 0,20m.

Dispondrá además de una base de enchufe con toma de tierra de 16A para servicios de mantenimiento.

Los contadores irán alojados en cajas de doble aislamiento según recomendaciones UNESA, con grado de protección en la envolvente de 407 y 409 en tapa general.

Cada batería estará formada por un módulo de barraje, módulo de contadores y módulo de bornas, estando construidas según las normas de la compañía de distribución eléctrica.

II. 7. 7. – DERIVACIONES INDIVIDUALES.

La derivación individual se inicia en el embarrado general de la centralización de contadores, enlazando éste con el cuadro de mando y protección de cada abonado. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Las derivaciones individuales, se ejecutarán con conductores multipolares hasta la sección de 25mm² y con mazos de conductores unipolares para



secciones superiores. Los conductores serán de Cobre, con aislamiento RZ1-k(AS), instalados bajo bandeja metálica cerrada.

La máxima caída de tensión, en la L.G.A., será de forma general del 1 % (ITC BT 015); no obstante ya que tenemos un total de caída de tensión de 4,5% a repartir entre toda la instalación eléctrica, podremos optar por una caída de tensión conjunta entre derivación individual y LGA del 1,5%.

Las secciones a utilizar se justifican en cálculos adjuntos siendo, su valor mínimo, de 10mm² en Cu, para los cables polares, neutro y protección y de 1,5mm² para el hilo de mando (según Normas Particulares de la compañía suministradora Sevillana. Endesa - Res. 5 de Mayo de 2005). Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

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

II. 7. 8. – INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN GALERÍA COMERCIAL.

II. 7. 8.1. - INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD.

Se pretende definir la instalación eléctrica a realizar, con objeto de permitir el normal desarrollo de la actividad, atendiendo en todo momento las indicaciones, que para este tipo de actividad, se recogen en el R.E.B.T.

Solamente se proyecta la instalación eléctrica de la Galería Comercial, que da servicio a los distintos locales, la instalación eléctrica de los locales deberá ser objeto de proyectos específicos, en función de la actividad realizada en cada uno de ellos.

II. 7.8.1.1. – GENERALIDADES.

La instalación será ejecutada por un instalador electricista autorizado bajo dirección técnica competente, los cuales, a su finalización, extenderán el primero, el boletín o boletines correspondientes; el



segundo, el certificado de dirección técnica. Ambos documentos según los modelos oficiales.

El local está clasificado como Local de Pública Concurrencia al ser su ocupación superior a las 300 personas.

II. 7.8.1.2. – POTENCIA.

En el anexo correspondiente de cálculos se justifica que la potencia total instalada asciende a:

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 67.934
- Potencia Instalada Fuerza (W): 305.560
- TOTAL.... 373.494 W**

II.7.8.1.3. – DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

En este apartado se describirá la instalación eléctrica de forma breve y global. La cual quedará definida mediante los planos de planta, esquemas unifilares y pliego de condiciones técnicas.

II.7.8.1.4. – DERIVACIÓN INDIVIDUAL.

Partirá desde el Cuadro de Baja Tensión situado en la descarga del transformador, instalado en el cuarto de instalaciones, indicado en la documentación gráfica adjunta.

Se instalará, un tramo de conductores unipolares de cobre con neutro de una sección de 2(4x150) mm² RZ1-K(AS), instalados en el interior de una bandeja portacables dotada de tapadera de cerramiento.

Los conductores serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, según la ICT-BT-15.



II.7.8.1.5. – CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN.

En los lugares indicados en el plano de planta, se instalarán los cuadros de protección general de toda la instalación de electricidad.

La envolvente será como mínimo de IP-40 y estará dotada de puerta.

En cada cuadro se instalará un interruptor magnetotérmico onnipolar general de corte y protección del calibre indicado en el esquema unifilar. Tanto el cuadro general como los subcuadros parciales irán provistos de embornamientos de entrada y salida mediante fichas adecuadas.

Los conductores para el cableado serán flexibles y de tensión nominal no inferior a 750 voltios.

En el cuadro de mando y protección, se realizará la protección contra sobrecargas mediante interruptores magnetotérmicos onnipolares, protección contra contactos indirectos mediante el empleo de interruptores diferenciales de alta sensibilidad y la protección contra sobretensiones. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito a que pertenecen.

En este cuadro se instalará el punto de toma de tierra constituido por borna, a la que se conectarán los conductores de protección mediante tornillos y terminales.

Todos los componentes de protección, tanto generales como de las derivaciones a puntos de consumo, están indicados en el esquema unifilar del documento básico correspondiente a planos, lo que hace innecesario una descripción exhaustiva del sistema.



II.7.8.1.6. – REDES DE DISTRIBUCIÓN INTERIOR.

0.- Generalidades.

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección y de las canales protectoras cumplirán lo prescrito en las ICT-BT-19, ICT-BT-20 e ICT-BT-21, así como en las normas UNE correspondientes.

Las canalizaciones estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de la llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
- Conductores aislados, de tensión no inferior a 1kV, colocados bajo canal cerrada, de tipo no propagador de la llama, en montaje superficial en especial en las zonas accesibles al público.

1.- Canalizaciones.

En nuestro caso la instalación se realizará con tubo de PVC flexible en montaje empotrado y con tubo PVC rígido en montaje superficial, utilizando en ambos casos del tipo “no propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida; y utilizando canales cerradas para la distribución de los conductores.

Descripción General de las Canalizaciones.

Se procurará una fácil introducción y retirada de conductores en los tubos una vez colocados, disponiendo para ello de registros separados entre sí una distancia no superior a 15 mts.

El número de curvas entre dos registros no será superior a 3. Los conductores se alojarán en el interior de los tubos después de colocar éstos. La canalización será ininterrumpida de caja de derivación y de caja de derivación a caja de mecanismos. Las uniones a cajas de



derivación, cajas de mecanismos, etc. se realizarán directamente. Los cambios de dirección serán realizados con curvas amplias.

Las conexiones de los conductores se realizarán en el interior de cajas por medio de fichas de empalme adecuadas al número de conductores y secciones de los mismos, quedando terminantemente prohibido el retorcimiento de los cables y posterior encintado de los mismos; siendo las cajas de dimensiones tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban de contener.

Las cajas de derivación y registro serán de PVC, de dimensiones adecuadas para poder hacer correctamente las conexiones y derivaciones, su instalación será en montaje superficial y la entrada del tubo a las cajas será directa.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm. Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de las destinadas a conducción de agua, a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones, esto es, luminarias y canalizaciones estancas. Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas no irán dentro de un mismo canal o hueco en la construcción.

Instalación de Canales Cerradas en montaje superficial.

Las canalizaciones eléctricas que se realicen bajo canales cerradas en montaje superficial, su trazado se hará siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local.

Las canaletas se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase, para asegurar la continuidad de la protección. Las curvas a realizar serán mediante accesorios adecuados sin originar reducciones en su sección.

Las canaletas se fijarán a las paredes o techos por medio de tirafondos 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 de los cambios de dirección y de los



empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos. Las canaletas se colocarán adaptándolas a la superficie sobre la que se instalan usando los accesorios necesarios.

2.- Conductores.

El conductor a utilizar bajo tubo serán:

- De aislamiento ES07Z1-K(AS) y tensión 750 V. Todos ellos serán No Propagadores del Incendio y de Emisión de Humos y Opacidad Reducida (Libres de Halógenos).
- De aislamiento RZ1-K(AS) y tensión 0,6/1kV. Todos ellos serán No Propagadores del Incendio y de Emisión de Humos y Opacidad Reducida (Libres de Halógenos).
- De aislamiento RZ1-K(AS+) y tensión 0,6/1kV. Todos ellos serán No Propagadores del Incendio y de Emisión de Humos y Opacidad Reducida (Libres de Halógenos) y con capacidad para soportar temperaturas de 400°C/2h, su utilización quedará reservada para el suministro de los receptores de emergencia.

La sección de los mismos viene detallada en los esquemas unifilares.

Descripción General de los Conductores a Emplear.

Las secciones de los conductores están calculadas en función de la potencia prevista en cada punto de utilización y de la máxima caída de tensión permitida la cual está fijada en un 3% para alumbrado y en un 5% para los demás usos según ICT-BT-19, ateniéndose en cuanto su disposición y características a lo establecido en las Instrucciones ICT-BT-19 e ICT-BT-20.

Las protecciones de los conductores se efectúan mediante interruptores magnetotérmicos situados en los cuadros de origen siendo de sección uniforme en todo su recorrido e igual o superior a $2 \times 2,5 \text{ mm}^2 + TT$, para tomas de corriente de usos varios y de $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ para alumbrado.

Los conductores utilizados serán de cobre con aislamiento y sección indicados en los esquemas unifilares.



Los circuitos destinados a alimentar receptores de alumbrado con lámparas o tubos de descarga, son dimensionados para transportar 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores, según la instrucción ICT-BT-44.

Los circuitos que alimentan motores son dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todas las demás, según ICT-BT-47.

Las intensidades máxima admisibles en los conductores, serán las reflejadas en las tablas de las Instrucciones ICT-BT-07 e ICT-BT-19.

A los valores así obtenidos se le aplicarán los correspondientes coeficientes reductores según lo especificado en dichas Instrucciones.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados. Se realizarán de forma que en todo momento sean identificables sus circuitos. El conductor neutro estará claramente diferenciado de los demás conductores, para ello se emplearán los siguientes colores, según ICT-BT-19:

- Conductor fase Gris, Negro o Marrón.
- Conductor neutro Azul claro.
- Conductor tierra Amarillo-Verde.

3.- Mecanismos.

Los interruptores, conmutadores y tomas de corriente de usos varios son para una intensidad mínima de 16 A-250 V.

Todas las tomas de corriente llevan bona de tierra y responderán al tipo universal, siendo la fijación de todo el conjunto a la caja mediante tornillos.

En todas las zonas, existirán mecanismos interruptores para el apagado y encendido manual, que deberán ser *por detección de presencia* o *temporizados* en las zonas de uso esporádico, como aseos y vestíbulos.



II.7.8.1.7 – ILUMINACIÓN.

El local estará dotado tanto de iluminación natural como artificial general, y de alumbrado de emergencia.

a) ILUMINACIÓN NATURAL.

Dispondrá de iluminación natural a través de los translucidos de la cubierta.

b) ILUMINACIÓN DE ARTIFICIAL.

La iluminación artificial estará constituida por los siguientes elementos:

Iluminación General:

Luminaria LED de 150W, con flujo luminoso de 14.336lm y Tª de color 5000°K

Cuartos técnicos:

Luminaria de poliéster estanca de 2x58 W con protección IP 65 clase I, reflector de chapa de acero termoestampada en color blanco-

Aseos:

Luminaria de poliéster estanca de 2x58 W con protección IP 65 clase I, reflector de chapa de acero termoestampada en color blanco-

Downlight para empotrar con lámpara LED de 15W.



Resultados:

Tal y como se justifica en los cálculos adjuntos, se cumple con los valores máximos indicados en el CTE, siendo los resultados obtenidos:

	Valor límite	Obtenido
VEEI	5	1,96
Pot.Maxima	15 W/m ²	12 W/m ²

El valor medio de iluminación calculada, a nivel de suelo, es de 409lux.

c) ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.

El alumbrado de emergencia, se ejecutará según los puntos 7 de la Sección SI-3, y 2 de la Sección SI-4 del R.D. 314/2.006 (C.T.E.-06) y las prescripciones de la instrucción ICT-BT-028.

Cumplirá las funciones del alumbrado de Evacuación y de alumbrado Antipánico, para ello cumplirá los siguientes requisitos:

- Garantizará el funcionamiento, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora.

Alumbrado de emergencia:

- Permitirá reconocer y utilizar las rutas de evacuación.
- Proporcionará 1 lux en el suelo, en el eje de los pasos principales.
- Identificará los equipos de protección contra incendios y los cuadros eléctricos.



Alumbrado Antipánico:

- Permitirá la identificación y acceso a las rutas de emergencia.
- Proporcionará un nivel mínimo de 0,50 lux en todo el espacio y hasta 1m de altura.

Los aparatos de emergencia indicarán la situación de los elementos para combatir los incendios.

Son señalizados:

- a) Todas las posibles vías de evacuación y sus cambios de dirección.
- b) Las salidas de emergencia, escaleras y cambios de nivel.
- c) Los Cuadros Eléctricos.
- d) Las Instalaciones de Protección Contra Incendios.
- e) Los Aseos con acceso de público.

Las vías de evacuación dispondrán de un nivel mínimo de iluminación de 1lux.

Los cuadros eléctricos y equipos de protección contra incendios, dispondrán de un nivel mínimo de iluminación de 5lux.

Para garantizar la señalización de evacuación al exterior, aún en el caso de que falte el suministro eléctrico, se proyectan equipos autónomos que se conectan a la falta de tensión en red o cuando esta baje hasta el 70 % de su valor nominal.

Se han dispuesto aparatos estratégicamente distribuidos; y repartidos en varios circuitos, los cuales alimentarán los equipos autónomos de señalización y emergencia.

Estarán constituidos, como mínimo, por una lámpara de alumbrado de señalización y otra de emergencia, ambos de xenón y rendimiento lumínico según planos.

Los equipos tienen reserva de energía para una hora y los equipos estarán contruidos según las normas UNE 20-392 y UNE-EN 60.598 –2-22.

Tal y como se ha explicado anteriormente, tanto el alumbrado de evacuación, como el alumbrado antipánico ha sido suficientemente cubierto empleando luminarias autónomas de señalización y



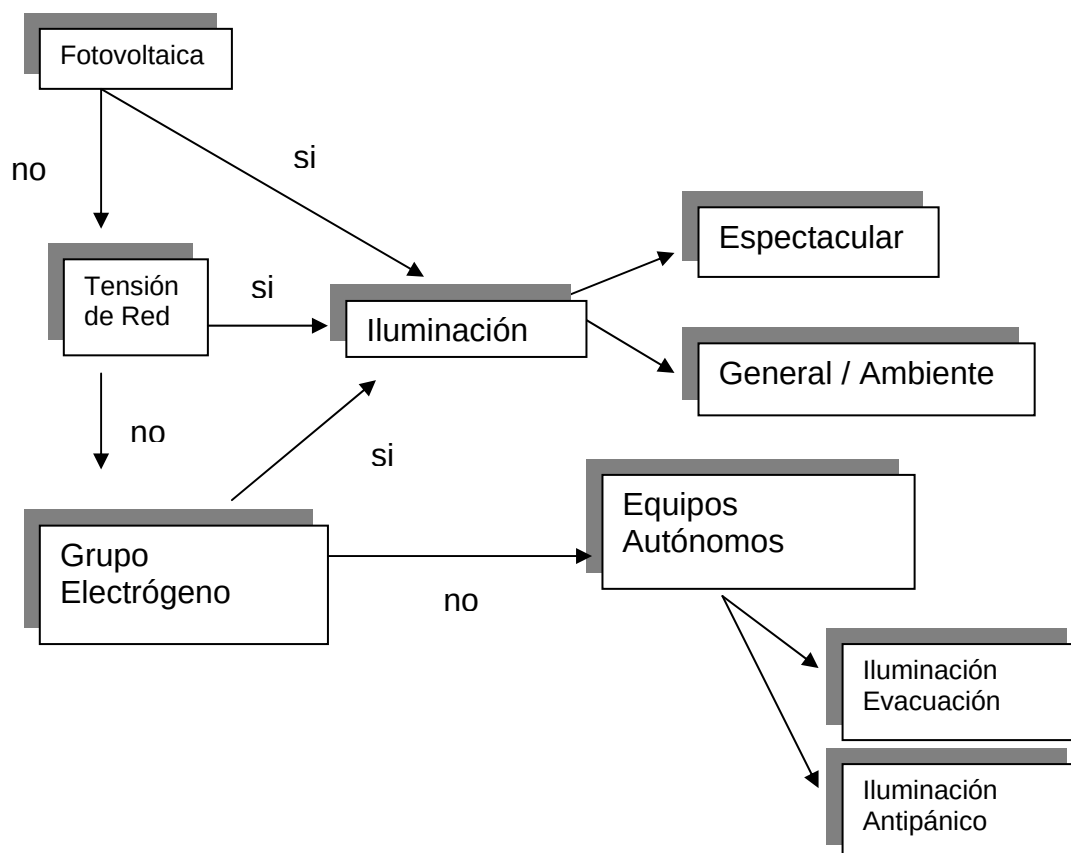
emergencia, las cuales entran en funcionamiento en ausencia de tensión en la red eléctrica.

Resultados:

Con la distribución de luminarias propuesta, se obtiene un nivel medio de iluminación, a nivel de suelo, superior a 1lux , tal y como se puede comprobar en el resumen de cálculos adjunto.

Los cuadros eléctricos y equipos de extinción de incendios, se refuerzan con una luminaria situada junto a los mismos, con objeto de garantizar un nivel superior a 5lux.

Esquema General del Funcionamiento del Alumbrado:





Verificación de la Eficiencia Energética de la Instalación de Iluminación (Sección HE.3 del C.T.E.).

La instalación de iluminación del local cumple las exigencias del la HE.3 en sus tres puntos que son:

a) El valor de la eficiencia energética de la instalación VEEI en cada zona no supera los valores límite consignados en la tabla 2.1 del apdo. 2.1 (C.T.E.-04 Sección HE.-3), como queda demostrado en el apartado correspondiente de los Documento Anexos.

b) Existen sistemas de control que optimiza el aprovechamiento de la luz natural realizados según define el apartado 2.2 de la Sección HE.-3, disponiendo:

- En todas las zonas, de mecanismos interruptores para el apagado y encendido manual, no aceptándose el encendido y apagado en el cuadro eléctrico como sistema único.

- En las zonas de uso esporádico, como son los aseos del local, se dispondrán de un control de encendido y apagado por detección de presencia o sistema de temporización.

- Las luminarias situadas a menos de 3m de las cristaleras, ventanas, o situadas bajo lucernario, están dotadas de sistema de regulación que permite aprovechar el aporte de la luz natural. (equipos eléctricos electrónicos en luminarias que permiten la regulación del flujo luminoso).

c) El Plan de Mantenimiento y Conservación de la instalación de iluminación necesario según el punto 5 de la Sección HE-3 se incluye en el apartado II.7.8.1.11. – Mantenimiento, de esta memoria.

Todo esto queda definido en los Planos de Electricidad y Esquema Unifilar, y justificado en el apartado Anexos.

En el presente apartado se estudia la eficiencia energética de la instalación de iluminación según el CTE.



El valor de la eficiencia energética de la instalación será:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

P = Potencia total instalada.

S = Superficie iluminada.

E_m = Iluminancia media horizontal en lux.

El índice del local (K), se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$$

Siendo:

L = Longitud del local.

A = Anchura del local.

H = Altura del plano de trabajo a las luminarias.

Cumplíndose la instrucción HE.3 del CTE ya que los valores calculados anteriormente cumplen con la condición:

$VEEI < 6$ Centros Comerciales (excluidas tiendas) (Tabla 2.1)

El número de puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media es superior a los 500 puntos.

En el anexo de cálculos del presente proyecto se recoge el resumen del cálculo luminotécnico realizado para la zona de público.

Como se puede observar los valores calculados son bastante inferiores a los valores $VEEI_{LÍMITE}$ establecidos en la tabla 2.1 para zonas de representación.



II.7.8.1.8.-RELACIÓN DE MÁQUINAS Y SUS POTENCIAS RESPECTIVAS.

En este apartado se indica la relación de maquinaria a instalar en el local:

Ud	Maquina	Pot. Ud (W)	Pot. Total (W)
4	Climatizador	70.000	280.000
1	Grupo Incendios	7.360	7.360
	TOTAL		287.360

Según el Art.7º del R.I.T.E, es necesario redactar un proyecto específico para la instalación de climatización, al ser la potencia frigorífica instalada superior a 60.200 frigorías (70 kw).

II.7.8.1.9. – TOMA TIERRA.

En el plano de planta y los esquemas unifilares se exponen las disposiciones a adoptar en relación con los circuitos de toma tierra.

El valor de la resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 50 V.

En la parte inferior de los cuadros eléctricos se dispondrá de un borne principal de puesta a tierra, al cual se unirán todos los conductores de tierra con origen en el citado cuadro.

La sección de los conductores de puesta a tierra será la indicada en la Tabla 2 de la ICT-BT-18 y por cálculo según la norma UNE 10.460-5-54, apartado 543.1.1, para secciones superiores a 25mm².

Las condiciones de ejecución se determinará en el pliego de condiciones.



II.7.8.1.10. – PROTECCIONES.

Las redes de distribución se protegerán contra las sobreintensidades mediante interruptores automáticos magnetotérmicos con sistema selectivo.

Los motores se protegerán contra las sobrecargas y los cortocircuitos mediante los sistemas indicados en el pliego de condiciones.

En los documentos planos y pliego de condiciones se desarrollan las protecciones que se proyectan.

Los contactos indirectos se evitarán mediante interruptores diferenciales de alta sensibilidad (30mA), asociados a puesta a tierra de las masas.

II.7.8.1.11. – GRUPO ELECTRÓGENO.

Con la instalación del grupo electrógeno se pretende garantizar el suministro eléctrico de socorro, según el Art.2.3 de la ITC-BT-028.

El grupo electrógeno dará servicio a los siguientes receptores en caso de fallo del suministro por parte de la Cía Eléctrica:

- Instalaciones de protección Contra incendios.
- Alumbrado de Evacuación.

Con el fin de garantizar el suministro eléctrico estos elementos instalará un grupo electrógeno 170 kVA, en servicio continuo.

Características del Grupo

Las características del grupo, son las siguientes:

- Potencia Servicio Continuo 170 kva
- Potencia en Servicio de Emergencia 216 kva
- Motor
 - Tipo Diesel
 - Cilindros 4 L
 - Capacidad máxima depósito 39 L
- Dimensiones 3,58x1,35x1,91 mm



• Peso Neto	2.238 kg
• Nivel Sonoro	75,60 dBA a 1m.

Características de funcionamiento.

El grupo electrógeno se instalará en uno de los locales técnicos, tal y como se muestra en la documentación gráfica, irá dispuesto sobre una bancada de perfil laminado de acero, sobre la que va montado el conjunto motor-alternador por apoyos elásticos, que amortiguan la transmisión de vibraciones.

El acoplamiento y transmisión de potencia entre el motor y alternador se efectúa por medio de acoplamiento semielástico.

El grupo electrógeno estará compuesto por los siguientes elementos:

- Motor diesel.
- Alternador.
- Equipo de refrigeración.
- Cuadro de control del motor diesel.
- Cuadro de mando del grupo.
- Depósito de combustible.

El funcionamiento del grupo es el siguiente:

El funcionamiento AUTOMÁTICO es el habitual del grupo electrógeno. Con el selector del modo de funcionamiento en esta posición, el grupo electrógeno está parado cuando hay tensión de red. Se entiende que hay tensión de red cuando la tensión del suministro del servicio público está por encima de unos mínimos prefijados. En caso de fallo total de la red o por el solo hecho de que la tensión de una fase caiga por debajo del límite fijado, el equipo automático detecta el fallo y da la orden de arranque del grupo electrógeno.

Cuando el motor diesel ha arrancado, se desconecta automáticamente el motor de arranque. En unos pocos segundos el alternador del grupo electrógeno generará la tensión nominal. En este momento el sistema automático detecta que el grupo electrógeno está disponible, por lo que efectúa la conmutación pasando el grupo electrógeno a alimentar el consumo.



Cuando el suministro público se normaliza, se pone en marcha una temporización cuya duración estará previamente establecida. Si la tensión de red se mantiene correcta durante este tiempo, se considera que la anomalía ha quedado resuelta y se ordena la conmutación de los contactores. Se desconecta el contactor de grupo y se conecta el contactor de red. El consumo pasa a alimentarse por el servicio público y el grupo electrógeno inicia el ciclo de paro.

En la posición de PARO, el grupo electrógeno permanece siempre parado, tanto si hay tensión de red como si no la hay.

Cuando se pone en marcha el selector del modo de funcionamiento en la posición MARCHA MANUAL, el grupo electrógeno se pone en marcha tanto si hay tensión de red como si no la hay.

Una vez estabilizada la tensión y la frecuencia, el grupo está disponible para suministrar energía eléctrica.

El funcionamiento MANUAL del grupo electrógeno anula la puesta en marcha y parada automática del grupo por fallo de red, pero deja en funcionamiento el sistema automático de protección y alarmas.

Cuadro de Conmutación.

En este cuadro se efectuará la conmutación automática por ausencia de tensión, para la entrada en funcionamiento del grupo.

Los contactores a emplear vendrán dimensionados por el fabricante en función de la potencia del grupo electrógeno.

Irá provisto de terminales adecuados a la sección de los conductores para la entrada y salida de los conductores.

Los conductores para el cableado de la maniobra serán flexibles y de tensión nominal no inferior a 1kV.

La envolvente será metálica, con puerta plena; fabricada con chapa electrozincada con revestimiento en pintura termoendurecida a base de resina de epoxy.



Tanto la envolvente, como la puerta de la misma deben de ser puestas a tierra.

Puesta a Tierra.

Se instalará una puesta a tierra para el conductor neutro del sistema trifásico. Esta se ejecutará con conductor aislado de 35 mm², RZ1-K(AS) 0,6/1 kV , instalado bajo tubo y tres picas de 2 m de longitud y Ø 14 mm , separadas entre sí 0,50 m.

Las soldaduras a utilizar serán aluminotermicas, prohibiéndose aquellas de bajo punto de fusión; y los contactos se dispondrán de tal forma que no se destruyan por efectos electroquímicos con el paso del tiempo.

El circuito de tierra formará una línea eléctricamente continua, no estando permitida la conexión en serie de ningún elemento, siendo la conexión de las masas por derivación de la línea principal de tierra.

Se pondrá a tierra todas las tomas de corriente, las envolventes metálicas de los cuadros de Mando y Protección; el chasis de la maquinaria y todos aquellos elementos metálicos de la instalación, susceptibles de quedar bajo tensión.

Está prohibida la conexión en serie de los receptores; debiendo de realizarse mediante derivación de los conductores de tierra.

El valor máximo de la resistencia a tierra no superará los 20 Ohms.

Ventilación.

La aportación del aire para la refrigeración del grupo está garantizada al encontrarse en instalado en un local con suficientes rejillas de ventilación.



Gases de Escape.

El tubo de escape tendrá un $\varnothing$ 100 mm, capaz de evacuar los gases generados por el funcionamiento del grupo a una temperatura de 470°C.

II.7.8.1.12. – MANTENIMIENTO.

Los sistemas eléctricos constituyen un sistema de mecanismos enlazados que han de ser sometidos periódicamente a una revisión.

Con independencia de esta revisión, la instalación se someterá a los siguientes reconocimientos:

- **Mensualmente**

- o Comprobar la continuidad de la toma de tierra en los receptores clase I.
- o Verificar que no existe aflojamiento del contacto entre conductores, en las bornas y en los aparatos de protección.
- o Comprobar las temperaturas de la instalación.
- o Revisar la continuidad de estanqueidad en las canalizaciones.
- o Sustitución de las lámparas en las luminarias que lo necesiten.
- o Verificación del funcionamiento de las luminarias de emergencia.

- **Cada tres meses**

- o Comprobar el correcto accionamiento de los interruptores diferenciales conectando mediante una resistencia apropiada cada fase con la envolvente exterior de las máquinas. Dicha operación se efectuará en todas y cada una de las máquinas, especialmente en las zonas mojadas.



- **Anualmente**

- o Se realizará la inspección reglamentaria anteriormente mencionada y se efectuará la medición del valor de la toma tierra.
- o Se recalibrarán los térmicos de los motores.
- o Mantenimiento de las luminarias consistente en: Limpieza de las mismas, comprobación del estado del equipo de encendido y del condensador para la compensación del factor de potencia.

II. 7. 9. – INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Tal y como se ha indicado en el apartado “ II.6.8.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA” , es necesario realizar la instalación de una planta de producción fotovoltaica en el Centro Comercial objeto del proyecto.

Se proyecta una instalación generadora fotovoltaica de 124,80kWp, a instalar sobre la cubierta de la galería comercial, cuyo funcionamiento será en régimen de autoconsumo sin vertido a la red.

II. 7. 9.1. – DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

La instalación está formada por los siguientes componentes:

- Módulos fotovoltaicos.
- Estructura de soporte.
- Elementos de interconexión entre paneles mediante cajas para formar líneas serie y paralelo.
- Inversor.
- Cableado y puesta a tierra
- Protecciones



II. 7. 9.2. – GENERALIDADES.

Como principio general se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) en lo que afecta tanto a equipos (módulo e inversor), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, c.c., sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de aplicación en la legislación vigente.



II. 7. 9.3. – MODULOS FOTOVOLTAICOS.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo y deberán satisfacer las especificaciones de la UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, potencia pico, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Los módulos llevarán los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65. En instalaciones dentro del ámbito de aplicación del CTE los módulos serán de clase II.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Los paneles estarán diseñados para formar una estructura modular, siendo posible combinarlos entre sí en serie, en paralelo o de forma mixta, a fin de obtener la tensión e intensidad deseadas. El fabricante proporcionará los accesorios e instrucciones necesarios para lograr una interconexión fácil y segura. En cualquier caso, las conexiones se efectuarán utilizando terminales en los cables.

La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.



Configuración.

El módulo seleccionado es el modelo YL260C-30b del fabricante YINGLI SOLAR, sus principales características son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Parámetros eléctricos para STC

Tipo de Módulo			YLxxxC-30b (xxx=P _{max})				
Potencia de salida	P _{max}	W	280	275	270	265	260
Tolerancia	ΔP _{max}	W	0 / + 5				
Eficiencia del módulo	η _m	%	17,2	16,9	16,6	16,3	16,0
Tensión en P _{max}	V _{mpp}	V	31,3	30,9	30,5	30,1	29,7
Intensidad en P _{max}	I _{mpp}	A	8,96	8,91	8,85	8,79	8,74
Tensión en circuito abierto	V _{oc}	V	39,1	38,8	38,6	38,3	38,1
Intensidad en cortocircuito	I _{sc}	A	9,50	9,47	9,43	9,37	9,35

STC: 1000 W/m² Irradiancia, 25°C Temperatura módulo, AM1,5 distribución espectral según EN 60904-3
Reducción media de la eficiencia relativa de 1,9 % a 200 W/m² según EN 60904-1

Parámetros eléctricos en Temperatura de Operación Nominal de la Célula(TONC)

Potencia de salida	P _{max}	W	204,2	200,6	196,9	193,3	189,7
Tensión en P _{max}	V _{mpp}	V	28,5	28,1	27,8	27,5	27,1
Intensidad en P _{max}	I _{mpp}	A	7,17	7,13	7,08	7,03	6,99
Tensión en circuito abierto	V _{oc}	V	36,2	35,9	35,7	35,4	35,3
Intensidad en cortocircuito	I _{sc}	A	7,66	7,64	7,61	7,56	7,54

TONC: Temperatura de operación del módulo en circuito abierto a 800W/m² de Irradiancia, 20°C de temperatura ambiente y 1m/s de velocidad del viento.

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

Temperatura de Operación Nominal de la Célula	NOCT	°C	46 +/- 2
Coeficiente de temperatura para P _{max}	γ	%/°C	-0,42
Coeficiente de temperatura para V _{oc}	β _{Voc}	%/°C	-0,30
Coeficiente de temperatura para I _{sc}	α _{Isc}	%/°C	0,04
Coeficiente de temperatura para v _{mpp}	β _{Vmpp}	%/°C	-0,40



CONDICIONES DE OPERACIÓN

Máxima tensión del sistema	1000V _{DC}
Valor máximo del fusible en serie	15A
Limitación de corriente inversa	15A
Rango de temperaturas de funcionamiento	-40°C to 85°C
Máxima carga estática frontal (nieve)	5400Pa
Máxima carga estática posterior (viento)	2400Pa
Max. impacto por granizo (diámetro / velocidad)	25mm / 23m/s

MATERIALES

Cubierta frontal (material / espesor)	Vidrio templado de bajo contenido en hierro / 3.2mm
Laminado posterior (color)	blanco
Célula solar (cantidad / tipo / dimensiones / número de busbar)	60 / silicio monocristalino / 156mm x 156mm / 2 o 3
Marco (material / color / color del anodizado / sellado bordes)	Aluminio anodizado / plata / claro / silicona o pegamento
Caja de conexiones (grado de protección)	≥ IP65
Cable (longitud / sección)	1000mm / 4mm ²
Conector (tipo / grado de protección)	MC4 / IP67 or YT08-1 / IP67 o Amphenol H4 / IP68

Se ha tenido en cuenta las dimensiones de los módulos seleccionados, así como las características de su acoplamiento al inversor, dando lugar a la siguiente configuración.

Campo	Nº Placas	Potencia	Pot.Total
A	120	260Wp	31.200 Wp
B	120	260Wp	31.200 Wp
C	120	260Wp	31.200 Wp
D	120	260Wp	31.200 Wp
	480		124.800 Wp



II. 7.9.4. – ESTRUCTURA SOPORTE.

La cubierta del centro comercial, es plana y transitable. Esta formada por un forjado realizado con placas prefabricadas de hormigón, con terminación exterior con tela asfáltica y suelo de grava.

La separación entre las líneas de colectores se establecerá de forma que al mediodía solar del día más desfavorable, que se corresponde con la altura solar mínima, la sombra de la arista superior de una fila se proyecte como máximo, sobre la arista inferior de la fila siguiente, los cálculos justificativos se realizan en el anexo de cálculos.

La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo a lo indicado en el CTE.

La estructura deberá permitir una altura mínima del panel de 30 cm.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante. La estructura se realizará teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.

En cuanto a los anclajes de la estructura, se utilizarán tornillos roscados. Tanto la estructura como los soportes serán preferiblemente de aluminio anodizado, acero inoxidable o hierro galvanizado. El espesor de la capa de galvanizado será, como mínimo, de 100 μm .



Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, prestando especial atención a las sombras proyectadas. Se incluirán todos los accesorios, bancadas y/o anclajes.

II. 7.9.5. – INVERSOR.

Será del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Se instalará una sola unidad, con capacidad para 4 entradas.

Las características básicas del inversor serán las siguientes:

Características técnicas

Modelo	IngeconSun 50	IngeconSun 60	IngeconSun 70	IngeconSun 80	IngeconSun 90	IngeconSun 100
Valores de Entrada (DC)						
Rango pot. campo FV recomendado ¹⁾	52 - 65 kWp	63 - 78 kWp	73 - 91 kWp	83 - 104 kWp	93 - 117 kWp	104 - 130 kWp
Rango de tensión MPP	405 - 750 V	405 - 750 V	405 - 750 V	405 - 750 V	405 - 750 V	405 - 750 V
Tensión máxima DC ²⁾	900 V	900 V	900 V	900 V	900 V	900 V
Corriente máxima DC	130 A	156 A	182 A	208 A	234 A	260 A
Nº entradas DC	4	4	4	4	4	4
MPPT	1	1	1	1	1	1
Valores de Salida (AC)						
Potencia nominal AC modo HT ³⁾	50 kW	60 kW	70 kW	80 kW	90 kW	100 kW
Potencia máxima AC modo HP ⁴⁾	55 kW	66 kW	77 kW	88 kW	99 kW	110 kW
Corriente máxima AC	93 A	118 A	131 A	156 A	161 A	161 A
Tensión nominal AC	400 V	400 V	400 V	400 V	400 V	400 V
Frecuencia nominal AC	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Coseno Phi ⁵⁾	1	1	1	1	1	1
Regulación Coseno Phi	±0,9 a Phom	±0,9 a Phom	±0,9 a Phom	±0,9 a Phom	±0,9 a Phom	±0,9 a Phom
THD ⁶⁾	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
Rendimiento						
Eficiencia máxima	96,3%	96,40%	97,20%	97,50%	96,90%	96,80%
Euroeficiencia	94,30%	94,70%	96,10%	96,20%	95,80%	95,70%
Datos Generales						
Consumo en standby ⁷⁾	30 W	30 W	30 W	30 W	30 W	30 W
Consumo nocturno	1 W	1 W	1 W	1 W	1 W	1 W
Temperatura de funcionamiento	-20°C a +65°C	-20°C a +65°C	-20°C a +65°C	-20°C a +65°C	-20°C a +65°C	-20°C a +65°C
Humedad relativa	0 - 95%	0 - 95%	0 - 95%	0 - 95%	0 - 95%	0 - 95%
Grado de protección	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20
Referencias normativas	VDE0126-1-1, RD 661/2007, EN 50178, Reglamento VDEW BT, RTC alle rete BT di Enel Distribuzione CEI 11-20, CEI 11-20 V1, CEI 0-16, Marcado CE					



- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutado.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador. MPPT.
- No funcionará en isla o modo aislado. (su desconexión se realizará en ausencia tanto de red, como de grupo electrógeno).

Protecciones:

- Aislamiento galvánico entre la parte DC y la parte AC.
- Polarizaciones inversas.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Fallos de aislamiento.
- Anti-Isla con desconexión automática.
- Seccionador en carga DC.
- Fusibles DC.
- Seccionador – Magnetotérmico AC.
- Descargador de sobretensiones DC.
- Descargador de sobretensiones AC.

Accesorios incluidos:

- Comunicación remota GSM/GPRS mediante módem.
- Software para visualización de parámetros y registro de datos.
- Visualización de datos a través de internet.
- Monitorización de las corrientes de string del campo fotovoltaico.
- Kit de puesta a tierra para los módulos FV que lo requieran.

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



La instalación deberá permitir la desconexión y seccionamiento del inversor, tanto en la parte de corriente continua como en la de corriente alterna, para facilitar las tareas de mantenimiento.

II. 7.9.6. – CABLEADO Y CANALIZACIONES.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente. Los conductores serán de cobre y tendrán la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo al RBT.

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

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

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

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente



identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

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

Conductores aislados bajo tubos protectores.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos 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 conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en



los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos 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.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.



- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán 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.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los



verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Conductores aislados bajo canales protectoras.

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

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

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

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

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.



II. 7.9.7. – PUESTA A TIERRA.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo al RBT.

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a redes de baja tensión se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución. La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones.

II. 7.9.8. – PRUEBAS.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos e inversores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador serán, como mínimo, las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.



II. 8. – ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.

El orden de prioridad entre los documentos que forman el proyecto será:

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

II. 9. - RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

El presente presupuesto de ejecución material de las instalaciones correspondientes a la presente separata ascienden a la cantidad de UN MILLÓN DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y TRES CENTIMOS DE EURO (1.276.958,43 €).

II. 10. - CONCLUSIONES.

Con lo anteriormente expuesto, lo descrito y lo reseñado en los planos se considera haber dado los suficientes detalles de las instalaciones proyectadas, quedando en condiciones de cumplir los requisitos exigidos por la legislación vigente.

Jaén, Junio de 2.015

D. José Álvaro López Díaz.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA CENTRO COMERCIAL.

Autor: D. José Álvaro López Díaz.
Asignatura: Proyecto Fin de Grado.
Tutor: D. Pedro J. García Molina
Fecha: Junio 2.015

III.- ANEXOS



III.-ANEXO DE CALCULOS.

Índice.

III.1- MEDIA TENSIÓN.....	3
III.1.1.- LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN.	3
III.1.2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	4
III.1.2.1- INTENSIDAD EN MEDIA TENSIÓN.	4
III.1.2.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.	5
III.1.2.3.- CORTOCIRCUITOS.	6
III.1.2.4.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN.	7
III.1.2.5.- DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.....	8
III.1.2.6.- LIMITACIONES DE LOS CAMPOS MAGNETICOS EN LAS PROXIMIDADES DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN.	8
III.1.2.7.- LIMITACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO.	9
III.1.2.8.- PUESTA A TIERRA.....	9
III.2- REDES DE BAJA TENSIÓN.....	15
III.3- ALUMBRADO EXTERIOR.	20
III.3.1.- CALCULOS ELECTRICOS.....	20
III.3.2.- CALCULOS LUMINOTECNICOS.....	29
Características de la luminaria utilizada.....	29
Vial 1: Calle entre aparcamientos.	30
Vial 2: Calle Junto parada de Taxis.....	32
Vial 3: Calle Paralela a la fachada principal de Galería Comercial.	34
III.4- INSTALACIÓN ELÉCTRICA GALERÍA COMERCIAL.	36
III.4.1.- DERIVACIONES INDIVIDUALES A LOCALES COMERCIALES.....	36
III.4.1.1.- CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES DEL CT-6.....	38
III.4.1.2.- CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES DEL CT-9.....	41
III.4.2.- CALCULOS INSTALACIÓN ELÉCTRICA GALERIA COMERCIAL.	45
III.4.4.- JUSTIFICACIÓN DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN SEGÚN LA NORMA UNE 20.460-5-54, APARTADO 543.1.1.....	112



III.4.5.- CALCULOS DE ILUMINACIÓN EN GALERÍA COMERCIAL.....	114
III.4.5.1.- ILUMINACIÓN GENERAL.....	115
Características de la luminaria utilizada.....	115
Resultados.	115
III.4.5.2.- ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.	116
Características de la luminaria utilizada.....	116
Resultados.	117
III.5- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	118
III.5.1.- CALCULO DE LA PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA.....	118
III.5.2.- DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	119
III.5.3.- CALCULO DE SOMBRAS.	122
III.5.3.1.- DISTANCIA ENTRE MODULOS.....	122
III.5.3.2.- DISTANCIA ENTRE MODULOS Y CERRAMIENTO DE CUBIERTA.	124
III.5.4.- DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS PROTECCIONES.	125
III.5.4.1.- CALCULOS ELECTRICOS.	125
III.5.4.3.- SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES.	127



III.1- MEDIA TENSIÓN.

III.1.1.- LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.

El conductor a utilizar en la línea de M.T subterránea, será de la marca General Cable o similar, tipo Hersatene RH5Z1 18/30kV de 3x1x240 mm² (Al), de campo radial y aislamiento XLPE de polietileno reticulado

mm ²	mm	mm	kg/km	mm	40°C A	25°C A	XL Ohm/km	C μF/km
50	22,5	30,2	790	455	170	140	0,148	0,137
95	25,7	33,4	1015	505	255	205	0,13	0,17
150	28,7	36,4	1260	550	335	260	0,121	0,199
240	32,6	40,3	1645	605	455	345	0,111	0,237
400	37,6	45,3	2215	680	610	445	0,102	0,285

La intensidad en el lado de media tensión se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p}$$

A continuación se muestra el cálculo de la intensidad demandada en cada tramo de la línea de media tensión, así como la caída de tensión.

Tramo	Pot.(VA)	(V)	Long	k	Sec.	Int.	C.d.p (V)	C.d.p.%	C.d.t (V)	C.d.t.%
ENTRONQUE - CT1	5.980.000	20.000	302	35	240	172,6	10,7	0,1	10,7	0,054
CT1- CT2	5.350.000	20.000	195	35	240	154,4	6,2	0,0	17,0	0,085
CT2-CT3	4.350.000	20.000	165	35	240	125,6	4,3	0,0	21,2	0,106
CT3-CT4	3.720.000	20.000	15	35	240	107,4	0,3	0,0	21,6	0,108
CT4-CT5	3.320.000	20.000	115	35	240	95,8	2,3	0,0	23,5	0,118
CT5-CT6	2.920.000	20.000	118	35	240	84,3	2,1	0,0	25,6	0,128
CT6-CT7	2.290.000	20.000	15	35	240	66,1	0,2	0,0	25,8	0,129
CT7-CT8	1.660.000	20.000	30	35	240	47,9	0,3	0,0	26,1	0,130
CT8-CT9	1.260.000	20.000	260	35	240	36,4	2,0	0,0	28,0	0,140



III.1.2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

III.1.2.1- INTENSIDAD EN MEDIA TENSIÓN.

La intensidad en el lado de media tensión se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p}$$

Siendo la tensión nominal $V_p=20\text{kV}$

Obteniendo como resultado:

Trafo	400 kVA	630 kVA	1.000 kVA
I_p	11,55 A	18,18 A	28,87 A

Valor inferior al máximo admisible para los conductores de aluminio utilizados en la interconexión de 95 mm^2 de sección, con aislamiento para una tensión de 18/30 KV.

								
mm ²	mm	mm	kg/km	mm	A	A	Ohm/km	μF/km
50	22,5	30,2	790	455	170	140	0,148	0,137
95	25,7	33,4	1015	505	255	205	0,13	0,17
150	28,7	36,4	1260	550	335	260	0,121	0,199
240	32,6	40,3	1645	605	455	345	0,111	0,237
400	37,6	45,3	2215	680	610	445	0,102	0,285



III.1.2.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

La intensidad circulante en el lado de baja tensión, se calcula mediante la fórmula:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_s}$$

Siendo la tensión nominal $V_s=0,42$ Kv

La intensidad calculada para la descarga en baja tensión desde cada transformador hasta el cuadro de baja tensión será:

Trafo	400 kVA	630 kVA	1.000 kVA
I_s	550 A	886 A	1374 A

La descarga desde las bornas en B.T de cada transformador, hasta el cuadro de B.T, se realizará con los conductores de aluminio indicados en la tabla 2.3.6 del capítulo IV de las normas particulares de la compañía distribuidora de energía eléctrica.

Tabla 2.3.6

Potencia Del trafo kVA	Nº y sección de conductores			
	B2		B1	
	Fase	Neutro	Fase	Neutro
1.000	3x4x240 mm ²	2x240 mm ²	---	---
630	3x3x240 mm ²	2x240 mm ²	3x4x240 mm ²	2x240 mm ²
400	3x2x240 mm ²	1x240 mm ²	3x3x240 mm ²	2x240 mm ²
250	3x1x240 mm ²	1x240 mm ²	3x2x240 mm ²	1x240 mm ²
160	3x1x150 mm ²	1x150 mm ²	3x1x240 mm ²	1x240 mm ²
≤ 100	3x1x150 mm ²	1x150 mm ²	3x1x150 mm ²	1x150 mm ²

Para las secciones anteriormente citadas, la intensidad máxima admisible, según la Tabla 11 de la Instrucción ICT-BT-07 y considerando un coeficiente de corrección de 0,83 por instalarse sobre bandeja perforada, la intensidad admisible será :



Trafo	400 kVA	630 kVA	1.000 kVA
Sección	3(2x240)+Nx240	3(3x240)+Nx(2x240)	3(4x240)+Nx(2x240)
I _{max}	2x420=840 A	3x420=1260 A	4x420=1680 A
Coef.	0,95	0,95	0,95
I _{adm}	798 A	1197 A	1596 A

Como se puede observar, la intensidad admisible por los conductores elegidos es superior a la calculada para cada trafo.

III.1.2.3.- CORTOCIRCUITOS.

III.1.2.3.1.- OBSERVACIONES.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito en el lado de baja tensión se hace la hipótesis de una potencia de cortocircuito infinita en el lado de alta. Esta hipótesis lleva consigo un sobredimensionamiento de la corriente de cortocircuito.

III.1.2.3.2.- CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

La intensidad de cortocircuito en el lado de A.T, es un dato facilitado por la Cía Suministradora, siendo de 16 kA.

CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

$$I_{CCs} = \frac{S}{\sqrt{3} * V_{CC} * V_s}$$



Aplicando las fórmulas anteriormente expuestas y sustituyendo los valores obtenemos los siguientes resultados:

Trafo	400 kVA	630 kVA	1.000 kVA
V_{CC}	4%	4%	6%
V_s	420 V		
I_{CCs}	13,75 kA	21,65 kA	34,37 kA

Las protecciones a instalar en el Cuarto de Baja Tensión estará preparado para soportar esta intensidad de cortocircuito.

III.1.2.3.3.- EMBARRADO DE LAS CELDAS.

Las barras de A.T. son de cobre de sección rectangular con cantos redondeados, de dimensiones 20x10 mm., carga de rotura 250N/mm² y conductibilidad mínima 56 A/ohmios.mm²

Se hallan dispuestas en el interior del tanque hermético y separadas entre sí, por dos pantallas metálicas puestas a tierra. Con esta disposición se consiguen tres cámaras, comunicadas entre si, de tal forma que existe una sola atmósfera de SF₆ y se imposibilita la falta bi o trifásica ya que, como hemos mencionado, la chapa interfase conexcionada a tierra, lo impide.

III.1.2.4.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN.

Para el centro de transformación prefabricado, según indicaciones del fabricante, el edificio empleado en este proyecto, ha sido homologado según el protocolo 92202-1E obtenido en la Labein (Bizcaia), con lo cual no es necesario disponer de ventilación forzada para la refrigeración del C.T.

Para el resto de los locales, la ventilación se realizará de forma natural, según lo dispuesto en el punto 4.4.4 de la instrucción ITC-RAT-14, disponiendo la mitad de la superficie cerca del nivel del suelo.



También se tendrá en consideración, los valores de las secciones en m^2 , en función de la diferencia de cotas, según la tabla 2.2.4 del capítulo 2.2.4 de las normas particulares de la compañía distribuidora de electricidad.

Tabla 2.2.4

Tensión Trafo (kV)	H (metros)				
	1	1.5	2	2.5	3
24	2.18	1.79	1.54	1.38	1.26
36	2.24	1.83	1.58	1.41	1.29

Las dimensiones de las rejillas de ventilación serán superiores a $1,38m^2$ en todos los CT proyectados.

III.1.2.5.- DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

Según el punto 5.1.a) de la instrucción ITC-RAT-14 ,se dispondrá de un pozo apagafuegos para el transformador, capaz de contener un volumen mínimo igual al volumen de aceite en el transformador.

Se construirá una cuba, con dispositivo cortafuegos a base de grava, las dimensiones de la cuba para la recogida será para una capacidad de $1 m^3$, mayor que el volumen de aceite contenido en cualquiera de los CT proyectados.

III.1.2.6.- LIMITACIONES DE LOS CAMPOS MAGNETICOS EN LAS PROXIMIDADES DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN.

Al construirse los CT, en el interior de edificios habitables, han de ser tenidas en cuenta las condiciones de diseño, indicadas en el punto 4.7 de la instrucción ITC-RAT-14.



Para ello:

- Las entradas y salidas de los conductores al CT (tanto de MT, como de BT, se realizarán por el suelo, formando ternas.
- Las interconexiones interiores se realizarán siguiendo en recorrido más corto.
- Se evitará el contacto de los conductores con paredes y techos.
- Los Cuadros de BT, no se apoyaran en las medianeras.
- Los transformadores se colocarán situando las bornas de BT lo más alejadas posible de las medianeras.

III.1.2.7.- LIMITACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO.

Dadas las características de los CT y la ubicación de los mismos, no se considera necesario adoptar medidas correctoras para limitar el nivel de ruido originado.

III.1.2.8.- PUESTA A TIERRA.

INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Según la investigación previa del terreno donde se instalarán los Centros de Transformación, se determina una resistividad media superficial de $150 \Omega\text{m}$.

DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Tipo de protecciones en el origen de la línea.



Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra, $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 300.

- Duración de la falta.

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω .



La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, $U = 20000 \text{ V}$.
- Puesta a tierra del neutro:
 - Desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, $U_{bt} = 10000 \text{ V}$.
- Características del terreno:
 - $\rho_{\text{terreno}} (\Omega\text{m})$: 150.
 - ρ_H hormigón (Ωm): 3000.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto (I_d , U_d), se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$R_t = K_r \cdot \rho (\Omega)$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = I_{d\text{máx}} (\text{A})$$

- Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = R_t \cdot I_d (\text{V})$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-30/5/82.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 8x3.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 8.
- Longitud de las picas (m): 2.



Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.069$.
- De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega\text{xm})A)) = 0.0145$.
- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega\text{xm})A)) = 0.0303$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.069 \cdot 150 = 10.35 \Omega$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 300 \text{ A.}$$

$$U_d = R_t \cdot I_d = 10.35 \cdot 300 = 3105 \text{ V.}$$

TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega / \Omega \text{ xm}) = 0.135$.

Sustituyendo valores:

$$R_{t_{\text{NEUTRO}}} = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega.$$

CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por



las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0.0145 \cdot 150 \cdot 300 = 652.5 \text{ V.}$$

CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

En el piso de cada Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U_p (\text{acc}) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0.0303 \cdot 150 \cdot 300 = 1363.5 \text{ V.}$$

CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) \text{ V.}$$

$$U_p (\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H) / 1000) \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)].$$

$$t = t' + t'' \text{ s.}$$



Siendo:

U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

U_p (acc) = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.

R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω .

C_s = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

h_s = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.

ρ = Resistividad natural del terreno, en $\Omega \cdot m$.

ρ_s = Resistividad superficial del suelo, en $\Omega \cdot m$.

ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 $\Omega \cdot m$.

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7 \text{ s.}$$

$$t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 9746.8 \text{ V.}$$

$$U_p \text{ (acc)} = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000) / 1000) = 23871.4 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 150) / (2 \cdot 0 + 0,106)] = 1$$



Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U'p = 652.5 \text{ V.}$	$\square$	$Up = 9746.8 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U'p (\text{acc}) = 1363.5 \text{ V.}$	$\square$	$Up (\text{acc}) = 23871.4 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 3105 \text{ V.}$	$\square$	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$>$	

III.2- REDES DE BAJA TENSIÓN.

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \cos\phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1.732 \times I [(L \times \cos\phi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin\phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \cos\phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos\phi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin\phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm^2 .

$\cos\phi$ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.

n = Nº de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.



Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$\text{Cu} = 0.018$$

$$\text{Al} = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$\text{Cu} = 0.00392$$

$$\text{Al} = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

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

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

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

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b: intensidad utilizada en el circuito.

I_z: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I₂: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I₂ se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I_n como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).



Red Baja Tensión 1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 20
- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	14	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	235,64	3x240/150	305/1	225
2	2	3	3	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	193,06	3x240/150	305/1	225
3	3	LOCAL 1.3	132	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	193,06	3x240/150	305/1	225
4	LOCAL 1.3	LOCAL 1.2	32	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	123,77	3x240/150	305/1	225
5	LOCAL 1.2	LOCAL 1.1	32	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	54,49	3x240/150	305/1	225

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	400	0	235,638(130,6 kW)
2	-0,887	399,113	0,222	-42,58 A(-23,6 kW)
3	-1,043	398,957	0,261	0 A(0 kW)
LOCAL 1.3	-7,895	392,105	1,974	-69,28 A(-38,4 kW)
LOCAL 1.2	-8,959	391,041	2,24	-69,28 A(-38,4 kW)
LOCAL 1.1	-9,428	390,572	2,357*	-54,49 A(-30,2 kW)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-LOCAL 1.3-LOCAL 1.2-LOCAL 1.1 = 2.36 %

Red Baja Tensión 2

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 20
- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)	D.tubo (mm)



								(A)/Fc	
1	1	2	17	AI/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI 3 Unp.	239,07	3x240/150	305/1	225
2	2	3	4	AI/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI 3 Unp.	239,07	3x240/150	305/1	225
3	3	4	40	AI/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI 3 Unp.	239,07	3x240/150	305/1	225
4	4	LOCAL 1.4 y 1.5	5	AI/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI 3 Unp.	239,07	3x240/150	305/1	225

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	400	0	239,066(132,5 kW)
2	-1,093	398,907	0,273	0 A(0 kW)
3	-1,35	398,65	0,337	0 A(0 kW)
4	-3,921	396,079	0,98	0 A(0 kW)
LOCAL 1.4 y 1.5	-4,242	395,758	1,061*	-239,07 A(-132,5 kW)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-LOCAL 1.4 y 1.5 = 1.06 %

Red Baja Tensión 3

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	18	AI/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI 3 Unp.	201,36	3x240/150	305/1	225
2	2	3	4	AI/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI 3 Unp.	201,36	3x240/150	305/1	225
3	3	4	108	AI/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI 3 Unp.	201,36	3x240/150	305/1	225
4	4	LOCAL 1.10	160	AI/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI 3 Unp.	201,36	3x240/150	305/1	225
5	LOCAL 1.10	LOCAL 1.11 y 1.12	24	AI/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-AI 3 Unp.	54,13	3x240/150	305/1	225

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	400	0	201,357(111,6 kW)
2	-0,975	399,025	0,244	0 A(0 kW)
3	-1,191	398,809	0,298	0 A(0 kW)
4	-7,038	392,962	1,76	0 A(0 kW)
LOCAL	-15,7	384,3	3,925	-147,23 A(-81,6 kW)



1.10				
LOCAL 1.11 y 1.12	-16,05	383,95	4,012*	-54,13 A(-30 kW)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-LOCAL 1.10-LOCAL 1.11 y 1.12 = 4.01 %

Red Baja Tensión 4

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	18	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	219,4	3x150/95	230/1	180
2	2	3	4	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	219,4	3x150/95	230/1	180
3	3	LOCAL 1.7	108	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al 3 Unp.	219,4	3x150/95	230/1	180

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	400	0	219,4(121,6 kW)
2	-1,453	398,547	0,363	0 A(0 kW)
3	-1,776	398,224	0,444	0 A(0 kW)
LOCAL 1.7	-10,492	389,508	2,623*	-219,4 A(-121,6 kW)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-LOCAL 1.7 = 2.62 %



III.3- ALUMBRADO EXTERIOR.

III.3.1.- CALCULOS ELECTRICOS.

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos\phi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin\phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\phi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos\phi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin\phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

$\cos\phi$ = Coseno de fi. Factor de potencia.

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0,018$$

$$Al = 0,029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0,00392$$

$$Al = 0,00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$T_{\max}$ = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$ = Intensidad máxima admisible del conductor (A).



Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm m)

P : Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm m)

L : Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm m)

L : Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm m)

L_c : Longitud total del conductor (m)

L_p : Longitud total de las picas (m)

P : Perímetro de las placas (m)



Red Alumbrado Exterior 1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 3

Cos ϕ : 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	10,52	4x6	57/1	90
2	2	3	35	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	10,52	4x6	57/1	90
3	3	4	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	8,96	4x6	57/1	90
4	4	5	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	8,57	4x6	57/1	90
5	5	6	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	8,18	4x6	57/1	90
6	6	7	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	7,79	4x6	57/1	90
7	7	8	7	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	7,4	4x6	57/1	90
8	8	9	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,51	4x6	57/1	90
9	9	10	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,12	4x6	57/1	90
10	10	11	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,73	4x6	57/1	90
11	11	12	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,34	4x6	57/1	90
12	12	13	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,95	4x6	57/1	90
13	13	14	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,56	4x6	57/1	90
14	14	15	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90
15	15	16	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,78	4x6	57/1	90
16	16	17	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
17	8	18	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,9	4x6	57/1	90
18	18	19	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,9	4x6	57/1	90
19	19	20	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,51	4x6	57/1	90
20	20	21	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,12	4x6	57/1	90
21	21	22	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,73	4x6	57/1	90
22	22	23	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,34	4x6	57/1	90
23	23	24	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,95	4x6	57/1	90
24	24	25	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,56	4x6	57/1	90
25	25	26	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90
26	26	27	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,78	4x6	57/1	90
27	27	28	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
28	3	29	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90
29	29	30	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,78	4x6	57/1	90
30	30	31	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	400	0	(7.290 W)
2	-0,759	399,241	0,19	(0 W)
3	-2,658	397,342	0,664	(-270 W)
4	-3,397	396,603	0,849	(-270 W)
5	-4,104	395,896	1,026	(-270 W)
6	-4,779	395,221	1,195	(-270 W)
7	-5,422	394,578	1,356	(-270 W)
8	-5,689	394,311	1,422	(0 W)
9	-6,087	393,913	1,522	(-270 W)
10	-6,344	393,656	1,586	(-270 W)
11	-6,569	393,431	1,642	(-270 W)
12	-6,762	393,238	1,691	(-270 W)
13	-6,923	393,077	1,731	(-270 W)



14	-7,051	392,949	1,763	(-270 W)
15	-7,148	392,852	1,787	(-270 W)
16	-7,212	392,788	1,803	(-270 W)
17	-7,244	392,756	1,811	(-270 W)
18	-5,91	394,09	1,478	(0 W)
19	-6,011	393,989	1,503	(-270 W)
20	-6,3	393,7	1,575	(-270 W)
21	-6,557	393,443	1,639	(-270 W)
22	-6,782	393,218	1,696	(-270 W)
23	-6,975	393,025	1,744	(-270 W)
24	-7,136	392,864	1,784	(-270 W)
25	-7,264	392,736	1,816	(-270 W)
26	-7,361	392,639	1,84	(-270 W)
27	-7,425	392,575	1,856	(-270 W)
28	-7,457	392,543	1,864*	(-270 W)
29	-2,742	397,258	0,686	(-270 W)
30	-2,81	397,19	0,703	(-270 W)
31	-2,843	397,157	0,711	(-270 W)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17 = 1.81 %

1-2-3-4-5-6-7-8-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28 = 1.86 %

1-2-3-29-30-31 = 0.71 %

Red Alumbrado Exterior 2

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 3

Cos ϕ : 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	17,54	4x6	57/1	90
2	2	3	35	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	17,54	4x6	57/1	90
3	3	4	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	17,54	4x6	57/1	90
4	4	5	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	17,54	4x6	57/1	90
5	5	6	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,12	4x6	57/1	90
6	6	7	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,73	4x6	57/1	90
7	7	8	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,34	4x6	57/1	90
8	8	9	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,95	4x6	57/1	90
9	9	10	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,56	4x6	57/1	90
10	10	11	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90
11	11	12	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,78	4x6	57/1	90
12	12	13	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
13	5	14	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	14,03	4x6	57/1	90



14	14	15	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,12	4x6	57/1	90
15	15	16	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,73	4x6	57/1	90
16	16	17	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,34	4x6	57/1	90
17	17	18	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,95	4x6	57/1	90
18	18	19	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,56	4x6	57/1	90
19	19	20	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90
20	20	21	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,78	4x6	57/1	90
21	21	22	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
22	14	23	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	10,52	4x6	57/1	90
23	23	24	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,12	4x6	57/1	90
24	24	25	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,73	4x6	57/1	90
25	25	26	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,34	4x6	57/1	90
26	26	27	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,95	4x6	57/1	90
27	27	28	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,56	4x6	57/1	90
28	28	29	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90
29	29	30	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,78	4x6	57/1	90
30	30	31	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
31	23	32	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	7,02	4x6	57/1	90
32	32	33	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,12	4x6	57/1	90
33	33	34	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,73	4x6	57/1	90
34	34	35	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,34	4x6	57/1	90
35	35	36	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,95	4x6	57/1	90
36	36	37	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,56	4x6	57/1	90
37	37	38	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90
38	38	39	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,78	4x6	57/1	90
39	39	40	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
40	32	41	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,51	4x6	57/1	90
41	41	42	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,12	4x6	57/1	90
42	42	43	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,73	4x6	57/1	90
43	43	44	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,34	4x6	57/1	90
44	44	45	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,95	4x6	57/1	90
45	45	46	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,56	4x6	57/1	90
46	46	47	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90
47	47	48	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,78	4x6	57/1	90
48	48	49	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	400	0	(12.150 W)
2	-1,175	398,825	0,294	(0 W)
3	-4,339	395,661	1,085	(0 W)
4	-5,605	394,395	1,401	(0 W)
5	-6,78	393,22	1,695	(-270 W)
6	-7,037	392,963	1,759	(-270 W)
7	-7,262	392,738	1,816	(-270 W)
8	-7,455	392,545	1,864	(-270 W)
9	-7,616	392,384	1,904	(-270 W)
10	-7,744	392,256	1,936	(-270 W)
11	-7,841	392,159	1,96	(-270 W)
12	-7,905	392,095	1,976	(-270 W)
13	-7,937	392,063	1,984	(-270 W)
14	-7,937	392,063	1,984	(-270 W)
15	-8,194	391,806	2,049	(-270 W)
16	-8,419	391,581	2,105	(-270 W)
17	-8,612	391,388	2,153	(-270 W)
18	-8,773	391,227	2,193	(-270 W)
19	-8,902	391,098	2,225	(-270 W)
20	-8,998	391,002	2,249	(-270 W)
21	-9,062	390,938	2,266	(-270 W)
22	-9,094	390,906	2,274	(-270 W)
23	-8,805	391,195	2,201	(-270 W)
24	-9,062	390,938	2,266	(-270 W)



25	-9,287	390,713	2,322	(-270 W)
26	-9,48	390,52	2,37	(-270 W)
27	-9,641	390,359	2,41	(-270 W)
28	-9,769	390,231	2,442	(-270 W)
29	-9,866	390,134	2,466	(-270 W)
30	-9,93	390,07	2,483	(-270 W)
31	-9,962	390,038	2,491	(-270 W)
32	-9,384	390,616	2,346	(-270 W)
33	-9,641	390,359	2,41	(-270 W)
34	-9,866	390,134	2,466	(-270 W)
35	-10,059	389,941	2,515	(-270 W)
36	-10,219	389,781	2,555	(-270 W)
37	-10,348	389,652	2,587	(-270 W)
38	-10,444	389,556	2,611	(-270 W)
39	-10,509	389,491	2,627	(-270 W)
40	-10,541	389,459	2,635	(-270 W)
41	-9,673	390,327	2,418	(-270 W)
42	-9,93	390,07	2,483	(-270 W)
43	-10,155	389,845	2,539	(-270 W)
44	-10,348	389,652	2,587	(-270 W)
45	-10,509	389,491	2,627	(-270 W)
46	-10,637	389,363	2,659	(-270 W)
47	-10,734	389,266	2,683	(-270 W)
48	-10,798	389,202	2,699	(-270 W)
49	-10,83	389,17	2,708*	(-270 W)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13 = 1.98 %
 1-2-3-4-5-14-15-16-17-18-19-20-21-22 = 2.27 %
 1-2-3-4-5-14-23-24-25-26-27-28-29-30-31 = 2.49 %
 1-2-3-4-5-14-23-32-33-34-35-36-37-38-39-40 = 2.64 %
 1-2-3-4-5-14-23-32-41-42-43-44-45-46-47-48-49 = 2.71 %

Red Alumbrado Exterior 3

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230
 C.d.t. máx.(%): 3
 Cos ϕ : 1
 Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
 - XLPE, EPR: 20
 - PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	13,64	4x6	57/1	90
2	2	3	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	13,64	4x6	57/1	90
3	3	4	28	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	7,79	4x6	57/1	90
4	4	5	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	7,4	4x6	57/1	90
5	5	6	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	7,02	4x6	57/1	90
6	6	7	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	6,63	4x6	57/1	90
7	7	8	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	6,24	4x6	57/1	90



8	8	9	9	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,78	4x6	57/1	90
9	9	10	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
10	8	11	8	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	5,46	4x6	57/1	90
11	11	12	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	5,07	4x6	57/1	90
12	12	13	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,78	4x6	57/1	90
13	13	14	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
14	12	15	6	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,9	4x6	57/1	90
15	15	16	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,51	4x6	57/1	90
16	16	17	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,12	4x6	57/1	90
17	17	18	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,73	4x6	57/1	90
18	18	19	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,34	4x6	57/1	90
19	19	20	3	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,95	4x6	57/1	90
20	20	21	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,95	4x6	57/1	90
21	21	22	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,56	4x6	57/1	90
22	22	23	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90
23	23	24	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,78	4x6	57/1	90
24	24	25	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
25	3	26	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	5,85	4x6	57/1	90
26	26	27	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	5,85	4x6	57/1	90
27	27	28	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	5,46	4x6	57/1	90
28	28	29	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	5,07	4x6	57/1	90
29	29	30	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	4,68	4x6	57/1	90
30	30	31	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	4,29	4x6	57/1	90
31	31	32	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,9	4x6	57/1	90
32	32	33	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,51	4x6	57/1	90
33	33	34	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,12	4x6	57/1	90
34	34	35	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,73	4x6	57/1	90
35	35	36	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,34	4x6	57/1	90
36	36	37	9	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,95	4x6	57/1	90
37	37	38	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,56	4x6	57/1	90
38	38	39	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90
39	39	40	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,78	4x6	57/1	90
40	40	41	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	400	0	(9.450 W)
2	-0,914	399,086	0,229	(0 W)
3	-1,266	398,734	0,316	(0 W)
4	-2,391	397,609	0,598	(-270 W)
5	-2,963	397,037	0,741	(-270 W)
6	-3,578	396,422	0,894	(-270 W)
7	-4,124	395,876	1,031	(-270 W)
8	-4,671	395,329	1,168	(0 W)
9	-4,707	395,293	1,177	(-270 W)
10	-4,739	395,261	1,185	(-270 W)
11	-4,896	395,104	1,224	(-270 W)
12	-5,34	394,66	1,335	(-270 W)
13	-5,404	394,596	1,351	(-270 W)
14	-5,438	394,562	1,36	(-270 W)
15	-5,46	394,54	1,365	(-270 W)
16	-5,75	394,25	1,437	(-270 W)
17	-6,007	393,993	1,502	(-270 W)
18	-6,232	393,768	1,558	(-270 W)
19	-6,425	393,575	1,606	(-270 W)
20	-6,455	393,545	1,614	(0 W)
21	-6,656	393,344	1,664	(-270 W)
22	-6,776	393,224	1,694	(-270 W)
23	-6,873	393,127	1,718	(-270 W)
24	-6,941	393,059	1,735	(-270 W)
25	-6,973	393,027	1,743*	(-270 W)
26	-1,898	398,102	0,475	(0 W)



27	-2,411	397,589	0,603	(-270 W)
28	-2,861	397,139	0,715	(-270 W)
29	-3,279	396,721	0,82	(-270 W)
30	-3,664	396,336	0,916	(-270 W)
31	-4,018	395,982	1,004	(-270 W)
32	-4,339	395,661	1,085	(-270 W)
33	-4,629	395,371	1,157	(-270 W)
34	-4,886	395,114	1,221	(-270 W)
35	-5,111	394,889	1,278	(-270 W)
36	-5,304	394,696	1,326	(-270 W)
37	-5,394	394,606	1,348	(-270 W)
38	-5,523	394,477	1,381	(-270 W)
39	-5,619	394,381	1,405	(-270 W)
40	-5,683	394,317	1,421	(-270 W)
41	-5,715	394,285	1,429	(-270 W)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10 = 1.18 %

1-2-3-4-5-6-7-8-11-12-13-14 = 1.36 %

1-2-3-4-5-6-7-8-11-12-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25 = 1.74 %

1-2-3-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41 = 1.43 %

Red Alumbrado Exterior 4

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 3

Cos ϕ : 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	3	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	6,63	4x6	57/1	90
2	2	3	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90
3	2	4	4	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	5,46	4x6	57/1	90
4	4	5	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	5,46	4x6	57/1	90
5	5	6	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	5,07	4x6	57/1	90
6	6	7	2	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
7	6	8	7	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	4,68	4x6	57/1	90
8	8	9	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	0,39	4x6	57/1	90
9	8	10	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	4,29	4x6	57/1	90
10	10	11	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,9	4x6	57/1	90
11	11	12	12	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	3,51	4x6	57/1	90
12	12	13	12	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90
13	12	14	5	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,34	4x6	57/1	90
14	14	15	33	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	2,34	4x6	57/1	90
15	15	16	24	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	1,17	4x6	57/1	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo



1	0	400	0	(4.590 W)
2	-0,102	399,898	0,026	(0 W)
3	-0,187	399,813	0,047	(-810 W)
4	-0,215	399,785	0,054	(0 W)
5	-0,581	399,419	0,145	(-270 W)
6	-1,129	398,871	0,282	(0 W)
7	-1,133	398,867	0,283	(-270 W)
8	-1,298	398,702	0,324	(0 W)
9	-1,32	398,68	0,33	(-270 W)
10	-1,408	398,592	0,352	(-270 W)
11	-1,85	398,15	0,463	(-270 W)
12	-2,067	397,933	0,517	(0 W)
13	-2,14	397,861	0,535	(-810 W)
14	-2,127	397,873	0,532	(0 W)
15	-2,525	397,475	0,631	(-810 W)
16	-2,67	397,33	0,667*	(-810 W)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3 = 0.05 %

1-2-4-5-6-7 = 0.28 %

1-2-4-5-6-8-9 = 0.33 %

1-2-4-5-6-8-10-11-12-13 = 0.53 %

1-2-4-5-6-8-10-11-12-14-15-16 = 0.67 %

Totem

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 3

Cos φ : 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	3	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	12,99	4x6	57/1	90
2	2	3	4	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	12,99	4x6	57/1	90
3	3	4	34	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	12,99	4x6	57/1	90
4	4	5	7	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	12,99	4x6	57/1	90
5	5	6	40	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	12,99	4x6	57/1	90
6	6	7	4	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	12,99	4x6	57/1	90
7	7	8	33	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	12,99	4x6	57/1	90
8	8	9	50	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K 3 Unp.	12,99	4x6	57/1	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo



1	0	400	0	(9.000 W)
2	-0,201	399,799	0,05	(0 W)
3	-0,469	399,531	0,117	(0 W)
4	-2,746	397,254	0,686	(0 W)
5	-3,214	396,786	0,804	(0 W)
6	-5,893	394,107	1,473	(0 W)
7	-6,161	393,839	1,54	(0 W)
8	-8,371	391,629	2,093	(0 W)
9	-11,719	388,281	2,93*	(-9.000 W)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6-7-8-9 = 2.93 %

III.3.2.- CALCULOS LUMINOTECNICOS.

Para los cálculos luminotécnicos, se estudian 3 tipos distintos de viales:

Nº	Vial	Ancho	Disposición
1	Entre Aparcamientos	6m	Unilateral
2	Junto parada de taxis	10m	Bilateral pareado
3	Paralelo fachada principal de Galería Comercial	14m	Bilateral pareado

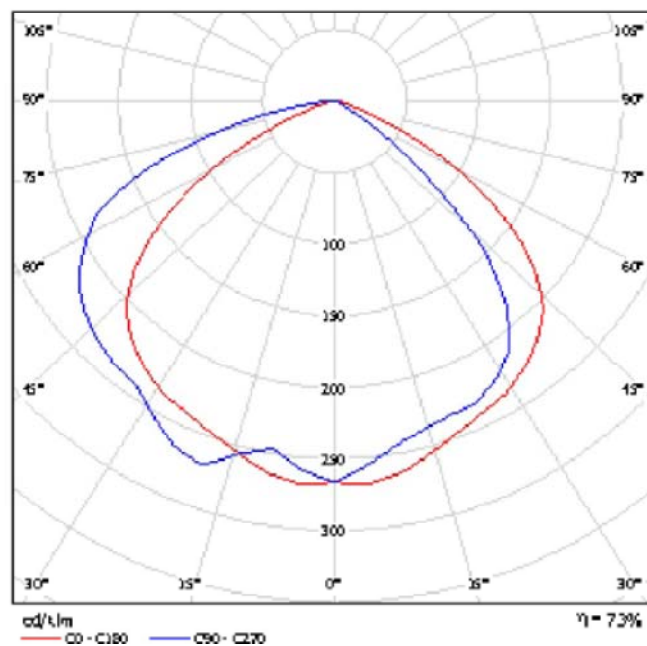
Se adjunta el resumen de los cálculos realizados mediante el software Dialux.

Características de la luminaria utilizada.

SECOM 3342 91 20 85 / DURAL 28LED 150°
Nº de artículo: 3342 91 20 85
Flujo luminoso (Luminaria): 11004 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 15000 lm
Potencia de las luminarias: 150.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 50 85 98 100 74
Lámpara: 28 x LED Osram Oslon Square Street
(Factor de corrección 1.000).



Emisión de luz 1:



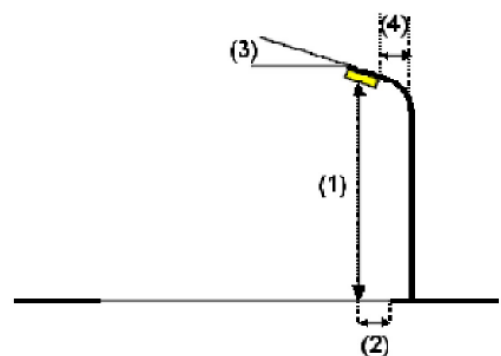
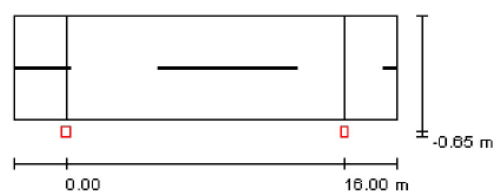
Vial 1: Calle entre aparcamientos.

Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.67

Disposiciones de las luminarias





Luminaria:	SECOM 3342 91 20 85 / DURAL 28LED 150°	
Flujo luminoso (Luminaria):	11004 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	15000 lm	con 70°: 140 cd/klm
Potencia de las luminarias:	150.0 W	con 80°: 41 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 2.68 cd/klm
Distancia entre mástiles:	16.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	8.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.
Altura del punto de luz:	7.750 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m	
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.500 m	

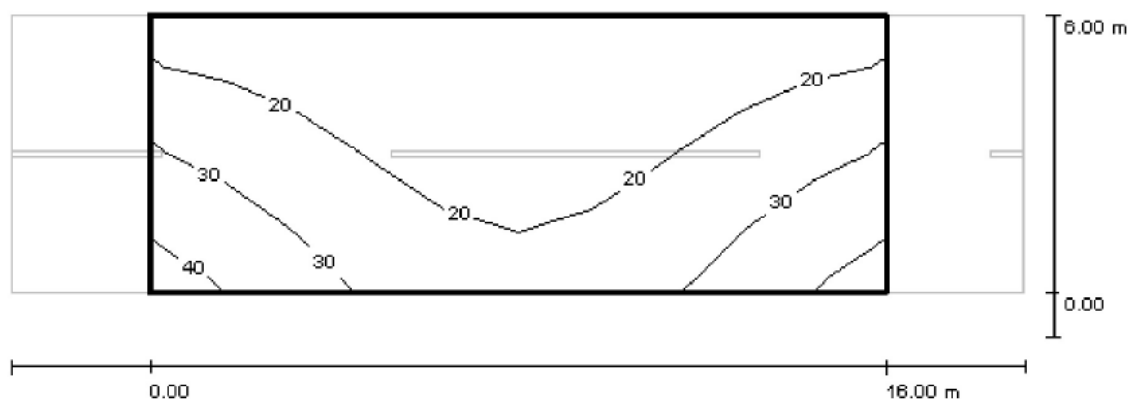
Trama: 10 x 4 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE2

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	21.91	0.48
Valores de consigna según clase:	≥ 20.00	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



Trama: 10 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
22	11	40	0.482	0.267



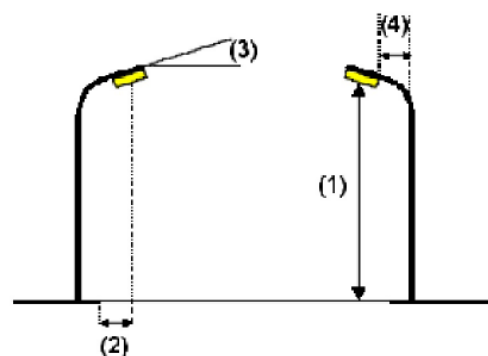
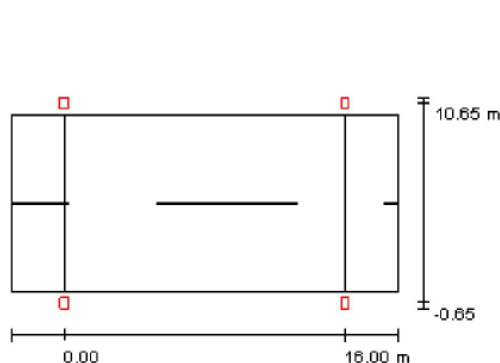
Vial 2: Calle Junto parada de Taxis.

Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 10.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	SECOM 3342 91 20 85 / DURAL 28LED 150°
Flujo luminoso (Luminaria):	11004 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	15000 lm
Potencia de las luminarias:	150.0 W
Organización:	bilateral frente a frente
Distancia entre mástiles:	16.000 m
Altura de montaje (1):	8.000 m
Altura del punto de luz:	7.750 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	140 cd/klm
con 80°:	41 cd/klm
con 90°:	2.68 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.



Trama: 10 x 7 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE2

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]

25.99

≥ 20.00

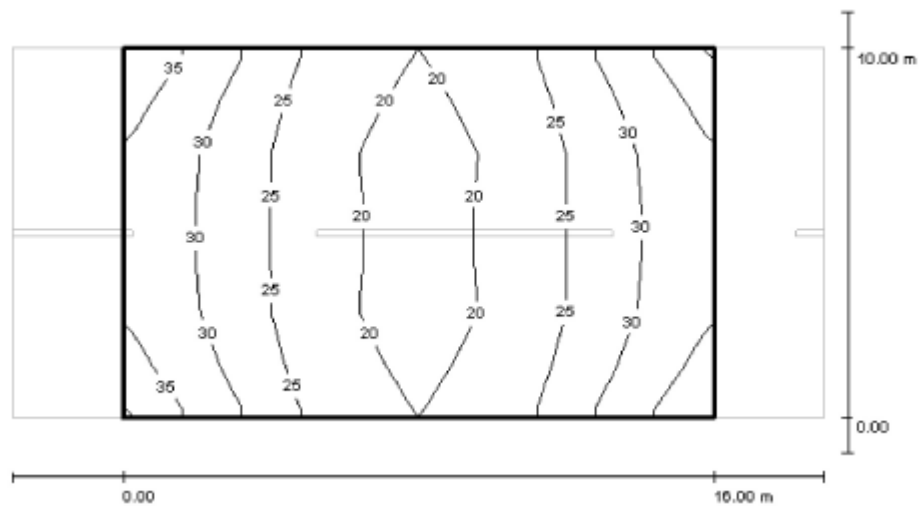
✓

U0

0.73

≥ 0.40

✓



Trama: 10 x 7 Puntos

E_m [lx]
28

E_{min} [lx]
19

E_{max} [lx]
36

E_{min} / E_m
0.732

E_{min} / E_{max}
0.524



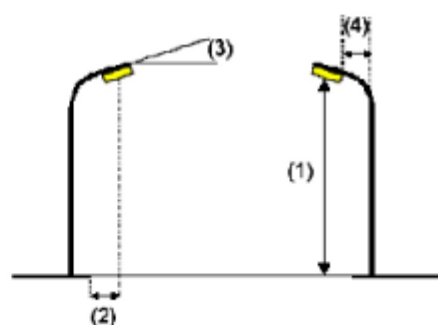
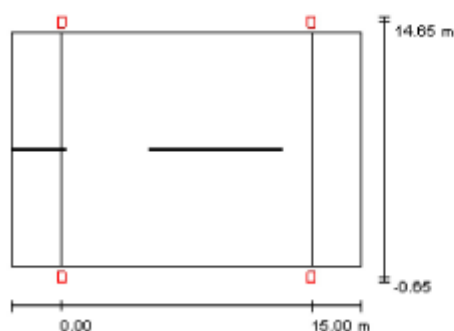
Vial 3: Calle Paralela a la fachada principal de Galería Comercial.

Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 14.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



Luminaria: SECOM 3342 91 20 85 / DURAL 28LED 150°
Flujo luminoso (Luminaria): 11004 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 15000 lm
Potencia de las luminarias: 150.0 W
Organización: bilateral frente a frente
Distancia entre mástiles: 15.000 m
Altura de montaje (1): 8.000 m
Altura del punto de luz: 7.750 m
Saliente sobre la calzada (2): -0.650 m
Inclinación del brazo (3): 0.0 °
Longitud del brazo (4): 0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 140 cd/klm
con 80°: 41 cd/klm
con 90°: 2.68 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Lista del recuadro de evaluación

1 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 15.000 m, Anchura: 14.000 m

Trama: 10 x 10 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE2

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]

20.11

≥ 20.00

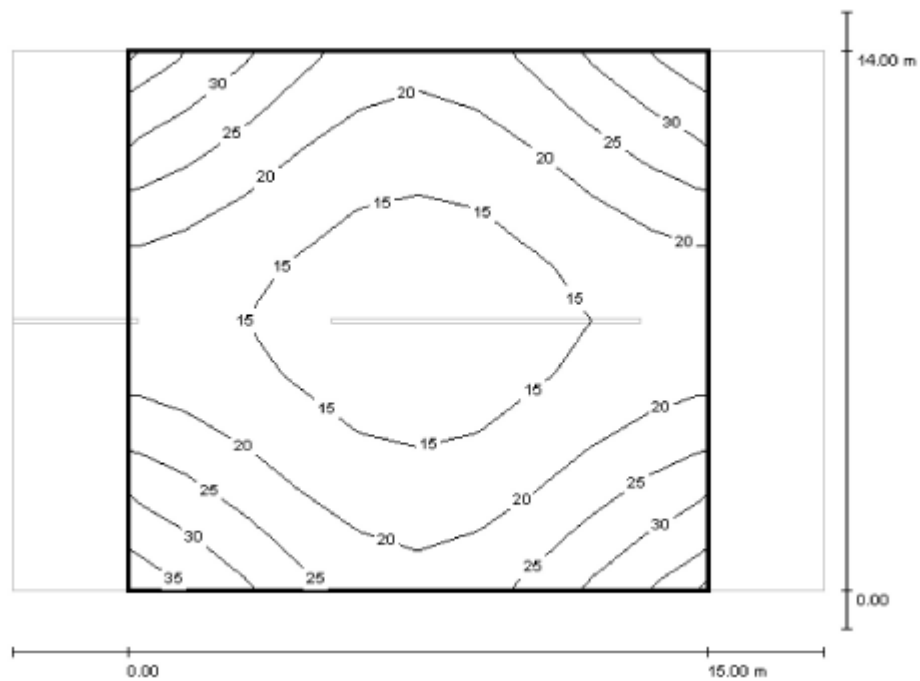


U0

0.60

≥ 0.40





Trama: 10 x 10 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	12	35	0.598	0.346



III.4- INSTALACIÓN ELÉCTRICA GALERÍA COMERCIAL.

III.4.1.- DERIVACIONES INDIVIDUALES A LOCALES COMERCIALES.

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \sin\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \sin\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm^2 .

$\cos\varphi$ = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = Nº de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C .

$$\text{Cu} = 0.018$$

$$\text{Al} = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$\text{Cu} = 0.00392$$

$$\text{Al} = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor ($^\circ\text{C}$).

T_0 = Temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$T_{\max}$ = Temperatura máxima admisible del conductor ($^\circ\text{C}$):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C



I = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$ = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos \varnothing = P / \sqrt{(P^2 + Q^2)}.$$

$$\tan \varnothing = Q / P.$$

$$Q_c = P \times (\tan \varnothing_1 - \tan \varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\varnothing_1$ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\varnothing_2$ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2 \times \pi \times f$; $f = 50$ Hz.

C = Capacidad condensadores (F); $c \times 1000000 (\mu F)$.

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P : Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L : Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,



Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
 L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
 Lc: Longitud total del conductor (m)
 Lp: Longitud total de las picas (m)
 P: Perímetro de las placas (m)

III.4.1.1.- CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES DEL CT-6.

CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES Nº1.

LOCAL 2.1	15000 W
LOCAL 2.2	15000 W
LOCAL 2.3	15000 W
LOCAL 2.4	15000 W
LOCAL 2.5	15000 W
LOCAL 2.6	15000 W
LOCAL 2.7	15000 W
LOCAL 2.8	15000 W
LOCAL 2.9	15000 W
TOTAL....	135000 W

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par. c. (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	135000	15	4x95Cu	243.58	354	0.28	0.28
LOCAL 2.1	15000	118	4x25+TTx16Cu	27.06	103	0.87	1.15
LOCAL 2.2	15000	111	4x25+TTx16Cu	27.06	103	0.82	1.1
LOCAL 2.3	15000	105	4x16+TTx16Cu	27.06	81	1.22	1.5
LOCAL 2.4	15000	99	4x16+TTx16Cu	27.06	81	1.15	1.43
LOCAL 2.5	15000	93	4x16+TTx16Cu	27.06	81	1.08	1.36
LOCAL 2.6	15000	63	4x10+TTx10Cu	27.06	60	1.19	1.47
LOCAL 2.7	15000	57	4x10+TTx10Cu	27.06	60	1.08	1.36
LOCAL 2.8	15000	51	4x10+TTx10Cu	27.06	60	0.96	1.24
LOCAL 2.9	15000	39	4x10+TTx10Cu	27.06	60	0.74	1.02



CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES Nº2.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.11	15000 W
LOCAL 2.12	15000 W
LOCAL 2.13	19200 W
LOCAL 2.14	19300 W
LOCAL 2.16	15000 W
LOCAL 2.17	15000 W
LOCAL 2.18	15000 W
LOCAL 2.35	28400 W
TOTAL....	141900 W

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	141900	15	4x95Cu	256.03	354	0.3	0.3
LOCAL 2.11	15000	36	4x10+TTx10Cu	27.06	60	0.68	0.98
LOCAL 2.12	15000	45	4x10+TTx10Cu	27.06	60	0.85	1.15
LOCAL 2.13	19200	54	4x16+TTx16Cu	34.64	81	0.81	1.11
LOCAL 2.14	19300	62	4x16+TTx16Cu	34.82	81	0.94	1.24
LOCAL 2.16	15000	96	4x16+TTx16Cu	27.06	81	1.11	1.41
LOCAL 2.17	15000	104	4x16+TTx16Cu	27.06	81	1.21	1.5
LOCAL 2.18	15000	109	4x25+TTx16Cu	27.06	103	0.8	1.1
LOCAL 2.35	28400	120	4x50+TTx25Cu	51.24	155	0.84	1.14



CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES Nº3.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.36	15000 W
LOCAL 2.37	15000 W
LOCAL 2.38	15000 W
LOCAL 2.39	15000 W
LOCAL 2.40	18400 W
LOCAL 2.41	18400 W
LOCAL 2.42	18400 W
LOCAL 2.43	18400 W
TOTAL....	133600 W

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par. c. (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	133600	15	4x95Cu	241.05	354	0.28	0.28
LOCAL 2.36	15000	98	4x16+TTx16Cu	27.06	81	1.14	1.41
LOCAL 2.37	15000	93	4x16+TTx16Cu	27.06	81	1.08	1.36
LOCAL 2.38	15000	88	4x16+TTx16Cu	27.06	81	1.02	1.3
LOCAL 2.39	15000	80	4x16+TTx16Cu	27.06	81	0.93	1.21
LOCAL 2.40	18400	72	4x16+TTx16Cu	33.2	81	1.04	1.31
LOCAL 2.41	18400	64	4x16+TTx16Cu	33.2	81	0.92	1.2
LOCAL 2.42	18400	56	4x16+TTx16Cu	33.2	81	0.81	1.08
LOCAL 2.43	18400	48	4x10+TTx10Cu	33.2	60	1.13	1.41

CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES Nº4.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.44	15000 W
LOCAL 2.45	15000 W
LOCAL 2.46	15000 W
LOCAL 2.47	15000 W
LOCAL 2.48	15200 W
LOCAL 2.49	20400 W
LOCAL 2.50	15000 W
LOCAL 2.60	28200 W
TOTAL....	138800 W



Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	138800	15	4x95Cu	250.43	354	0.29	0.29
LOCAL 2.44	15000	48	4x10+TTx10Cu	27.06	60	0.91	1.2
LOCAL 2.45	15000	53	4x10+TTx10Cu	27.06	60	1	1.29
LOCAL 2.46	15000	58	4x10+TTx10Cu	27.06	60	1.09	1.38
LOCAL 2.47	15000	64	4x10+TTx10Cu	27.06	60	1.21	1.5
LOCAL 2.48	15200	77	4x16+TTx16Cu	27.42	81	0.91	1.2
LOCAL 2.49	20400	86	4x25+TTx16Cu	36.81	103	0.87	1.16
LOCAL 2.50	15000	94	4x16+TTx16Cu	27.06	81	1.09	1.38
LOCAL 2.60	28200	113	4x35+TTx16Cu	50.88	127	1.14	1.43

CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES N°5.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.34 48900 W
TOTAL.... 48900 W

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	48900	15	4x95Cu	88.23	354	0.09	0.09
LOCAL 2.34	48900	132	3x95/50+TTx50Cu	88.23	241	0.84	0.94

III.4.1.2.- CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES DEL CT-9.

TRAFO 1. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES N°1.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.21 15000 W
LOCAL 2.22 15000 W
LOCAL 2.23 15000 W
LOCAL 2.25 15000 W
LOCAL 2.26 15000 W
LOCAL 2.27 15000 W
LOCAL 2.29 15000 W
LOCAL 2.30 15000 W
LOCAL 2.31 15000 W
TOTAL.... 135000 W



Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par. c. (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	135000	15	4x95Cu	243.58	354	0.28	0.28
LOCAL 2.21	15000	62	4x10+TTx10Cu	27.06	60	1.17	1.45
LOCAL 2.22	15000	52	4x10+TTx10Cu	27.06	60	0.98	1.26
LOCAL 2.23	15000	45	4x10+TTx10Cu	27.06	60	0.85	1.13
LOCAL 2.25	15000	77	4x16+TTx16Cu	27.06	81	0.89	1.17
LOCAL 2.26	15000	83	4x16+TTx16Cu	27.06	81	0.96	1.24
LOCAL 2.27	15000	89	4x16+TTx16Cu	27.06	81	1.03	1.31
LOCAL 2.29	15000	107	4x25+TTx16Cu	27.06	103	0.79	1.07
LOCAL 2.30	15000	111	4x25+TTx16Cu	27.06	103	0.82	1.1
LOCAL 2.31	15000	116	4x25+TTx16Cu	27.06	103	0.85	1.14

TRAFO 1. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES Nº2.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.51	15000 W
LOCAL 2.52	15000 W
LOCAL 2.53	15000 W
LOCAL 2.54	24200 W
LOCAL 2.55	25000 W
LOCAL 2.56	17800 W
LOCAL 2.57	15000 W
LOCAL 2.58	20200 W
TOTAL....	147200 W

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par. c. (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	147200	15	4x95Cu	265.59	354	0.31	0.31
LOCAL 2.51	15000	75	4x16+TTx16Cu	27.06	81	0.87	1.18
LOCAL 2.52	15000	68	4x16+TTx16Cu	27.06	81	0.79	1.1
LOCAL 2.53	15000	56	4x10+TTx10Cu	27.06	60	1.06	1.37
LOCAL 2.54	24200	56	4x16+TTx16Cu	43.66	81	1.08	1.39
LOCAL 2.55	25000	74	4x25+TTx16Cu	45.11	103	0.93	1.24
LOCAL 2.56	17800	88	4x25+TTx16Cu	32.12	103	0.77	1.08
LOCAL 2.57	15000	121	4x25+TTx16Cu	27.06	103	0.89	1.2
LOCAL 2.58	20200	131	4x35+TTx16Cu	36.45	127	0.93	1.24



TRAFO 1. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES N°3.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.28	97300 W
TOTAL.....	97300 W

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	97300	15	4x95Cu	175.56	354	0.19	0.19
LOCAL 2.28	97300	94	3x95/50+TTx50C	175.56	241	1.28	1.48

TRAFO 1. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES N°4.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.32	121900 W
TOTAL.....	121900 W

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	121900	15	4x150Cu	219.94	479.5	0.15	0.15
LOCAL 2.32	121900	124	3x150/95+TTx95Cu	219.94	322	1.33	1.48



TRAFO 1. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES Nº5.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.33 65600 W
TOTAL.... 65600 W

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	65600	15	4x95Cu	118.36	354	0.13	0.13
LOCAL 2.33	65600	146	3x95/50+TTx50Cu	118.36	241	1.28	1.4

TRAFO 2. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES Nº6.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.19 164900 W
TOTAL.... 164900 W

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	164900	15	4x240Cu	297.52	654	0.13	0.13
LOCAL 2.19	164900	88	3x240/150+TTx120Cu	297.52	435	0.8	0.93

TRAFO 2. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES Nº7.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.20 124100 W
TOTAL.... 124100 W

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	124100	15	4x150Cu	223.91	479.5	0.16	0.16
LOCAL 2.20	124100	71	3x150/95+TTx95Cu	223.91	322	0.78	0.93



TRAFO 2. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES N°8.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.24 162800 W
TOTAL.... 162800 W

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par. c. (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	162800	15	4x240Cu	293.74	654	0.13	0.13
LOCAL 2.24	162800	51	3x240/150Cu	293.74	435	0.45	0.58

TRAFO 2. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES N°9.

- Potencia total instalada:

LOCAL 2.59 54200 W
TOTAL.... 54200 W

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par. c. (%)	C.T.Total (%)
LINEA GENERAL ALIMENT.	54200	15	4x95Cu	97.79	354	0.11	0.11
LOCAL 2.59	54200	140	3x95/50Cu	97.79	241	1	1.1

III.4.2.- CALCULOS INSTALACIÓN ELÉCTRICA GALERÍA COMERCIAL.

A continuación se adjuntan los cálculos eléctricos correspondiente a la instalación tanto de alumbrado, como de fuerza proyectados para la Galería Comercial.

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \sin\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \sin\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:



Pc = Potencia de Cálculo en Watios.
L = Longitud de Cálculo en metros.
e = Caída de tensión en Voltios.
K = Conductividad.
I = Intensidad en Amperios.
U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
S = Sección del conductor en mm².
Cos φ = Coseno de φ . Factor de potencia.
R = Rendimiento. (Para líneas motor).
n = Nº de conductores por fase.
Xu = Reactancia por unidad de longitud en m Ω /m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$
$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$
$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

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

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

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

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b: intensidad utilizada en el circuito.

I_z: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I₂: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I₂ se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I_n como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos \varnothing = P / \sqrt{(P^2 + Q^2)}.$$

$$\tan \varnothing = Q / P.$$

$$Q_c = P \times (\tan \varnothing_1 - \tan \varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$



$C = Qc \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega$; (Trifásico conexión triángulo).
Siendo:
 P = Potencia activa instalación (kW).
 Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).
 Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).
 $\phi 1$ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.
 $\phi 2$ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.
 U = Tensión compuesta (V).
 $\omega = 2 \times \pi \times f$; $f = 50$ Hz.
 C = Capacidad condensadores (F); $c \times 1000000$ (μF).

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,
 R_t : Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
 P : Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,
 R_t : Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
 L : Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,
 R_t : Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
 L : Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c / 2\rho + L_p / \rho + P / 0,8\rho)$$

Siendo,
 R_t : Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
 L_c : Longitud total del conductor (m)
 L_p : Longitud total de las picas (m)
 P : Perímetro de las placas (m)



DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

LT1	1627 W
LT2	1627 W
LT3	2207 W
LT5	5318 W
LT6	2207 W
LT7	2207 W
LT8	2207 W
F1.-O/U GALERIA 1	800 W
F2.-O/U GALERIA 2	800 W
F3.-O/U GALERIA 3	800 W
F4.-O/U GALERIA 4	800 W
A/A GALERIA 1	70000 W
A/A GALERIA 2	70000 W
A/A GALERIA 3	70000 W
A/A GALERIA 4	70000 W
G.P.INCENDIOS	7360 W
CENTRAL INCENDIOS	500 W
LT4	2207 W
A.EXT.1	4650 W
A.EXT.2	5250 W
1.1.1	1800 W
1.4.1	1800 W
1.7.1	1350 W
G1.E1	110 W
1.2.1	1800 W
1.5.1	1500 W
G1.E2	120 W
1.3.1	1800 W
1.6.1	1200 W
G1.E3	80 W
2.1.1	1500 W
2.4.1	1500 W
2.3.2	1350 W
G2.E1	140 W
2.2.1	1500 W
2.1.2	1350 W
2.4.2	1350 W
2.3.1	1500 W
2.2.2	1350 W
G2.E2	140 W
3.1.1	1200 W
3.4.1	1650 W
3.7.1	1350 W
G3.E1	130 W
3.2.1	1050 W
3.5.1	1350 W
G3.E2	90 W
3.3.1	1050 W
3.6.1	1500 W
4.1.1	2250 W
4.4.1	1800 W
4.3.2	1500 W
G4.E1	150 W
4.2.1	1800 W
4.1.2	1500 W
4.4.2	1500 W
4.3.1	1800 W
4.2.2	1500 W



G4.E2	120 W
P1.A1	60 W
P1.E1	60 W
P2.A1	696 W
P3.A1	60 W
P4.A1	232 W
P1.A2	60 W
P2.A2	696 W
P2.E1	60 W
P3.A2	55 W
P4.A2	232 W
P1.A3	292 W
P2.A3	812 W
P3.A3	50 W
P3.E1	60 W
P3.A4	580 W
P4.A3	348 W
P4.E1	60 W
AS1.A1	816 W
AS1.E1	60 W
AS2.A1	1048 W
AS2.E1	60 W
TOTAL....	373494 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 67934
- Potencia Instalada Fuerza (W): 305560
- Potencia Máxima Admisible (W): 376328.97

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 80 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia de cálculo: 350000 W.

$$I = 350000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 631.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(4x150)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 726 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm. Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 77.83

$$e(\text{parcial}) = 80 \times 350000 / (45.29 \times 400 \times 2 \times 150) = 5.15 \text{ V.} = 1.29 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 800 A. Térmico reg. Int.Reg.: 679 A.

Cálculo de la Línea: C.CONMUTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 93 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia activa: 123.72 kW.
- Potencia aparente generador: 170 kVA.

$$I = C_g \times S_g \times 1000 / (1.732 \times U) = 1.25 \times 170 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 306.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x150+TTx95mm²Cu



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 363 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 100x60 mm. Sección útil: 4175 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 75.7

e(parcial)=93x136000/45.6x400x150=4.62 V.=1.16 %

e(total)=1.16% ADMIS (1.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 310 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Contactador:

Contactador Tetrapolar In: 450 A.

Contactador Tetrapolar In: 450 A.

Cálculo de la Línea: LT1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 100 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1627 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1728.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=1728.6/1,732 \times 400 \times 0.8=3.12$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

e(parcial)=100x1728.6/51.47x400x6=1.4 V.=0.35 %

e(total)=1.64% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

LT1

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

LT1. A1	116 W
LT1.E1	11 W
LT1.F1	500 W
LT1.F2	1000 W
TOTAL....	1627 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 127

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1500



Cálculo de la Línea: LT1. A1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 116 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $116 \times 1.8 = 208.8 \text{ W}$.

$$I = 208.8 / 230 \times 1 = 0.91 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.11

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 208.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.12 \text{ V} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.69\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT1.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 11 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $11 \times 1.8 = 19.8 \text{ W}$.

$$I = 19.8 / 230 \times 1 = 0.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 19.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.01 \text{ V} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.64\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT1.F1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I = 500 / 230 \times 0.8 = 2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.5

$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.17 \text{ V} = 0.07 \%$

$e(\text{total}) = 1.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT1.F2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: 1000 W.

$I = 1000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 1.8 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.29

$e(\text{parcial}) = 5 \times 1000 / 51.46 \times 400 \times 2.5 = 0.1 \text{ V} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 1.66\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1627 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

1728.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 1728.6 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 3.12 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$e(\text{parcial}) = 90 \times 1728.6 / 51.47 \times 400 \times 6 = 1.26 \text{ V} = 0.31 \%$

$e(\text{total}) = 1.6\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.



Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO LT2

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

LT2. A1	116 W
LT2.E1	11 W
LT2.F1	500 W
LT2.F2	1000 W
TOTAL....	1627 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 127
- Potencia Instalada Fuerza (W): 1500

Cálculo de la Línea: LT2. A1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 116 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $116 \times 1.8 = 208.8 \text{ W}$.

$$I = 208.8 / 230 \times 1 = 0.91 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.11

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 208.8 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.12 \text{ V} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT2.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 11 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $11 \times 1.8 = 19.8 \text{ W}$.

$$I = 19.8 / 230 \times 1 = 0.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:



Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 19.8/51.52 \times 230 \times 1.5=0.01 \text{ V}=0 \%$
 $e(\text{total})=1.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT2.F1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A}$.
Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.5
 $e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 500/51.42 \times 230 \times 2.5=0.17 \text{ V}=0.07 \%$
 $e(\text{total})=1.68\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT2.F2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$I=1000/400 \times 0.8=1.8 \text{ A}$.
Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.29
 $e(\text{parcial})=5 \times 1000/51.46 \times 400 \times 2.5=0.1 \text{ V}=0.02 \%$
 $e(\text{total})=1.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2207 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2772.6 W.(Coef. de Simult.: 1)



$I=2772.6/1,732 \times 400 \times 0.8=5 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: $75 \times 60 \text{ mm}$. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.59

$e(\text{parcial})=90 \times 2772.6/51.41 \times 400 \times 6=2.02 \text{ V.}=0.51 \%$

$e(\text{total})=1.79\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

LT3

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

LT3. A1	696 W
LT3.E1	11 W
LT3.F1	500 W
LT3.F2	1000 W
TOTAL....	2207 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 707

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1500

Cálculo de la Línea: LT3. A1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 696 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$696 \times 1.8=1252.8 \text{ W.}$

$I=1252.8/230 \times 1=5.45 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.96

$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 1252.8/50.79 \times 230 \times 1.5=0.72 \text{ V.}=0.31 \%$

$e(\text{total})=2.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.



Cálculo de la Línea: LT3.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 11 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $11 \times 1.8 = 19.8$ W.

$$I = 19.8 / 230 \times 1 = 0.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 19.8 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.8\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT3.F1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I = 500 / 230 \times 0.8 = 2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.5

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.17 \text{ V.} = 0.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.87\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT3.F2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = 1000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 1.8 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.29

$e(\text{parcial}) = 5 \times 1000 / 51.46 \times 400 \times 2.5 = 0.1 \text{ V} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 1.82\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 5318 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
6372.4 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 6372.4 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 11.5 \text{ A}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.12

$e(\text{parcial}) = 20 \times 6372.4 / 50.94 \times 400 \times 6 = 1.04 \text{ V} = 0.26 \%$

$e(\text{total}) = 1.55\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

SUBCUADRO

LT5

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

LT5.A1	648 W
LT5.A2	648 W
LT5.E1	22 W
LT5.F1	1000 W
LT5.F2	1000 W
LT5.F3	1000 W
LT5.F4	1000 W
TOTAL....	5318 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1318

- Potencia Instalada Fuerza (W): 4000

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1318 W.



- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $2372.4 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 2372.4 / 230 \times 0.8 = 12.89 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.12

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 2372.4 / 50.94 \times 230 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.56\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: LT5.A1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 648 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $648 \times 1.8 = 1166.4 \text{ W.}$

$$I = 1166.4 / 230 \times 1 = 5.07 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.43

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 1166.4 / 50.88 \times 230 \times 1.5 = 1.33 \text{ V.} = 0.58 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.14\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT5.A2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 648 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $648 \times 1.8 = 1166.4 \text{ W.}$

$$I = 1166.4 / 230 \times 1 = 5.07 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.43



$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 1166.4 / 50.88 \times 230 \times 1.5 = 1.33 \text{ V.} = 0.58 \%$
 $e(\text{total})=2.14\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT5.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 22 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $22 \times 1.8 = 39.6 \text{ W.}$

$I = 39.6 / 230 \times 1 = 0.17 \text{ A.}$
Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 39.6 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$
 $e(\text{total})=1.58\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo:
 $4000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 4000 / 230 \times 0.8 = 21.74 \text{ A.}$
Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 48.86
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4000 / 49.91 \times 230 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.02 \%$
 $e(\text{total})=1.56\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: LT5.F1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.



- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 1000 / 51.14 \times 230 \times 2.5=0.34 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=1.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT5.F2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 1000 / 51.14 \times 230 \times 2.5=0.34 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=1.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT5.F3

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 1000 / 51.14 \times 230 \times 2.5=0.34 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=1.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:



I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT5.F4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 1000 / 51.14 \times 230 \times 2.5=0.34 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=1.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 75 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2207 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2772.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=2772.6/1,732 \times 400 \times 0.8=5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.59

$$e(\text{parcial})=75 \times 2772.6 / 51.41 \times 400 \times 6=1.69 \text{ V.}=0.42 \%$$

$$e(\text{total})=1.71\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

LT6

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

LT6. A1

696 W



LT6.E1	11 W
LT6.F1	500 W
LT6.F2	1000 W
TOTAL....	2207 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 707
- Potencia Instalada Fuerza (W): 1500

Cálculo de la Línea: LT6. A1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 696 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $696 \times 1.8 = 1252.8 \text{ W}$.

$$I = 1252.8 / 230 \times 1 = 5.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.96

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 1252.8 / 50.79 \times 230 \times 1.5 = 0.72 \text{ V} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT6.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 11 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $11 \times 1.8 = 19.8 \text{ W}$.

$$I = 19.8 / 230 \times 1 = 0.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 19.8 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.01 \text{ V} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.71\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT6.F1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra



- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.5

$$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.17 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=1.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT6.F2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/1,732 \times 400 \times 0.8=1.8 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.29

$$e(\text{parcial})=5 \times 1000 / 51.46 \times 400 \times 2.5=0.1 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=1.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 95 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2207 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2772.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=2772.6/1,732 \times 400 \times 0.8=5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.59

$$e(\text{parcial})=95 \times 2772.6 / 51.41 \times 400 \times 6=2.13 \text{ V.}=0.53 \%$$



$e(\text{total})=1.82\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

LT7

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

LT7. A1	696 W
LT7.E1	11 W
LT7.F1	500 W
LT7.F2	1000 W
TOTAL....	2207 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 707

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1500

Cálculo de la Línea: LT7. A1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 696 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $696 \times 1.8 = 1252.8 \text{ W}$.

$I = 1252.8 / 230 \times 1 = 5.45 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.96

$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 1252.8 / 50.79 \times 230 \times 1.5 = 0.72 \text{ V} = 0.31 \%$

$e(\text{total}) = 2.13\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT7.E1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 11 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $11 \times 1.8 = 19.8 \text{ W}$.

$I = 19.8 / 230 \times 1 = 0.09 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 19.8 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.01 \text{ V} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 1.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT7.F1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: 500 W.

$I = 500 / 230 \times 0.8 = 2.72 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.5

$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.17 \text{ V} = 0.07 \%$

$e(\text{total}) = 1.9\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT7.F2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: 1000 W.

$I = 1000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 1.8 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.29

$e(\text{parcial}) = 5 \times 1000 / 51.46 \times 400 \times 2.5 = 0.1 \text{ V} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 1.85\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT8



- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 152 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2207 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2772.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=2772.6/1,732 \times 400 \times 0.8=5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.59

$$e(\text{parcial})=152 \times 2772.6 / 51.41 \times 400 \times 6=3.42 \text{ V.}=0.85 \%$$

$$e(\text{total})=2.14\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Final de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

LT8

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

LT8. A1	696 W
LT8.E1	11 W
LT8.F1	500 W
LT8.F2	1000 W
TOTAL....	2207 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 707

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1500

Cálculo de la Línea: LT8. A1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 696 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $696 \times 1.8=1252.8 \text{ W.}$

$$I=1252.8/230 \times 1=5.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.96



$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 1252.8 / 50.79 \times 230 \times 1.5 = 0.72 \text{ V} = 0.31 \%$
 $e(\text{total})=2.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT8.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 11 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $11 \times 1.8 = 19.8 \text{ W}$.

$I = 19.8 / 230 \times 1 = 0.09 \text{ A}$.
Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 19.8 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.01 \text{ V} = 0 \%$
 $e(\text{total})=2.15\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT8.F1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$I = 500 / 230 \times 0.8 = 2.72 \text{ A}$.
Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.5
 $e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.17 \text{ V} = 0.07 \%$
 $e(\text{total})=2.22\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT8.F2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.



$I=1000/1,732 \times 400 \times 0.8=1.8 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.29

$e(\text{parcial})=5 \times 1000/51.46 \times 400 \times 2.5=0.1 \text{ V.}=0.02 \%$

$e(\text{total})=2.17\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: F1.-O/U GALERIA 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Mult.Aire Dist.Pared $\geq 0,3D$

- Longitud: 140 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	80	20	20	20
Pot.nudo(W)	200	200	200	200

- Potencia a instalar: 800 W.

- Potencia de cálculo: 800 W.

$I=800/230 \times 0.8=4.35 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.87

$e(\text{parcial})=2 \times 110 \times 800/51.35 \times 230 \times 2.5=5.96 \text{ V.}=2.59 \%$

$e(\text{total})=3.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: F2.-O/U GALERIA 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Mult.Aire Dist.Pared $\geq 0,3D$

- Longitud: 140 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	80	20	20	20
Pot.nudo(W)	200	200	200	200

- Potencia a instalar: 800 W.

- Potencia de cálculo: 800 W.

$I=800/230 \times 0.8=4.35 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 33 A. según ITC-BT-19



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.87

$e(\text{parcial})=2 \times 110 \times 800 / 51.35 \times 230 \times 2.5 = 5.96 \text{ V.} = 2.59 \%$
 $e(\text{total})=3.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: F3.-O/U GALERIA 3

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Mult.Aire Dist.Pared $\geq 0,3D$

- Longitud: 140 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	80	20	20	20
Pot.nudo(W)	200	200	200	200

- Potencia a instalar: 800 W.

- Potencia de cálculo: 800 W.

$I=800/230 \times 0.8=4.35 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.87

$e(\text{parcial})=2 \times 110 \times 800 / 51.35 \times 230 \times 2.5 = 5.96 \text{ V.} = 2.59 \%$
 $e(\text{total})=3.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: F4.-O/U GALERIA 4

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Mult.Aire Dist.Pared $\geq 0,3D$

- Longitud: 140 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	80	20	20	20
Pot.nudo(W)	200	200	200	200

- Potencia a instalar: 800 W.

- Potencia de cálculo: 800 W.

$I=800/230 \times 0.8=4.35 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.87

$e(\text{parcial})=2 \times 110 \times 800 / 51.35 \times 230 \times 2.5 = 5.96 \text{ V.} = 2.59 \%$



$e(\text{total})=3.88\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: A/A GALERIA 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 70000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $70000 \times 1.25 = 87500$ W.

$I = 87500 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 157.87$ A.

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 259 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.58

$e(\text{parcial}) = 90 \times 87500 / (48.26 \times 400 \times 95) = 4.29$ V. = 1.07 %

$e(\text{total}) = 2.36\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 160 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: A/A GALERIA 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 70000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $70000 \times 1.25 = 87500$ W.

$I = 87500 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 157.87$ A.

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 259 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.58

$e(\text{parcial}) = 90 \times 87500 / (48.26 \times 400 \times 95) = 4.29$ V. = 1.07 %

$e(\text{total}) = 2.36\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 160 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: A/A GALERIA 3



- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 70000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $70000 \times 1.25 = 87500 \text{ W.}$

$$I = 87500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 157.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 259 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.58

$$e(\text{parcial}) = 90 \times 87500 / 48.26 \times 400 \times 95 \times 1 = 4.29 \text{ V.} = 1.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 160 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: A/A GALERIA 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 70000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $70000 \times 1.25 = 87500 \text{ W.}$

$$I = 87500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 157.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 259 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.58

$$e(\text{parcial}) = 90 \times 87500 / 48.26 \times 400 \times 95 \times 1 = 4.29 \text{ V.} = 1.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 160 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: G.P.INCENDIOS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 60 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7360 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $7360 \times 1.25 = 9200 \text{ W.}$

$$I = 9200 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 16.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.51

e(parcial)=60x9200/50.33x400x6x1=4.57 V.=1.14 %

e(total)=2.43% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CENTRAL INCENDIOS

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Mult.Aire Dist.Pared >= 0,3D

- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: 500 W.

$I=500/230 \times 0.8=2.72$ A.

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 33 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.34

e(parcial)=2x5x500/51.45x230x2.5=0.17 V.=0.07 %

e(total)=1.36% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: LT4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 2207 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

2772.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=2772.6/1,732 \times 400 \times 0.8=5$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.59

e(parcial)=5x2772.6/51.41x400x6=0.11 V.=0.03 %

e(total)=1.32% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea



I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección diferencial en Final de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO LT4

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

LT4. A1	696 W
LT4.E1	11 W
LT4.F1	500 W
LT4.F2	1000 W
TOTAL....	2207 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 707
- Potencia Instalada Fuerza (W): 1500

Cálculo de la Línea: LT4. A1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 696 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $696 \times 1.8 = 1252.8 \text{ W}$.

$I = 1252.8 / 230 \times 1 = 5.45 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.96

$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 1252.8 / 50.79 \times 230 \times 1.5 = 0.72 \text{ V} = 0.31 \%$

$e(\text{total}) = 1.63\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT4.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 11 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $11 \times 1.8 = 19.8 \text{ W}$.

$I = 19.8 / 230 \times 1 = 0.09 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19



Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 19.8 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.01 \text{ V} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 1.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: LT4.F1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$I = 500 / 230 \times 0.8 = 2.72 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.5

$e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.17 \text{ V} = 0.07 \%$

$e(\text{total}) = 1.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: LT4.F2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$I = 1000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 1.8 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.29

$e(\text{parcial}) = 5 \times 1000 / 51.46 \times 400 \times 2.5 = 0.1 \text{ V} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 1.34\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: A.EXT.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 160 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;



- Potencia a instalar: 4650 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $4650 \times 1.8 = 8370 \text{ W}$.

$$I = 8370 / 1,732 \times 400 = 12.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.45

$$e(\text{parcial}) = 160 \times 8370 / 50.88 \times 400 \times 6 = 10.97 \text{ V} = 2.74 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contacto Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: A.EXT.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 120 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 5250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $5250 \times 1.8 = 9450 \text{ W}$.

$$I = 9450 / 1,732 \times 400 = 13.64 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 44.4

$$e(\text{parcial}) = 120 \times 9450 / 50.71 \times 400 \times 6 = 9.32 \text{ V} = 2.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contacto Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: GALERIA 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 5060 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $9108 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 9108 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 16.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 46.25
 $e(\text{parcial})=0.3 \times 9108/50.37 \times 400 \times 6=0.02 \text{ V.}=0.01 \%$
 $e(\text{total})=1.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1.1.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 162.5 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	102	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tramo	11	12								
Longitud(m)	5.5	5.5								
P.des.nu.(W)	150	150								
P.inc.nu.(W)	0	0								

- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1800 \times 1.8=3240 \text{ W.}$

$I=3240/1,732 \times 400 \times 1=4.68 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 41.56
 $e(\text{parcial})=132.25 \times 3240/51.23 \times 400 \times 2.5=8.36 \text{ V.}=2.09 \%$
 $e(\text{total})=3.38\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 1.4.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 169.5 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	109	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tramo	11	12								
Longitud(m)	5.5	5.5								
P.des.nu.(W)	150	150								
P.inc.nu.(W)	0	0								



- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1800 \times 1.8 = 3240 \text{ W}$.

$$I = 3240 / 1,732 \times 400 = 4.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.56

$$e(\text{parcial}) = 139.25 \times 3240 / 51.23 \times 400 \times 2.5 = 8.81 \text{ V.} = 2.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.5\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 1.7.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 142.5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	115	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	600	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1350 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1350 \times 1.8 = 2430 \text{ W}$.

$$I = 2430 / 1,732 \times 400 = 3.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.54

$$e(\text{parcial}) = 127.83 \times 2430 / 51.23 \times 400 \times 1.5 = 10.11 \text{ V.} = 2.53 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: G1.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 110 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $110 \times 1.8 = 198 \text{ W}$.

$$I = 198 / 230 = 0.86 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$e(\text{parcial})=2 \times 90 \times 198 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 2.01 \text{ V.} = 0.87 \%$

$e(\text{total})=2.17\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: GALERIA 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3420 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
6156 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=6156/1,732 \times 400 \times 0.8=11.11 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.86

$e(\text{parcial})=0.3 \times 6156 / 50.99 \times 400 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=1.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1.2.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 165.5 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	105	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tramo	11	12
Longitud(m)	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1800x1.8=3240 W.

$I=3240/1,732 \times 400 \times 1=4.68 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.56

$e(\text{parcial})=135.25 \times 3240 / 51.23 \times 400 \times 2.5 = 8.55 \text{ V.} = 2.14 \%$

$e(\text{total})=3.43\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$



Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 1.5.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 160.5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	111	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1500 \times 1.8 = 2700$ W.

$$I = 2700 / 1,732 \times 400 = 3.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.9
 $e(\text{parcial}) = 135.75 \times 2700 / 51.16 \times 400 \times 1.5 = 11.94 \text{ V.} = 2.98 \%$
 $e(\text{total}) = 4.28\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: G1.E2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 100 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 120 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $120 \times 1.8 = 216$ W.

$$I = 216 / 230 = 0.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.08
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 100 \times 216 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 2.43 \text{ V.} = 1.06 \%$
 $e(\text{total}) = 2.35\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: GALERIA 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;



- Potencia a instalar: 3080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
5544 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=5544/1,732 \times 400 \times 0.8=10 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.32

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 5544 / 51.09 \times 400 \times 6=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=1.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1.3.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 167.5 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	107	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tramo	11	12
Longitud(m)	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1800x1.8=3240 W.

$$I=3240/1,732 \times 400 \times 1=4.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.56

$$e(\text{parcial})=137.25 \times 3240 / 51.23 \times 400 \times 2.5=8.68 \text{ V.}=2.17 \%$$

$$e(\text{total})=3.46\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 1.6.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 151.5 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud(m)	113	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0



- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1200 \times 1.8 = 2160 \text{ W}$.

$$I = 2160 / 1,732 \times 400 = 3.12 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.22

$$e(\text{parcial}) = 132.25 \times 2160 / 51.29 \times 400 \times 1.5 = 9.28 \text{ V.} = 2.32 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: G1.E3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 80 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $80 \times 1.8 = 144 \text{ W}$.

$$I = 144 / 230 \times 1 = 0.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.03

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 90 \times 144 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 1.46 \text{ V.} = 0.63 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.93\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: GALERIA 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 4490 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $8082 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 8082 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 14.58 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 44.92

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 8082 / 50.61 \times 400 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 2.1.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 126.5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	77	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1500 \times 1.8 = 2700$ W.

$$I = 2700 / 1,732 \times 400 \times 1 = 3.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.9
 $e(\text{parcial}) = 101.75 \times 2700 / 51.16 \times 400 \times 1.5 = 8.95 \text{ V.} = 2.24 \%$
 $e(\text{total}) = 3.53\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 2.4.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 120.5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	71	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1500 \times 1.8 = 2700$ W.

$$I = 2700 / 1,732 \times 400 \times 1 = 3.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.9
 $e(\text{parcial}) = 95.75 \times 2700 / 51.16 \times 400 \times 1.5 = 8.42 \text{ V.} = 2.11 \%$
 $e(\text{total}) = 3.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.



Cálculo de la Línea: 2.3.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 70.5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	43	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	600	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1350 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1350 \times 1.8 = 2430 \text{ W}$.

$$I = 2430 / 1.732 \times 400 = 3.51 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.54

$$e(\text{parcial}) = 52.17 \times 2430 / 51.23 \times 400 \times 1.5 = 4.12 \text{ V} = 1.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: G2.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 80 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 140 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $140 \times 1.8 = 252 \text{ W}$.

$$I = 252 / 230 = 1.1 \text{ A}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.1

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 80 \times 252 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 2.27 \text{ V} = 0.99 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.28\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: GALERIA 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 4200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $7560 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$



$I=7560/1,732 \times 400 \times 0.8=13.64$ A.

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 44.31

$e(\text{parcial})=0.3 \times 7560/50.72 \times 400 \times 6=0.02$ V.=0 %

$e(\text{total})=1.29\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 2.2.1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 124.5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	75	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1500 \times 1.8=2700$ W.

$I=2700/1,732 \times 400 \times 1=3.9$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.9

$e(\text{parcial})=99.75 \times 2700/51.16 \times 400 \times 1.5=8.77$ V.=2.19 %

$e(\text{total})=3.49\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 2.1.2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 74.5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	47	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	600	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1350 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1350 \times 1.8=2430$ W.

$I=2430/1,732 \times 400 \times 1=3.51$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 41.54
 $e(\text{parcial})=56.17 \times 2430 / 51.23 \times 400 \times 1.5 = 4.44 \text{ V} = 1.11 \%$
 $e(\text{total})=2.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 2.4.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 70.5 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	43	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	600	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1350 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1350 \times 1.8 = 2430 \text{ W}.$

$I=2430/1,732 \times 400 \times 1 = 3.51 \text{ A}.$
Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 41.54
 $e(\text{parcial})=52.17 \times 2430 / 51.23 \times 400 \times 1.5 = 4.12 \text{ V} = 1.03 \%$
 $e(\text{total})=2.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: GALERIA 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2990 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $5382 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I=5382/1,732 \times 400 \times 0.8 = 9.71 \text{ A}.$
Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 42.18
 $e(\text{parcial})=0.3 \times 5382 / 51.11 \times 400 \times 6 = 0.01 \text{ V} = 0 \%$
 $e(\text{total})=1.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:



I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 2.3.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 122.5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	73	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1500 \times 1.8 = 2700$ W.

$I = 2700 / 1,732 \times 400 \times 1 = 3.9$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.9

$e(\text{parcial}) = 97.75 \times 2700 / 51.16 \times 400 \times 1.5 = 8.6$ V. = 2.15 %

$e(\text{total}) = 3.44\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 2.2.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 72.5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	45	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	600	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1350 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1350 \times 1.8 = 2430$ W.

$I = 2430 / 1,732 \times 400 \times 1 = 3.51$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.54

$e(\text{parcial}) = 54.17 \times 2430 / 51.23 \times 400 \times 1.5 = 4.28$ V. = 1.07 %

$e(\text{total}) = 2.36\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: G2.E2



- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 80 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 140 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $140 \times 1.8 = 252 \text{ W.}$

$I = 252 / 230 \times 1 = 1.1 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.1

$e(\text{parcial}) = 2 \times 80 \times 252 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 2.27 \text{ V.} = 0.99 \%$

$e(\text{total}) = 2.28\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: GALERIA 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 4330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $7794 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 7794 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 14.06 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 44.58

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 7794 / 50.67 \times 400 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 1.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 3.1.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 109 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	87	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	600	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1200 \times 1.8 = 2160 \text{ W.}$



$I=2160/1,732 \times 400 \times 1=3.12$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.69

$e(\text{parcial})=95.94 \times 2160/51.39 \times 400 \times 2.5=4.03$ V.=1.01 %

$e(\text{total})=2.3\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 3.4.1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 125 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	70	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tramo	11
Longitud(m)	5.5
P.des.nu.(W)	150
P.inc.nu.(W)	0

- Potencia a instalar: 1650 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1650 \times 1.8=2970$ W.

$I=2970/1,732 \times 400 \times 1=4.29$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.31

$e(\text{parcial})=97.5 \times 2970/51.27 \times 400 \times 2.5=5.65$ V.=1.41 %

$e(\text{total})=2.7\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 3.7.1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 112 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Longitud(m)	68	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1350 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1350 \times 1.8=2430$ W.



$I=2430/1,732 \times 400 \times 1=3.51$ A.
Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.88
 $e(\text{parcial})=90 \times 2430/51.35 \times 400 \times 2.5=4.26$ V.=1.06 %
 $e(\text{total})=2.36\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: G3.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 100 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 130 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $130 \times 1.8=234$ W.

$I=234/230 \times 1=1.02$ A.
Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.09
 $e(\text{parcial})=2 \times 100 \times 234/51.5 \times 230 \times 1.5=2.63$ V.=1.15 %
 $e(\text{total})=2.44\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: GALERIA 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2490 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 4482 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=4482/1,732 \times 400 \times 0.8=8.09$ A.
Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.51
 $e(\text{parcial})=0.3 \times 4482/51.23 \times 400 \times 6=0.01$ V.=0 %
 $e(\text{total})=1.29\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.



Cálculo de la Línea: 3.2.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 114 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7
Longitud(m)	81	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1050 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1050 \times 1.8 = 1890 \text{ W}$.

$$I = 1890 / 1,732 \times 400 \times 1 = 2.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.53

$$e(\text{parcial}) = 97.5 \times 1890 / 51.42 \times 400 \times 2.5 = 3.58 \text{ V} = 0.9 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 3.5.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 112 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Longitud(m)	68	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1350 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1350 \times 1.8 = 2430 \text{ W}$.

$$I = 2430 / 1,732 \times 400 \times 1 = 3.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.88

$$e(\text{parcial}) = 90 \times 2430 / 51.35 \times 400 \times 2.5 = 4.26 \text{ V} = 1.06 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.36\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: G3.E2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor



- Longitud: 100 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 90 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $90 \times 1.8 = 162$ W.

$$I = 162 / 230 \times 1 = 0.7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.04

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 100 \times 162 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 1.82 \text{ V.} = 0.79 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: GALERIA 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $4590 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 4590 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 8.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.59

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 4590 / 51.22 \times 400 \times 6 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 3.3.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 108 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7
Longitud(m)	75	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1050 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1050 \times 1.8 = 1890$ W.

$$I = 1890 / 1,732 \times 400 \times 1 = 2.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.53
 $e(\text{parcial})=91.5 \times 1890 / 51.42 \times 400 \times 2.5 = 3.36 \text{ V.} = 0.84 \%$
 $e(\text{total})=2.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 3.6.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 117.5 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	68	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1500 \times 1.8 = 2700 \text{ W.}$

$I = 2700 / 1,732 \times 400 \times 1 = 3.9 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 41.08
 $e(\text{parcial})=92.75 \times 2700 / 51.31 \times 400 \times 2.5 = 4.88 \text{ V.} = 1.22 \%$
 $e(\text{total})=2.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: GALERIA 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 5700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $10260 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 10260 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 18.51 \text{ A.}$
Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 47.93
 $e(\text{parcial})=0.3 \times 10260 / 50.07 \times 400 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$
 $e(\text{total})=1.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:



I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 4.1.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 99 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Longitud(m)	55	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	600	150	150	150	600	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 2250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $2250 \times 1.8 = 4050$ W.

$$I = 4050 / 1,732 \times 400 \times 1 = 5.85 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 42.43

$$e(\text{parcial}) = 74.8 \times 4050 / 51.06 \times 400 \times 2.5 = 5.93 \text{ V.} = 1.48 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.78\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 4.4.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 105 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Longitud(m)	61	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	600	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1800 \times 1.8 = 3240$ W.

$$I = 3240 / 1,732 \times 400 \times 1 = 4.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.56

$$e(\text{parcial}) = 78.88 \times 3240 / 51.23 \times 400 \times 2.5 = 4.99 \text{ V.} = 1.25 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.54\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 4.3.2



- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 65.5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7
Longitud(m)	35	3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	600	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1500 \times 1.8 = 2700 \text{ W}$.

$$I = 2700 / 230 \times 1 = 11.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.4

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 45.05 \times 2700 / 50.89 \times 230 \times 4 = 5.2 \text{ V.} = 2.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.55\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: G4.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 100 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 150 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $150 \times 1.8 = 270 \text{ W}$.

$$I = 270 / 230 \times 1 = 1.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 100 \times 270 / 51.49 \times 230 \times 1.5 = 3.04 \text{ V.} = 1.32 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: GALERIA 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 4800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $8640 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 8640 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 15.59 \text{ A.}$$



Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.63

e(parcial)=0.3x8640/50.48x400x6=0.02 V.=0.01 %

e(total)=1.29% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 4.2.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 101 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Longitud(m)	57	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	600	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1800x1.8=3240 W.

I=3240/1,732x400x1=4.68 A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.56

e(parcial)=74.88x3240/51.23x400x2.5=4.74 V.=1.18 %

e(total)=2.48% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 4.1.2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 60.5 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7
Longitud(m)	30	3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	600	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1500x1.8=2700 W.

I=2700/230x1=11.74 A.

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 45 A. según ITC-BT-19



Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.4

$e(\text{parcial}) = 2 \times 40.05 \times 2700 / 50.89 \times 230 \times 4 = 4.62 \text{ V} = 2.01 \%$

$e(\text{total}) = 3.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 4.4.2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 67.5 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7
Longitud(m)	37	3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	600	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1500 \times 1.8 = 2700 \text{ W}.$

$I = 2700 / 230 \times 1 = 11.74 \text{ A}.$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.4

$e(\text{parcial}) = 2 \times 47.05 \times 2700 / 50.89 \times 230 \times 4 = 5.43 \text{ V} = 2.36 \%$

$e(\text{total}) = 3.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: GALERIA 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 3420 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $6156 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 6156 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 11.11 \text{ A}.$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.86

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 6156 / 50.99 \times 400 \times 6 = 0.02 \text{ V} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 1.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:



Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 4.3.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 103 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Longitud(m)	59	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	150	600	150	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1800 \times 1.8 = 3240$ W.

$$I = 3240 / 1.732 \times 400 \times 1 = 4.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.56

$$e(\text{parcial}) = 76.88 \times 3240 / 51.23 \times 400 \times 2.5 = 4.86 \text{ V.} = 1.22 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 4.2.2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 62.5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7
Longitud(m)	32	3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
P.des.nu.(W)	600	150	150	150	150	150	150
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1500 \times 1.8 = 2700$ W.

$$I = 2700 / 230 \times 1 = 11.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.4

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 42.05 \times 2700 / 50.89 \times 230 \times 4 = 4.85 \text{ V.} = 2.11 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: G4.E2

- Tensión de servicio: 230 V.



- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 100 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 120 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $120 \times 1.8 = 216 \text{ W}$.

$I = 216 / 230 \times 1 = 0.94 \text{ A}$.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.08

$e(\text{parcial}) = 2 \times 100 \times 216 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 2.43 \text{ V} = 1.06 \%$

$e(\text{total}) = 2.35\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: PASILLOS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1108 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1994.4 \text{ W (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 1994.4 / 230 \times 0.8 = 10.84 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 42.2

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1994.4 / 51.11 \times 230 \times 6 = 0.02 \text{ V} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 1.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: P1.A1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 60 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $60 \times 1.8 = 108 \text{ W}$.

$I = 108 / 230 \times 1 = 0.47 \text{ A}$.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:



Temperatura cable (°C): 40.02
 $e(\text{parcial})=2 \times 90 \times 108 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 1.09 \text{ V} = 0.48 \%$
 $e(\text{total})=1.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: P1.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 60 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $60 \times 1.8 = 108 \text{ W}$.

$I = 108 / 230 \times 1 = 0.47 \text{ A}$.
Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.02
 $e(\text{parcial})=2 \times 90 \times 108 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 1.09 \text{ V} = 0.48 \%$
 $e(\text{total})=1.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: P2.A1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; $\cos \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 696 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $696 \times 1.8 = 1252.8 \text{ W}$.

$I = 1252.8 / 230 \times 1 = 5.45 \text{ A}$.
Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 42.58
 $e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 1252.8 / 51.04 \times 230 \times 1.5 = 3.56 \text{ V} = 1.55 \%$
 $e(\text{total})=2.84\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: P3.A1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 70 m; $\cos \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 60 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $60 \times 1.8 = 108 \text{ W}$.



$I=108/230 \times 1=0.47$ A.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$e(\text{parcial})=2 \times 70 \times 108/51.51 \times 230 \times 1.5=0.85$ V.=0.37 %

$e(\text{total})=1.67\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: P4.A1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 140 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 232 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$232 \times 1.8=417.6$ W.

$I=417.6/230 \times 1=1.82$ A.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.29

$e(\text{parcial})=2 \times 140 \times 417.6/51.46 \times 230 \times 1.5=6.59$ V.=2.86 %

$e(\text{total})=4.16\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: PASILLOS

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1103 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

1985.4 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=1985.4/230 \times 0.8=10.79$ A.

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 42.18

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1985.4/51.11 \times 230 \times 6=0.02$ V.=0.01 %

$e(\text{total})=1.3\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:



Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: P1.A2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 95 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 60 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $60 \times 1.8 = 108 \text{ W}$.

$$I = 108 / 230 \times 1 = 0.47 \text{ A}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 95 \times 108 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 1.15 \text{ V} = 0.5 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.8\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: P2.A2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 696 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $696 \times 1.8 = 1252.8 \text{ W}$.

$$I = 1252.8 / 230 \times 1 = 5.45 \text{ A}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 42.58

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 1252.8 / 51.04 \times 230 \times 1.5 = 2.13 \text{ V} = 0.93 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.22\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: P2.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 60 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $60 \times 1.8 = 108 \text{ W}$.

$$I = 108 / 230 \times 1 = 0.47 \text{ A}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19



Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial}) = 2 \times 90 \times 108 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 1.09 \text{ V} = 0.48 \%$

$e(\text{total}) = 1.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: P3.A2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 65 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 55 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $55 \times 1.8 = 99 \text{ W}.$

$I = 99 / 230 \times 1 = 0.43 \text{ A}.$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial}) = 2 \times 65 \times 99 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.72 \text{ V} = 0.31 \%$

$e(\text{total}) = 1.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: P4.A2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 135 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 232 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $232 \times 1.8 = 417.6 \text{ W}.$

$I = 417.6 / 230 \times 1 = 1.82 \text{ A}.$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.29

$e(\text{parcial}) = 2 \times 135 \times 417.6 / 51.46 \times 230 \times 1.5 = 6.35 \text{ V} = 2.76 \%$

$e(\text{total}) = 4.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: PASILLOS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;



- Potencia a instalar: 1794 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3229.2 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 3229.2 / 230 \times 0.8 = 17.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 45.78

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 3229.2 / 50.46 \times 230 \times 6 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: P1.A3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 292 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $292 \times 1.8 = 525.6 \text{ W.}$

$$I = 525.6 / 230 \times 1 = 2.29 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.45

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 90 \times 525.6 / 51.43 \times 230 \times 1.5 = 5.33 \text{ V.} = 2.32 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: P2.A3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 30 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 812 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $812 \times 1.8 = 1461.6 \text{ W.}$

$$I = 1461.6 / 230 \times 1 = 6.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.51

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 1461.6 / 50.87 \times 230 \times 1.5 = 5 \text{ V.} = 2.17 \%$$



$e(\text{total})=3.47\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: P3.A3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 65 m; $\cos \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $50 \times 1.8 = 90 \text{ W}$.

$I = 90 / 230 \times 1 = 0.39 \text{ A}$.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.01

$e(\text{parcial}) = 2 \times 65 \times 90 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.66 \text{ V} = 0.29 \%$

$e(\text{total}) = 1.59\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: P3.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 60 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $60 \times 1.8 = 108 \text{ W}$.

$I = 108 / 230 \times 1 = 0.47 \text{ A}$.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$e(\text{parcial}) = 2 \times 90 \times 108 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 1.09 \text{ V} = 0.48 \%$

$e(\text{total}) = 1.78\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: P3.A4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 75 m; $\cos \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 580 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $580 \times 1.8 = 1044 \text{ W}$.

$I = 1044 / 230 \times 1 = 4.54 \text{ A}$.



Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 33 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.95

$e(\text{parcial}) = 2 \times 75 \times 1044 / 51.34 \times 230 \times 2.5 = 5.3 \text{ V.} = 2.31 \%$

$e(\text{total}) = 3.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: PASILLOS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 408 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
734.4 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 734.4 / 230 \times 0.8 = 3.99 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.3

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 734.4 / 51.46 \times 230 \times 6 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 1.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: P4.A3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 130 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 348 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $348 \times 1.8 = 626.4 \text{ W.}$

$I = 626.4 / 230 \times 1 = 2.72 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.34

$e(\text{parcial}) = 2 \times 130 \times 626.4 / 51.45 \times 230 \times 2.5 = 5.5 \text{ V.} = 2.39 \%$

$e(\text{total}) = 3.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.



Cálculo de la Línea: P4.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 130 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 60 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $60 \times 1.8 = 108 \text{ W}$.

$$I = 108 / 230 \times 1 = 0.47 \text{ A}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 130 \times 108 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 1.58 \text{ V} = 0.69 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.98\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ASEOS 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 876 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 1576.8 W . (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 1576.8 / 230 \times 0.8 = 8.57 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.38

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1576.8 / 51.26 \times 230 \times 6 = 0.01 \text{ V} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: AS1.A1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 816 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $816 \times 1.8 = 1468.8 \text{ W}$.

$$I = 1468.8 / 230 \times 1 = 6.39 \text{ A}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 45 A. según ITC-BT-19



Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.01

$e(\text{parcial}) = 2 \times 90 \times 1468.8 / 51.33 \times 230 \times 4 = 5.6 \text{ V.} = 2.43 \%$

$e(\text{total}) = 3.73\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: AS1.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 60 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $60 \times 1.8 = 108 \text{ W.}$

$I = 108 / 230 \times 1 = 0.47 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial}) = 2 \times 90 \times 108 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 1.09 \text{ V.} = 0.48 \%$

$e(\text{total}) = 1.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: ASEOS 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1108 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1994.4 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 1994.4 / 230 \times 0.8 = 10.84 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.2

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1994.4 / 51.11 \times 230 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 1.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: AS2.A1

- Tensión de servicio: 230 V.



- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1048 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1048 \times 1.8 = 1886.4$ W.

$$I = 1886.4 / 230 \times 1 = 8.2 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.66

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 90 \times 1886.4 / 51.21 \times 230 \times 4 = 7.21 \text{ V.} = 3.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.43\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: AS2.E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 90 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 60 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $60 \times 1.8 = 108$ W.

$$I = 108 / 230 \times 1 = 0.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm^2 .

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 90 \times 108 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 1.09 \text{ V.} = 0.48 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm^2)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)
DERIVACION IND.	350000	80	$2(4 \times 150) \text{ Cu}$	631.5	726	1.29	1.29
C.CONMUTACION	170000	93	$4 \times 150 + TT \times 35 \text{ Cu}$	306.73	363	1.16	1.16
LT1	1728.6	100	$4 \times 6 + TT \times 6 \text{ Cu}$	3.12	46	0.35	1.64
LT2	1728.6	90	$4 \times 6 + TT \times 6 \text{ Cu}$	3.12	46	0.31	1.6
LT3	2772.6	90	$4 \times 6 + TT \times 6 \text{ Cu}$	5	46	0.51	1.79
LT5	6372.4	20	$4 \times 6 + TT \times 6 \text{ Cu}$	11.5	46	0.26	1.55
LT6	2772.6	75	$4 \times 6 + TT \times 6 \text{ Cu}$	5	46	0.42	1.71
LT7	2772.6	95	$4 \times 6 + TT \times 6 \text{ Cu}$	5	46	0.53	1.82
LT8	2772.6	152	$4 \times 6 + TT \times 6 \text{ Cu}$	5	46	0.85	2.14
F1.-O/U GALERIA 1	800	140	$2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ Cu}$	4.35	33	2.59	3.88
F2.-O/U GALERIA 2	800	140	$2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ Cu}$	4.35	33	2.59	3.88
F3.-O/U GALERIA 3	800	140	$2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ Cu}$	4.35	33	2.59	3.88
F4.-O/U GALERIA 4	800	140	$2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ Cu}$	4.35	33	2.59	3.88



A/A GALERIA 1	87500	90	4x95+TTx25Cu	157.87	259	1.07	2.36
A/A GALERIA 2	87500	90	4x95+TTx25Cu	157.87	259	1.07	2.36
A/A GALERIA 3	87500	90	4x95+TTx25Cu	157.87	259	1.07	2.36
A/A GALERIA 4	87500	90	4x95+TTx20Cu	157.87	259	1.07	2.36
G.P.INCENDIOS	9200	60	4x6+TTx6Cu	16.6	46	1.14	2.43
CENTRAL INCENDIOS	500	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	33	0.07	1.36
LT4	2772.6	5	4x6+TTx6Cu	5	46	0.03	1.32
A.EXT.1	8370	160	4x6+TTx6Cu	12.08	46	2.74	4.03
A.EXT.2	9450	120	4x6+TTx6Cu	13.64	46	2.33	3.62
GALERIA 1	9108	0.3	4x6Cu	16.43	36	0.01	1.29
1.1.1	3240	162.5	4x2.5+TTx2.5Cu	4.68	26.5	2.09	3.38
1.4.1	3240	169.5	4x2.5+TTx2.5Cu	4.68	26.5	2.2	3.5
1.7.1	2430	142.5	4x1.5+TTx1.5Cu	3.51	20	2.53	3.82
G1.E1	198	90	2x1.5+TTx1.5Cu	0.86	24	0.87	2.17
GALERIA 1	6156	0.3	4x6Cu	11.11	36	0	1.29
1.2.1	3240	165.5	4x2.5+TTx2.5Cu	4.68	26.5	2.14	3.43
1.5.1	2700	160.5	4x1.5+TTx1.5Cu	3.9	20	2.98	4.28
G1.E2	216	100	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	24	1.06	2.35
GALERIA 1	5544	0.3	4x6Cu	10	36	0	1.29
1.3.1	3240	167.5	4x2.5+TTx2.5Cu	4.68	26.5	2.17	3.46
1.6.1	2160	151.5	4x1.5+TTx1.5Cu	3.12	20	2.32	3.61
G1.E3	144	90	2x1.5+TTx1.5Cu	0.63	24	0.63	1.93
GALERIA 2	8082	0.3	4x6Cu	14.58	36	0	1.29
2.1.1	2700	126.5	4x1.5+TTx1.5Cu	3.9	20	2.24	3.53
2.4.1	2700	120.5	4x1.5+TTx1.5Cu	3.9	20	2.11	3.4
2.3.2	2430	70.5	4x1.5+TTx1.5Cu	3.51	20	1.03	2.32
G2.E1	252	80	2x1.5+TTx1.5Cu	1.1	24	0.99	2.28
GALERIA 2	7560	0.3	4x6Cu	13.64	36	0	1.29
2.2.1	2700	124.5	4x1.5+TTx1.5Cu	3.9	20	2.19	3.49
2.1.2	2430	74.5	4x1.5+TTx1.5Cu	3.51	20	1.11	2.4
2.4.2	2430	70.5	4x1.5+TTx1.5Cu	3.51	20	1.03	2.32
GALERIA 2	5382	0.3	4x6Cu	9.71	36	0	1.29
2.3.1	2700	122.5	4x1.5+TTx1.5Cu	3.9	20	2.15	3.44
2.2.2	2430	72.5	4x1.5+TTx1.5Cu	3.51	20	1.07	2.36
G2.E2	252	80	2x1.5+TTx1.5Cu	1.1	24	0.99	2.28
GALERIA 3	7794	0.3	4x6Cu	14.06	36	0	1.29
3.1.1	2160	109	4x2.5+TTx2.5Cu	3.12	26.5	1.01	2.3
3.4.1	2970	125	4x2.5+TTx2.5Cu	4.29	26.5	1.41	2.7
3.7.1	2430	112	4x2.5+TTx2.5Cu	3.51	26.5	1.06	2.36
G3.E1	234	100	2x1.5+TTx1.5Cu	1.02	24	1.15	2.44
GALERIA 3	4482	0.3	4x6Cu	8.09	36	0	1.29
3.2.1	1890	114	4x2.5+TTx2.5Cu	2.73	26.5	0.9	2.19
3.5.1	2430	112	4x2.5+TTx2.5Cu	3.51	26.5	1.06	2.36
G3.E2	162	100	2x1.5+TTx1.5Cu	0.7	24	0.79	2.08
GALERIA 3	4590	0.3	4x6Cu	8.28	36	0	1.29
3.3.1	1890	108	4x2.5+TTx2.5Cu	2.73	26.5	0.84	2.13
3.6.1	2700	117.5	4x2.5+TTx2.5Cu	3.9	26.5	1.22	2.51
GALERIA 4	10260	0.3	4x6Cu	18.51	36	0.01	1.29
4.1.1	4050	99	4x2.5+TTx2.5Cu	5.85	26.5	1.48	2.78
4.4.1	3240	105	4x2.5+TTx2.5Cu	4.68	26.5	1.25	2.54
4.3.2	2700	65.5	2x4+TTx4Cu	11.74	45	2.26	3.55
G4.E1	270	100	2x1.5+TTx1.5Cu	1.17	24	1.32	2.62
GALERIA 4	8640	0.3	4x6Cu	15.59	36	0.01	1.29
4.2.1	3240	101	4x2.5+TTx2.5Cu	4.68	26.5	1.18	2.48
4.1.2	2700	60.5	2x4+TTx4Cu	11.74	45	2.01	3.3
4.4.2	2700	67.5	2x4+TTx4Cu	11.74	45	2.36	3.65
GALERIA 4	6156	0.3	4x6Cu	11.11	36	0	1.29
4.3.1	3240	103	4x2.5+TTx2.5Cu	4.68	26.5	1.22	2.51
4.2.2	2700	62.5	2x4+TTx4Cu	11.74	45	2.11	3.4
G4.E2	216	100	2x1.5+TTx1.5Cu	0.94	24	1.06	2.35
PASILLOS	1994.4	0.3	2x6Cu	10.84	40	0.01	1.3
P1.A1	108	90	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	24	0.48	1.77
P1.E1	108	90	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	24	0.48	1.77
P2.A1	1252.8	25	2x1.5+TTx1.5Cu	5.45	24	1.55	2.84
P3.A1	108	70	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	24	0.37	1.67
P4.A1	417.6	140	2x1.5+TTx1.5Cu	1.82	24	2.86	4.16



PASILLOS	1985.4	0.3	2x6Cu	10.79	40	0.01	1.3
P1.A2	108	95	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	24	0.5	1.8
P2.A2	1252.8	15	2x1.5+TTx1.5Cu	5.45	24	0.93	2.22
P2.E1	108	90	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	24	0.48	1.77
P3.A2	99	65	2x1.5+TTx1.5Cu	0.43	24	0.31	1.61
P4.A2	417.6	135	2x1.5+TTx1.5Cu	1.82	24	2.76	4.06
PASILLOS	3229.2	0.3	2x6Cu	17.55	40	0.01	1.3
P1.A3	525.6	90	2x1.5+TTx1.5Cu	2.29	24	2.32	3.62
P2.A3	1461.6	30	2x1.5+TTx1.5Cu	6.35	24	2.17	3.47
P3.A3	90	65	2x1.5+TTx1.5Cu	0.39	24	0.29	1.59
P3.E1	108	90	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	24	0.48	1.78
P3.A4	1044	75	2x2.5+TTx2.5Cu	4.54	33	2.31	3.61
PASILLOS	734.4	0.3	2x6Cu	3.99	40	0	1.29
P4.A3	626.4	130	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	33	2.39	3.68
P4.E1	108	130	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	24	0.69	1.98
ASEOS 1	1576.8	0.3	2x6Cu	8.57	40	0.01	1.29
AS1.A1	1468.8	90	2x4+TTx4Cu	6.39	45	2.43	3.73
AS1.E1	108	90	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	24	0.48	1.77
ASEOS 2	1994.4	0.3	2x6Cu	10.84	40	0.01	1.3
AS2.A1	1886.4	90	2x4+TTx4Cu	8.2	45	3.13	4.43
AS2.E1	108	90	2x1.5+TTx1.5Cu	0.47	24	0.48	1.77

Subcuadro LT1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)
LT1. A1	208.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.91	15	0.05	1.69
LT1.E1	19.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.09	15	0	1.64
LT1.F1	500	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	21	0.07	1.71
LT1.F2	1000	5	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	18.5	0.02	1.66

Subcuadro LT2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)
LT2. A1	208.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.91	15	0.05	1.65
LT2.E1	19.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.09	15	0	1.61
LT2.F1	500	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	21	0.07	1.68
LT2.F2	1000	5	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	18.5	0.02	1.63

Subcuadro LT3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)
LT3. A1	1252.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	5.45	15	0.31	2.1
LT3.E1	19.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.09	15	0	1.8
LT3.F1	500	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	21	0.07	1.87
LT3.F2	1000	5	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	18.5	0.02	1.82

Subcuadro LT5

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)
	2372.4	0.3	2x6Cu	12.89	40	0.01	1.56
LT5.A1	1166.4	10	2x1.5+TTx1.5Cu	5.07	15	0.58	2.14
LT5.A2	1166.4	10	2x1.5+TTx1.5Cu	5.07	15	0.58	2.14
LT5.E1	39.6	10	2x1.5+TTx1.5Cu	0.17	15	0.02	1.58
	4000	0.3	2x6Cu	21.74	40	0.02	1.56
LT5.F1	1000	5	2x2.5+TTx2.5Cu	5.43	21	0.15	1.71
LT5.F2	1000	5	2x2.5+TTx2.5Cu	5.43	21	0.15	1.71
LT5.F3	1000	5	2x2.5+TTx2.5Cu	5.43	21	0.15	1.71
LT5.F4	1000	5	2x2.5+TTx2.5Cu	5.43	21	0.15	1.71



Subcuadro LT6

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)
LT6. A1	1252.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	5.45	15	0.31	2.02
LT6.E1	19.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.09	15	0	1.71
LT6.F1	500	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	21	0.07	1.78
LT6.F2	1000	5	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	18.5	0.02	1.73

Subcuadro LT7

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)
LT7. A1	1252.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	5.45	15	0.31	2.13
LT7.E1	19.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.09	15	0	1.83
LT7.F1	500	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	21	0.07	1.9
LT7.F2	1000	5	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	18.5	0.02	1.85

Subcuadro LT8

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)
LT8. A1	1252.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	5.45	15	0.31	2.45
LT8.E1	19.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.09	15	0	2.15
LT8.F1	500	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	21	0.07	2.22
LT8.F2	1000	5	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	18.5	0.02	2.17

Subcuadro LT4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parcial (%)	C.T.Total (%)
LT4. A1	1252.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	5.45	15	0.31	1.63
LT4.E1	19.8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.09	15	0	1.32
LT4.F1	500	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	21	0.07	1.39
LT4.F2	1000	5	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	18.5	0.02	1.34



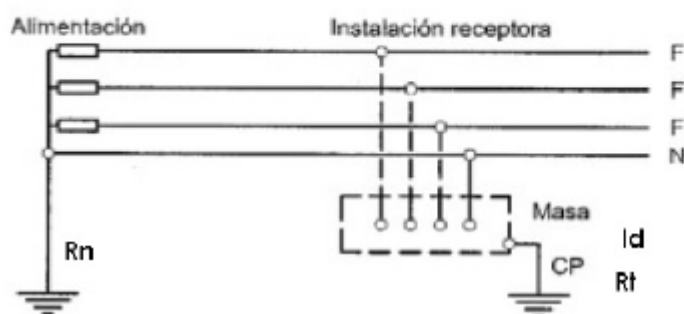
III.4.4.- JUSTIFICACIÓN DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN SEGÚN LA NORMA UNE 20.460-5-54, APARTADO 543.1.1.

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

Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

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

Se calcula la sección mínima de los conductores de protección, para secciones superiores a 35mm², según la norma UNE 20.460-5-54, apartado 543.1.1



Donde:

R_n = Resistencia del Neutro del Transformador.

R_t = Resistencia de tierra de la instalación.

I_d = Intensidad de defecto. Es la que recorre el conductor de protección (de tierra).



La Intensidad de Defecto, se calcula con la siguiente formula:

$$I_d := \frac{U_{FN}}{R_n + R_t}$$

Donde $U_{FN} = 230V$ (Tensión Fase-Neutro).

A la vista de esta formula, el valor de la I_d , será mayor a menores valores de Resistencia.

El esfuerzo térmico debido a la corriente de defecto y al tiempo que perdura, viene dado por:

$$E_t := I^2 \cdot t$$

Las corrientes de defecto, las detectan los Interruptores Diferenciales, los cuales abren en el circuito en un tiempo aproximado de 0,03seg.

Por otro lado, el esfuerzo térmico, soportado por un conductor de una sección determinada, viene dado por la expresión:

$$E_t := K^2 \cdot S^2$$

Donde S es la sección del conductor y K es una cte del conductor, definida en la norma UNE 20.460-90/4-43

conductores de protección no incorporados a los cables y conductores de protección desnudos en contacto con el revestimiento de cables

	Naturaleza del aislante de los conductores de protección o de los revestimientos de cables		
	PVC	PR/EPR	Caucho butilo
Temperatura inicial	30°C	30°C*	30°C
Temperatura final	160°C	250°C	220°C
Material del conductor	k		
Cobre	143	176	166
Aluminio	95	116	110
Acero	52	64	60

conductores de protección que constituyen un cable multiconductor

	Naturaleza del aislamiento		
	PVC	PR/EPR	Caucho butilo
Temperatura inicial	70°C	90°C*	85°C
Temperatura final	160°C	250°C	220°C
Material del conductor	k		
Cobre	115	143	134
Aluminio	76	94	89

conductores desnudos que no corren el riesgo de dañar materiales próximos para las temperaturas indicadas

Materiales del conductor	Condiciones		
	Visible y en los emplazamientos reservados	Condiciones normales	Riesgo de incendio
Temperatura máxima	500°C	200°C	150°C
Cobre (valor de k)	228	159	138
Temperatura máxima	300°C	200°C	150°C
Aluminio (valor de k)	125	105	91
Temperatura máxima	500°C	200°C	150°C
Acero (valor de k)	82	58	50

Nota: La temperatura inicial del conductor se considera que es de 30°C



Cable de cobre aislado PR/EPR $K := 143$

Calculo de la sección mínima según la norma UNE 20460-90/ 4-43

$U_{FN} := 230$ Según lo indicado anteriormente, realizamos el calculo en las condiciones más desfavorables, para ellos se calcula con unos valores muy bajos de tierra, lo cual nos da una corriente de defecto muy grande, con la cual se obtiene un mayor valor en el calculo de la sección.
 $R_n := 0.1$
 $R_t := 0.1$

$$I_d := \frac{U_{FN}}{R_n + R_t} \quad I_d = 1150$$

Igualando las formulas anteriores para el calculo del esfuerzo termico y despejando la Sección (en mm²), obtenemos la sección mínima del conductor de tierra en función del procedimiento de calculo de la norma UNE 20460-90/4-43

$$S := \frac{\sqrt{t \cdot I_d^2}}{K} \quad t := 0.03$$
$$S = 1.393$$

Como se puede observar, se ha realizado el cálculo suponiendo un valor de corriente de defecto muy superior al valor nominal de los Interruptores Diferenciales instalados (30mA / 300mA).

En la instalación que nos ocupa, y para secciones de fase superiores a 35mm², se utilizará un conductor de protección de sección 25mm² y con el mismo tipo de aislamiento que los conductores de fase.

En el caso de utilizar un conductor de protección, común a varios circuitos, la sección a utilizar será de 35mm².

III.4.5.- CALCULOS DE ILUMINACIÓN EN GALERÍA COMERCIAL.

Se adjuntan el resumen de los cálculos realizados mediante el software Dialux.

Para el cálculo se estudia uno de los pasillos de la Galería Comercial; los resultados son se pueden extrapolar al resto de las zonas, ya que tanto las luminarias a utilizar, como la altura e interdistancia de instalación son similares.

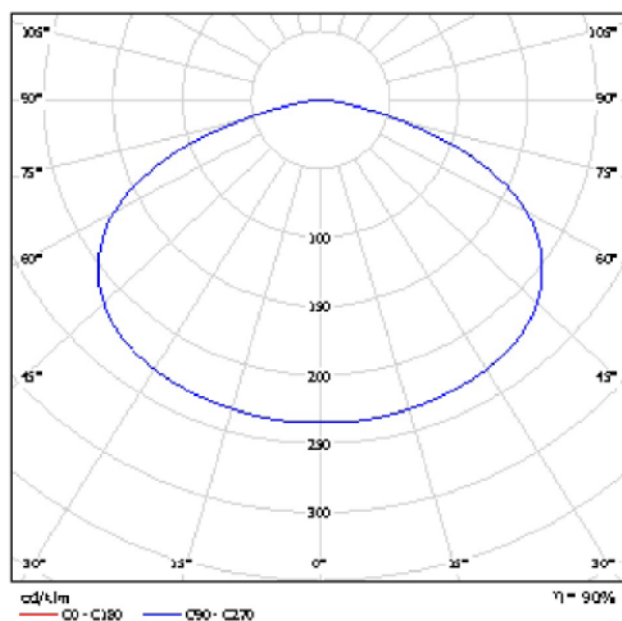
Todas las luminarias se instalarán a una altura de 5,00m.



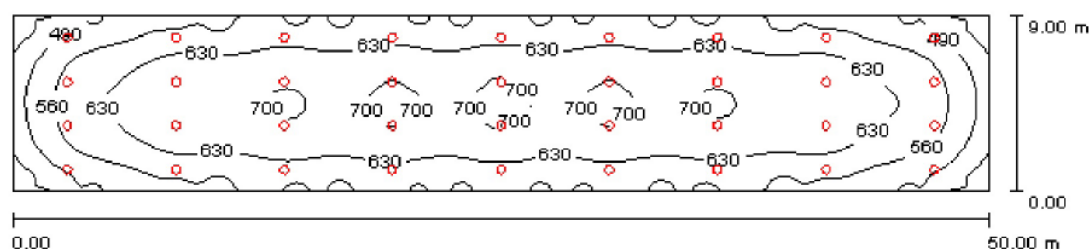
III.4.5.1.- ILUMINACIÓN GENERAL.

Características de la luminaria utilizada.

SECOM 4290 58 15 85 3421 / KONAK 150w
150°
Nº de artículo: 4290 58 15 85 3421
Flujo luminoso (Luminaria): 12964 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 14336 lm
Potencia de las luminarias: 150.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 40 76 97 100 90
Lámpara: 64 x LED OSLO SSL 150° 700mA
(Factor de corrección 1.000).



Resultados.



Flujo luminoso total: 488715 lm
Potencia total: 5400.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	453	160	613	/	/
Suelo	409	163	572	20	36
Techo	0.00	168	168	70	37
Pared 1	298	150	447	50	71
Pared 2	237	146	382	50	61
Pared 3	298	148	446	50	71
Pared 4	237	146	382	50	61

Simetrías en el plano útil
 E_{min} / E_m : 0.614 (1:2)
 E_{min} / E_{max} : 0.529 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $12.00 \text{ W/m}^2 = 1.96 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 450.00 m^2)

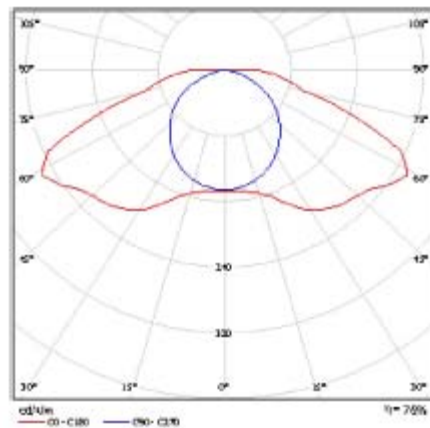
III.4.5.2.- ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.

Características de la luminaria utilizada.

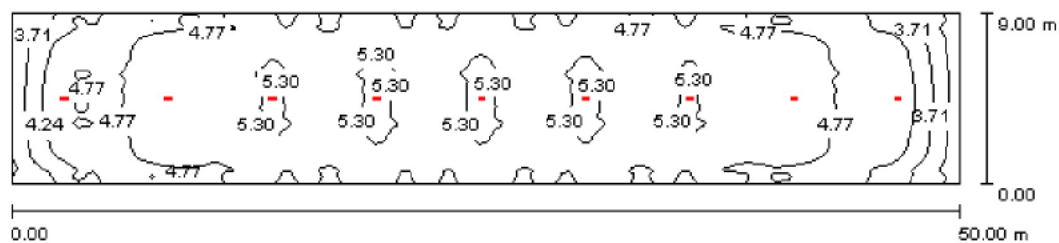
ETAP K10F78
Nº de artículo: K10F78
Flujo luminoso (Luminaria): 448 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 587 lm
Potencia de las luminarias: 0.9 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 32 64 91 100 76
Lámpara: 1 x TC-S (DC) (Factor de corrección 1.000).



Emisión de luz 1:



Resultados.



Altura del local: 5.500 m, Altura de montaje: 5.923 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	4.81	2.82	5.46	0.586
Suelo	20	4.40	2.79	4.89	0.634
Techo	70	1.50	1.19	2.16	0.795
Paredes (4)	50	4.28	1.58	6.55	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m



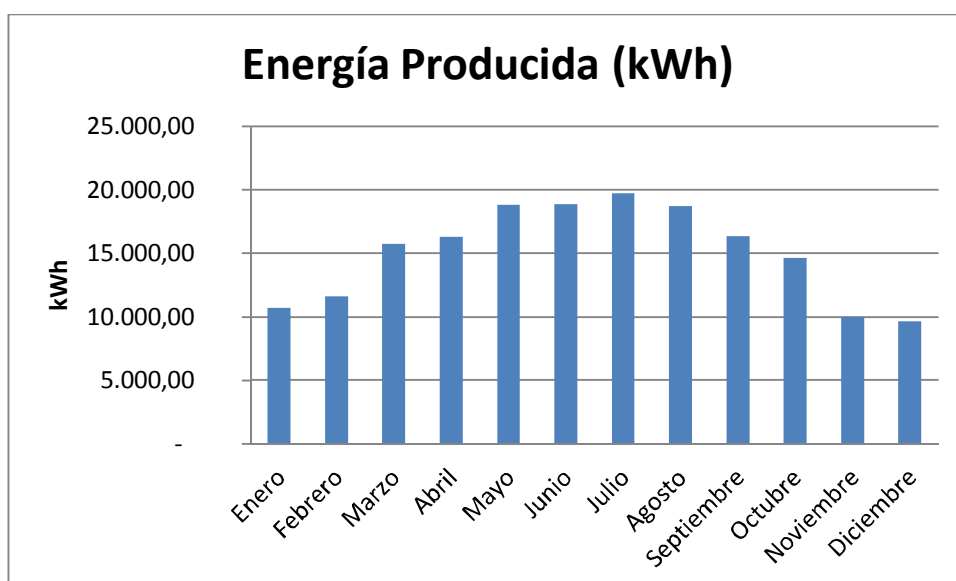
III.5- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

III.5.1.- CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA.

Cálculos realizados con datos obtenidos con el software Orientsol 2.0 de la Universidad de Jaén.

Situación:	Almería
Inclinación de Captadores	30,00
Potencia instalada fotovoltaica (kWp)	124,80
Performance Ratio (PR)	0,80
Modulo Adoptado	YINGLY YL260C-30b
Pot/lud (Wp)	260,00
Sup. (m2)	1,62
Nº de módulos necesarios	480,00
Superficie necesaria (m2)	777,60

Mes	E(kWh/m2·dia)	NºDias	Energía (kWh)
Enero	3,46	31	10.718,43
Febrero	4,15	28	11.606,91
Marzo	5,08	31	15.736,83
Abril	5,44	30	16.296,33
Mayo	6,08	31	18.804,88
Junio	6,30	30	18.882,38
Julio	6,37	31	19.717,24
Agosto	6,05	31	18.718,21
Septiembre	5,46	30	16.360,40
Octubre	4,74	31	14.657,29
Noviembre	3,35	30	10.027,36
Diciembre	3,12	31	9.667,40
Total anual			181.193,68



III.5.2.- DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

DATOS DEL MODULO FOTOVOLTAICO SELECCIONADO.	
Fabricante	Yingli Solar
Modelo	YL260C-30b
Potencia del modulo fotovoltaico (wp)	260,00 Wp
V _{mp}	29,70
V _{oc}	38,10
%/°C	-0,3
ISC	9,35 A
I _{PMP}	8,74 A



DATOS DEL INVERSOR SELECCIONADO	
Fabricante	INGETEA
Modelo	INGECON SUN POWER 100
Potencia max de cc (cos fi=1)	110.000 W
Tensión de entrada max.	900 V
Tensión asignada de entrada	750 V
Rango de tensión en pto max potencia	
Tensión mínima	405 V
Tensión máxima	750 V
Corriente máxima de entrada A	161,00 A
Corriente máxima de entrada B	161,00 A
Corriente máxima de entrada C	161,00 A
Corriente máxima de entrada D	161,00 A

Potencia del inversor (kW)	110,00
Nº de Inversores requeridos	1

Calculo de la potencia pico (kWp)	
80%	137,50 Wp
100%	110,00 Wp

Nº de Módulos necesarios	
80%	528,85
100%	423,08
Valor medio	475,50
Nº de módulos adoptados	480
Potencia generada	124.800 Wp



CÁLCULO DE LA $V_{oc\ max}$		
$V_{OC\_MAX} = V_{OC} + \Delta V \cdot (T_2 - T_1)$		
V_{pmp}		29,70
V_{oc}		38,10
%/°C		-0,30
ΔV (°/°C)		-0,11
T_2		-10
T_1		25
$V_{oc\ max}$		42,10

CÁLCULO DE LA TENSIÓN MÍNIMA DEL MÓDULO $V_{PMP\ MIN}$		
$V_{PMP\_MIN} = V_{PMP} + \Delta V \cdot (T_2 - T_1)$		
T_2		70
T_1		25
$V_{PMP\ MIN\ MÓDULO}$		24,56

CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS POR CADENA				
Estimación del número de módulos en serie por cadena				
Tensión asignada de entrada		750 V		
V_{pmp}		29,70		
Estimación		25,25		
Nº de módulos elegidos		20		
Tensión máxima en rango inversor	594,00 V	<		750 V
Tensión máxima de entrada	842,01 V	<		900 V
Tensión mínima de entrada	491,13 V	>		405 V



Cada cadena estará compuesta por modulos fotovoltaicos conectados en serie.	20
Potencia de cada cadena	5200,00 Wp
Numero de cadenas necesarias	24
Potencia del sistema	124800,00 Wp

Entrada	A	B	C	D
Nº Cadenas	6	6	6	6
Corriente por Cadena	8,74 A	8,74 A	8,74 A	8,74 A
Corriente de Entrada	52,44	52,44	52,44	52,44
Condición	<	<	<	<
Corriente maxima entrada s/catalogo	161,00 A	161,00 A	161,00 A	161,00 A

RESULTADOS FINALES	
Nº de inversores	1
Nº de cadenas por inversor	24
Nº de modulos por cadena	20
Nº total de modulos necesarios	480
Potencia generada	124.800,00 Wp

III.5.3.- CALCULO DE SOMBRAS.

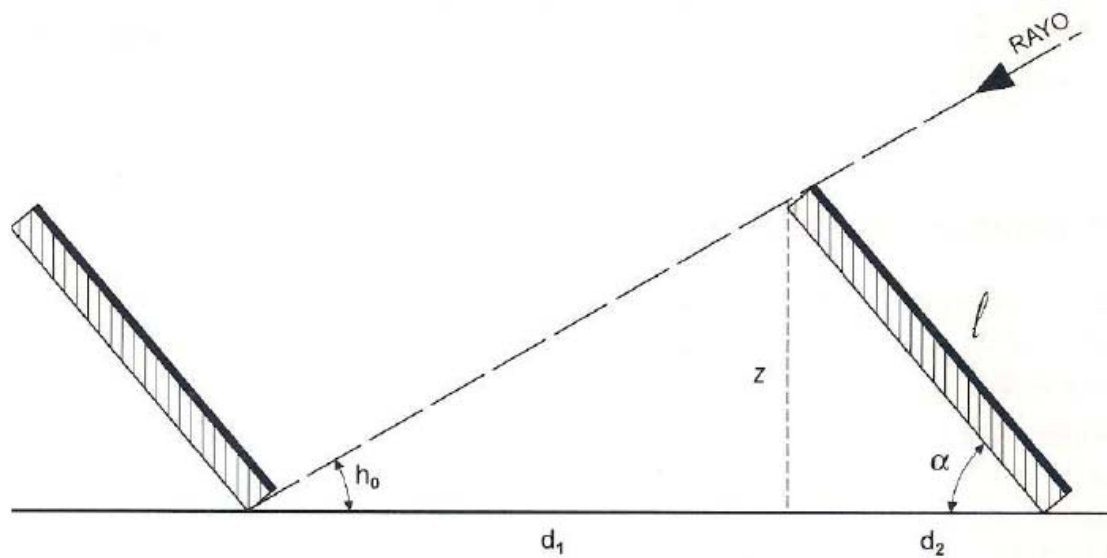
III.5.3.1.- DISTANCIA ENTRE MODULOS.

La instalación fotovoltaica se instala en la cubierta de la galería comercial, situada en latitud norte 36,50° , con orientación sur.



Los módulos fotovoltaicos elegidos tienen unas dimensiones de 1640x990x40mm, se calcula la distancia entre los mismos para evitar que unas filas de módulos arrojen sombras sobre otras.

Se instalarán sobre una estructura de aluminio, disponiendo 2 ud en paralelo, ($L = 2 \times 1,64 = 3,28\text{m}$).



$$h_0 := (90 - \text{latitud}) - 23.5$$

$$d := d_1 + d_2$$

$$d := l \cdot \left(\frac{\sin(\alpha)}{\tan(h_0)} + \cos(\alpha) \right)$$

Datos:

$$\text{latitud} := 36.5 \quad \alpha := 30^\circ \quad l := 3.28$$

Resultados

$$h_0 := (90 - \text{latitud})^\circ - 23.5^\circ \quad h_0 = 0.524$$

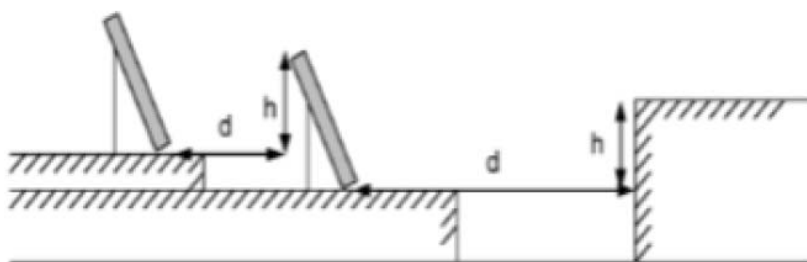
$$d := l \cdot \left(\frac{\sin(\alpha)}{\tan(h_0)} + \cos(\alpha) \right) \quad d = 5.681$$

Se adopta una distancia entre filas de 6,00m.



III.5.3.2.- DISTANCIA ENTRE MÓDULOS Y CERRAMIENTO DE CUBIERTA.

El cerramiento de cubierta posee una peto de 1,50m de altura sobre la cota de cubierta. Para evitar las sombras que pudiera arrojar el peto de cubierta sobre los módulos fotovoltaicos, se calcula la distancia mínima a situar los mismos.



$$d := h \cdot k \quad k := \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud}^\circ)}$$

donde:

d = distancia medida sobre la horizontal entre filas de módulos.

h = diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior.

k = factor adimensional que depende de la latitud.

Calculo :=

$$h := 1.50 \quad \text{latitud} := 36.5$$

$$k := \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud}^\circ)} \quad k = 2.194$$

$$d := h \cdot k \quad d = 3.29$$

Los módulos fotovoltaicos se situarán a una distancia mínima de 5 respecto del cerramiento sur, tal y como se puede apreciar en la documentación gráfica adjunta.



III.5.4.- DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS PROTECCIONES.

Para el dimensionado de los conductores, tendremos en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La intensidad admisible en los conductores, será al menos 1,25 veces la I_{sc} que se pueda presentar en el tramo.

$$I_{max.adm.} = 1,25 \cdot I_{sc} \cdot N_p$$

2. Los fusibles elegidos serán del tipo gR y la intensidad de estos será:

$$1,5 \cdot I_{sc} \leq I_{fusible}$$

3. La caída máxima de tensión en C.C, será el 1,50% (según el PTC del Idea).

$$S_{min} = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{mpp} \cdot N_p}{\Delta V \cdot N_s \cdot V_{mpp} \cdot \sigma}$$

III.5.4.1.- CALCULOS ELECTRICOS.

SUBCAMPO A.

I_{sc}	9,35
I_{mpp}	8,74
V_{mpp}	29,7

Tramo	L (m)	N_p	$I_{max.adm}$	N_s	S_{min}	S (adoptada)	ΔV (%)
String - C1	2	1	11,69	20	0,07	4	0,03
C1-C2	6	2	23,38	20	0,42	6	0,11
C1-C3	6	4	46,75	20	0,84	6	0,21
C3-INVERSOR	80	6	70,13	20	16,82	25	1,01
							1,35



SUBCAMPO B.

Isc	9,35
Impp	8,74
Vmpp	29,7

Tramo	L (m)	Np	I max.adm	Ns	Smin	S (adoptada)	ΔV (%)
String - C1	2	1	11,69	20	0,07	4	0,03
C1-C2	6	2	23,38	20	0,42	6	0,11
C1-C3	6	4	46,75	20	0,84	6	0,21
C3-INVERSOR	60	6	70,13	20	12,61	25	0,76
							1,10

SUBCAMPO C.

Isc	9,35
Impp	8,74
Vmpp	29,7

Tramo	L (m)	Np	I max.adm	Ns	Smin	S (adoptada)	ΔV (%)
String - C1	2	1	11,69	20	0,07	4	0,03
C1-C2	6	2	23,38	20	0,42	6	0,11
C1-C3	6	4	46,75	20	0,84	6	0,21
C3-INVERSOR	80	6	70,13	20	16,82	25	1,01
							1,35

SUBCAMPO D.

Isc	9,35
Impp	8,74
Vmpp	29,7

Tramo	L (m)	Np	I max.adm	Ns	Smin	S (adoptada)	ΔV (%)
String - C1	2	1	11,69	20	0,07	4	0,03
C1-C2	6	2	23,38	20	0,42	6	0,11
C1-C3	6	4	46,75	20	0,84	6	0,21
C3-INVERSOR	75	6	70,13	20	15,76	25	0,95
							1,29



CONDUCTORES UTILIZADOS.

Los conductores a utilizar serán de cobre, con aislamiento tipo ZZ-F 1.8kV DC, los cuales se instalarán bajo canal cerrada situada a la intemperie. A la intensidad máxima admisible por el conductor, se aplicará un coeficiente reductor de 0,91 según la tabla 13 de la ITC-BT-07.

Sección	Intensidad s/catalogo	Fc	Int.max
1,5	30	0,91	27,3
2,5	41	0,91	37,31
4	55	0,91	50,05
6	70	0,91	63,7
10	96	0,91	87,36
16	132	0,91	120,12
25	176	0,91	160,16
35	218	0,91	198,38

Como se puede observar, los conductores adoptados cumplen tanto los requisitos de cálculo para intensidad máxima admisible, como por caída de tensión.

III.5.4.3.- SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES.

Tramo	I max.adm	I.fusible	Protección Línea
String - C1	11,69	14,03	Fusible 20A, tamaño 10x38, 1000V DC
C1-C2	23,38	28,05	Fusible 32A, tamaño 10x38, 1000V DC
C1-C3	46,75	56,10	Fusible 80A, tamaño 10x38, 1000V DC
C3-INVERSOR	70,13	84,15	Magnetotermico II-125A + Rele dif. 300mA .

Jaén, Junio de 2015

D.José Álvaro López Díaz.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA CENTRO COMERCIAL.

Autor: D. José Álvaro López Díaz.
Asignatura: Proyecto Fin de Grado.
Tutor: D. Pedro J. García Molina
Fecha: Junio 2.015

IV.- PLANOS.



IV.-RELACIÓN DE PLANOS.

Los planos que definen las instalaciones proyectadas son:

PLANO	DENOMINACIÓN	FORMATO	ESCALA
1	SITUACIÓN / EMPLAZAMIENTO	A1	1/2000
2	DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES	A1	1/750
3	TRAZADO RED MEDIA TENSIÓN	A1	1/1000
4	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT-1	A2	1/50
5	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO	A2	1/50
6	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT-6 / CENTRALIZACION CONTADORES 1	A2	1/50
7	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT-9 /CENTRALIZACI	A2	1/50
8	ESQUEMA RED MT	A2	1/75
9	DETALLES TIERRAS CENTRO DE TRANSFORMACION	A3	1/100
10	RED DE BAJA TENSIÓN	A2	1/750
11	ALUMBRADO EXTERIOR	A2	1/500
12	ESQUEMA Y CIRCUITOS ALUMBRADO EXTERIOR	A2	1/750
13	INSTALACIÓN ELECTRICA EN GALERÍA COMERCIAL.	A1	1/250
14	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA EN GALERIA COMERCIAL	A1	1/200
15	INSTALACIÓN ELECTRICA EN CUARTOS TECNICOS.	A1	1/150
16	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. REPLANTEO DE LOS MODULOS.	A2	1/250
17	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. DISTRIBUCIÓN DE MODULOS. INSTALACIÓN DE TIERRA.	A2	1/200
18	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. ESQUEMA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	A2	1/200
19	ESQUEMA UNIFILAR	A1	1/200

SITUACIÓN CENTRO COMERCIAL

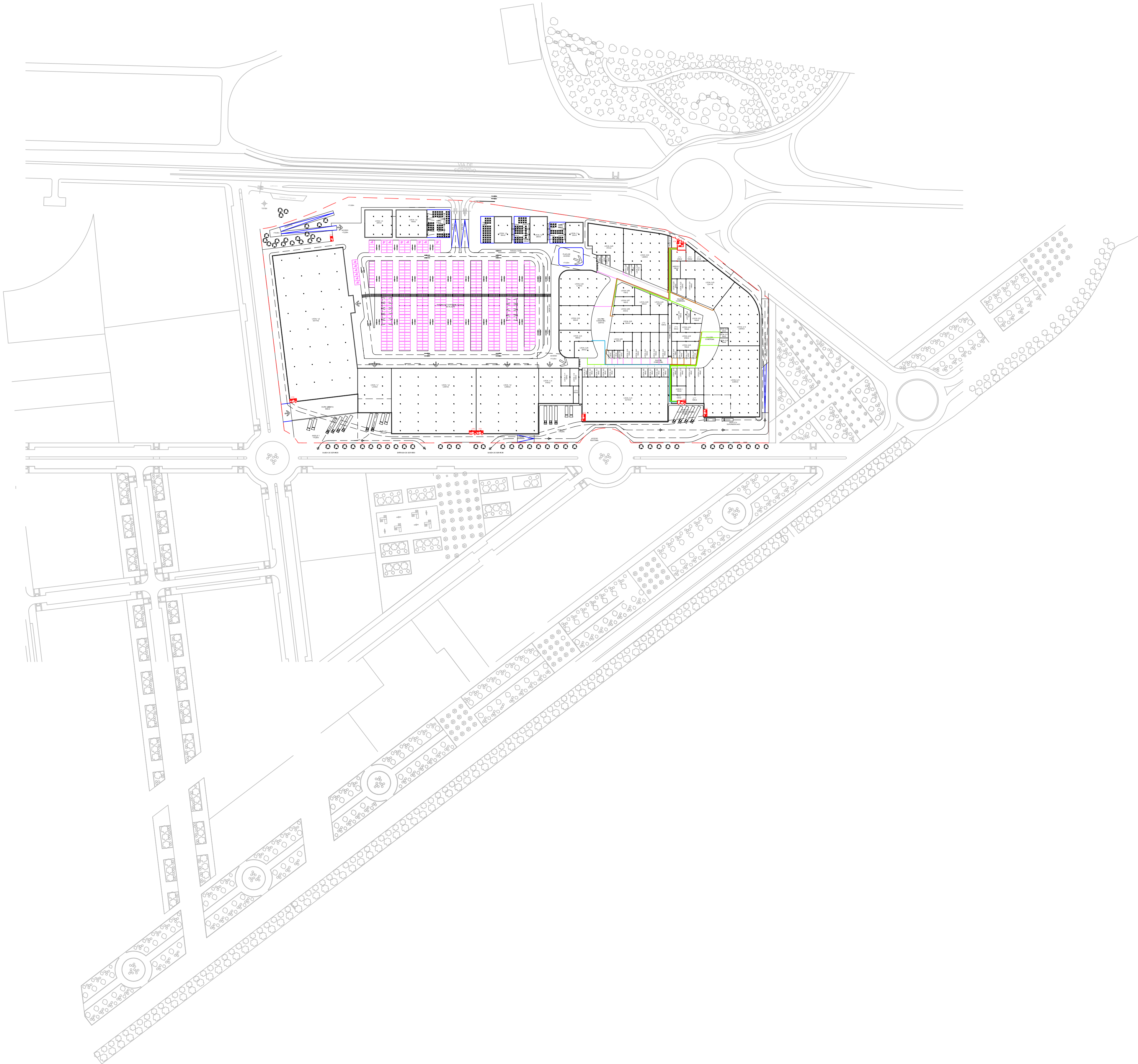
CENTRO HOSPITALARIO "TORRECARDENAS"



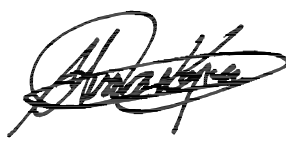
PUERTO

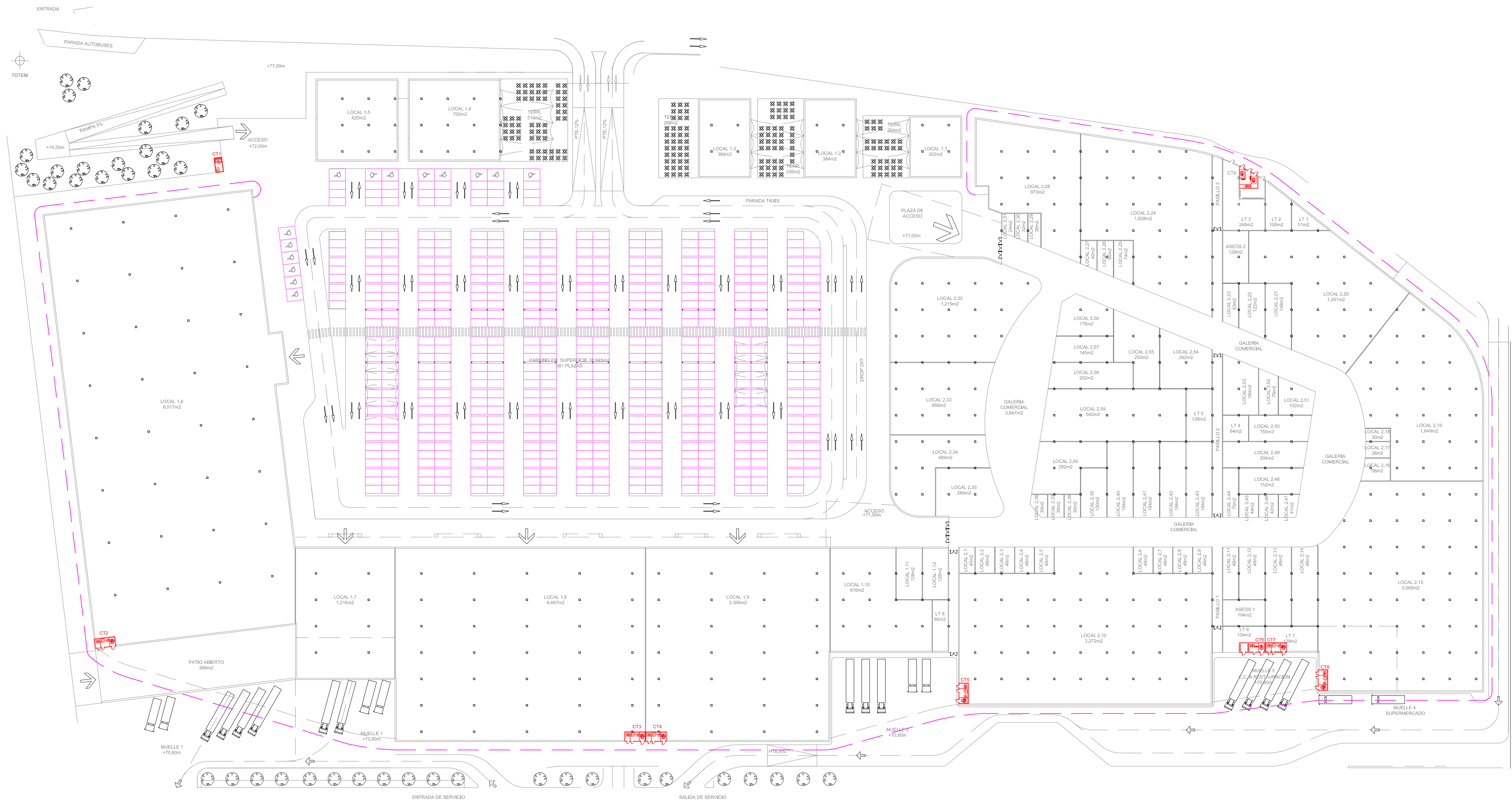
RIO ANDARAX

SITUACIÓN : S/E



EMPLAZAMIENTO: 1/2000

	UNIVERSIDAD DE JAÉN Campus Las Lagunillas s/n 23071, Jaén	AUTOR:  JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ
PROYECTO DE: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN CENTRO COMERCIAL		REF: TFG
PLANO DE: SITUACION / EMPLAZAMIENTO		FECHA: 2.015
PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAÉN.		ESCALA: 1/2000
SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERÍA)		PLANO Nº: 1



1.- EXTERIOR	m2
LOCAL 1.1	302,00
LOCAL 1.2	384,00
LOCAL 1.3	384,00
LOCAL 1.4	700,00
LOCAL 1.5	625,00
LOCAL 1.6	8.517,00
LOCAL 1.7	1.216,00
LOCAL 1.8	4.487,00
LOCAL 1.9	3.306,00
LOCAL 1.10	816,00
LOCAL 1.11	128,00
LOCAL 1.12	128,00
TOTAL	20.993,00

2.-INTERIOR	m2		m2
LOCAL 2.1	40,00	LOCAL 2.31	24,00
LOCAL 2.2	48,00	LOCAL 2.32	1.219,00
LOCAL 2.3	48,00	LOCAL 2.33	656,00
LOCAL 2.4	48,00	LOCAL 2.34	489,00
LOCAL 2.5	48,00	LOCAL 2.35	284,00
LOCAL 2.6	48,00	LOCAL 2.36	30,00
LOCAL 2.7	48,00	LOCAL 2.37	35,00
LOCAL 2.8	48,00	LOCAL 2.38	35,00
LOCAL 2.9	48,00	LOCAL 2.39	120,00
LOCAL 2.10	3.272,00	LOCAL 2.40	184,00
LOCAL 2.11	80,00	LOCAL 2.41	184,00
LOCAL 2.12	128,00	LOCAL 2.42	184,00
LOCAL 2.13	192,00	LOCAL 2.43	184,00
LOCAL 2.14	193,00	LOCAL 2.44	75,00
LOCAL 2.15	3.065,00	LOCAL 2.45	44,00

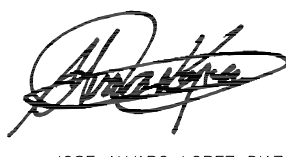
LOCAL 2.16	58,00	LOCAL 2.46	42,00
LOCAL 2.17	38,00	LOCAL 2.47	41,00
LOCAL 2.18	30,00	LOCAL 2.48	152,00
LOCAL 2.19	1.649,00	LOCAL 2.49	204,00
LOCAL 2.20	1.241,00	LOCAL 2.50	150,00
LOCAL 2.21	148,00	LOCAL 2.51	102,00
LOCAL 2.22	122,00	LOCAL 2.52	78,00
LOCAL 2.23	63,00	LOCAL 2.53	180,00
LOCAL 2.24	1.628,00	LOCAL 2.54	242,00
LOCAL 2.25	74,00	LOCAL 2.55	250,00
LOCAL 2.26	50,00	LOCAL 2.56	178,00
LOCAL 2.27	40,00	LOCAL 2.57	145,00
LOCAL 2.28	973,00	LOCAL 2.58	202,00
LOCAL 2.29	38,00	LOCAL 2.59	542,00
LOCAL 2.30	32,00	LOCAL 2.60	282,00
TOTAL		TOTAL	20.075,00

3.- ZONAS COMUNES Y DE SERVICIOS	m2
GALERIA COMERCIAL	3.847,00
PASILLO 1	143,00
PASILLO 2	66,00
ASEOS 1	104,00
ASEOS 2	128,00
LOCAL TECNICO: LT 1	51,00
LOCAL TECNICO: LT 2	100,00
LOCAL TECNICO: LT 3	248,00
LOCAL TECNICO: LT 4	64,00
LOCAL TECNICO: LT 5	128,00
LOCAL TECNICO: LT 6	104,00
LOCAL TECNICO: LT 7	128,00
LOCAL TECNICO: LT 8	80,00
TOTAL	5.191,00

RESUMEN	
1.- EXTERIOR	20.993,00
2.-INTERIOR	20.075,00
3.- ZONAS COMUNES Y DE SERVICIOS	5.191,00
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA	46.259,00



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Campus Las Lagunillas s/n
23071, Jaén

AUTOR:

JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ

PROYECTO DE: INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL

PLANO DE: DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAÉN.

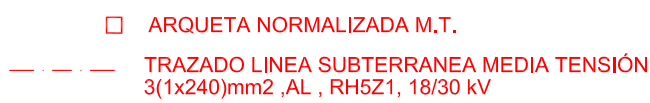
SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)

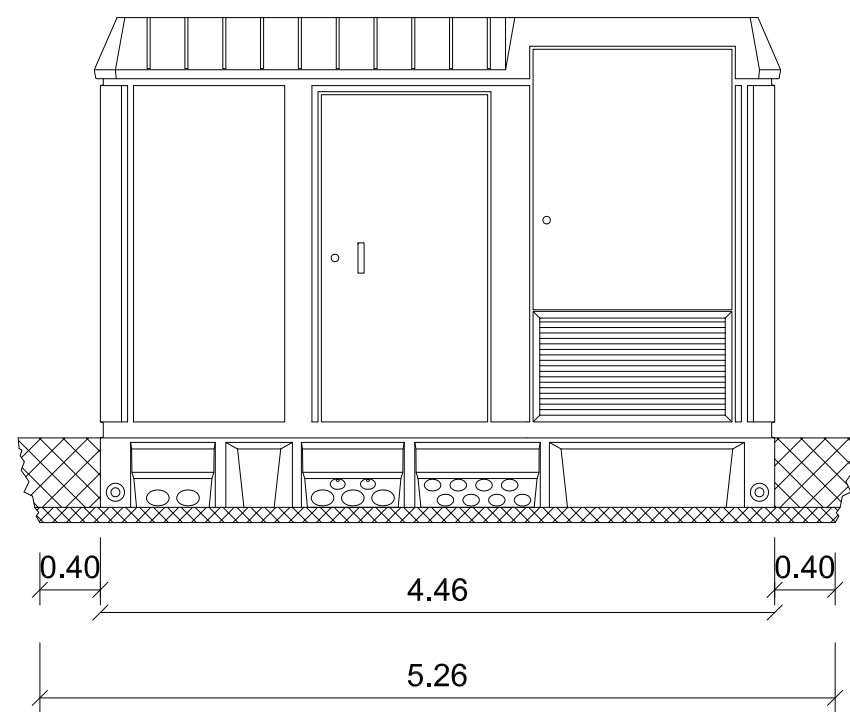
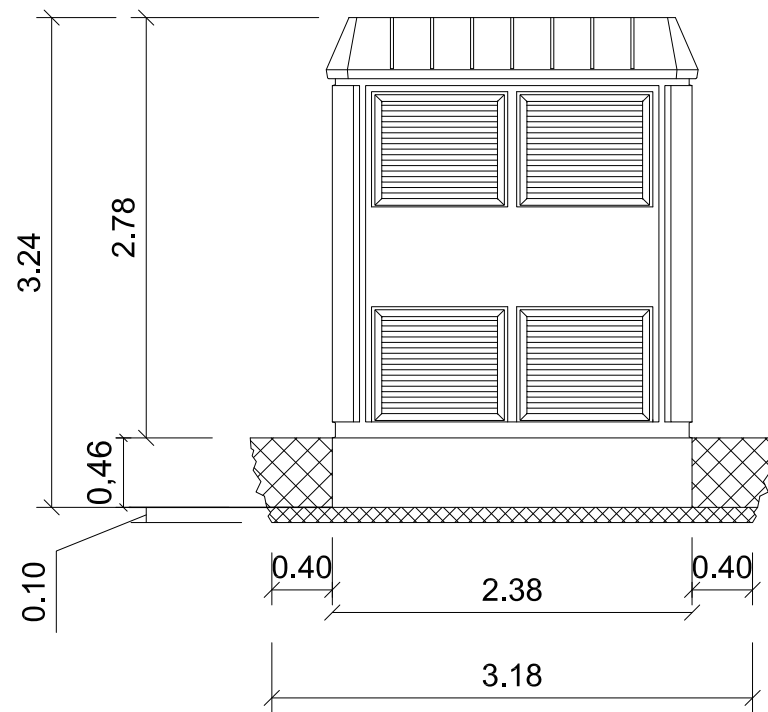
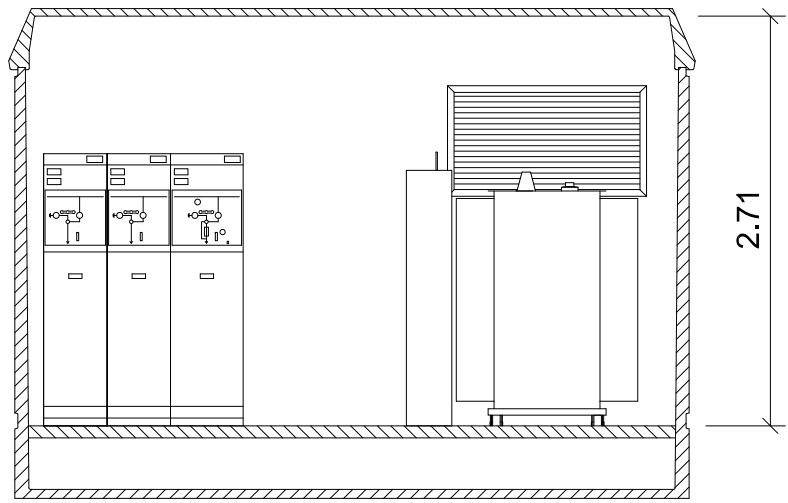
REF: TFG

FECHA: 2015

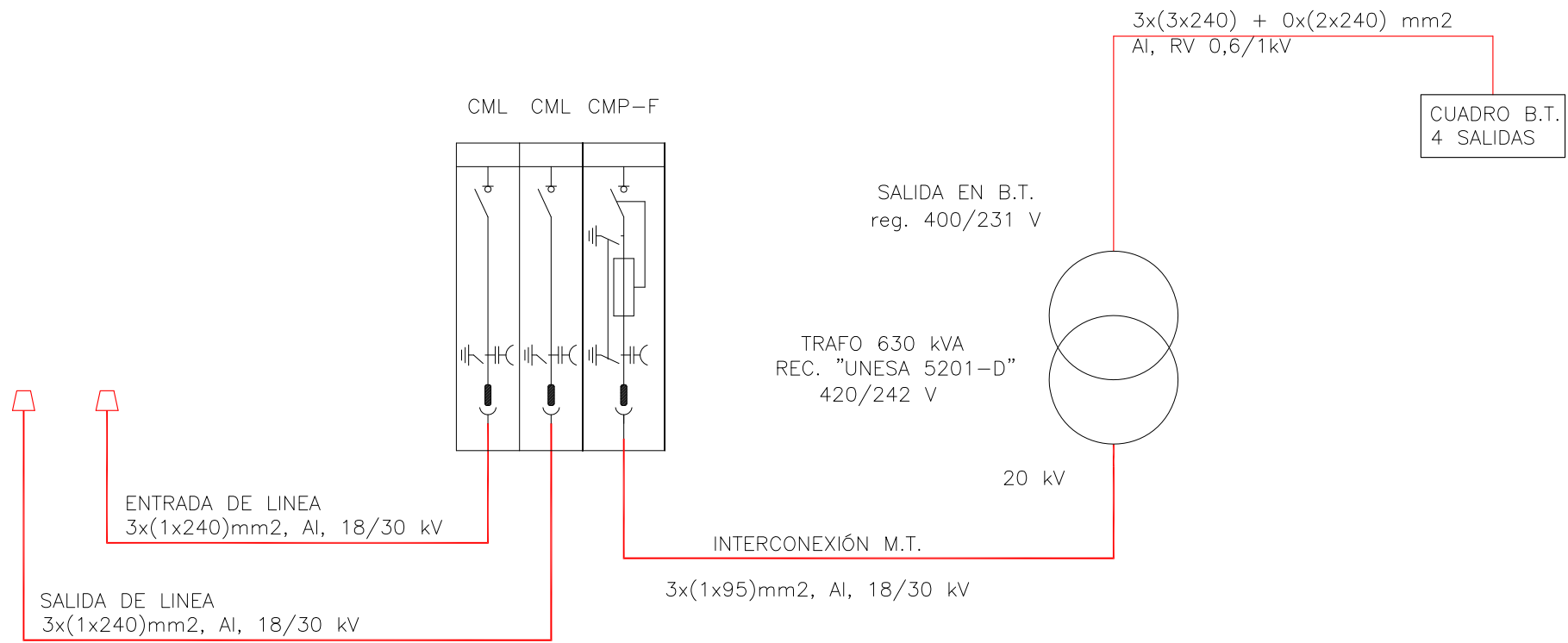
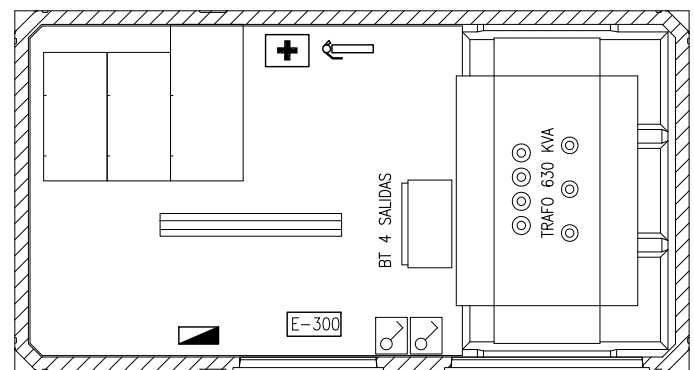
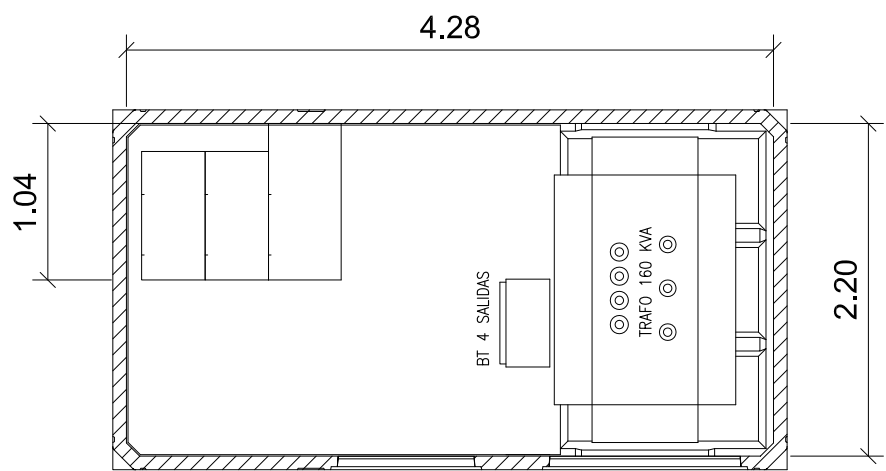
ESCALA: 1/750

PLANO Nº: 2





DOBLE VENTILACION



LEYENDA.	
	EQUIPO DE MEDIDA
	CUADRO ELECTRICO ALUMBRADO C.T.
	INTERRUPTOR UNIPOLAR
	PANTALLA ESTANCA 2x36W
	LUMINARIA DE EMERGENCIA (300Lum/1h)
	EXTINTOR CO2 6kg + PICTORAMA
	KIT S.O.S

UNIVERSIDAD DE JAEN
Campus Las Lagunillas s/n
23071, Jaen

AUTOR:

JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ

PROYECTO DE: INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL

PLAN DE : CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT-1

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAEN.

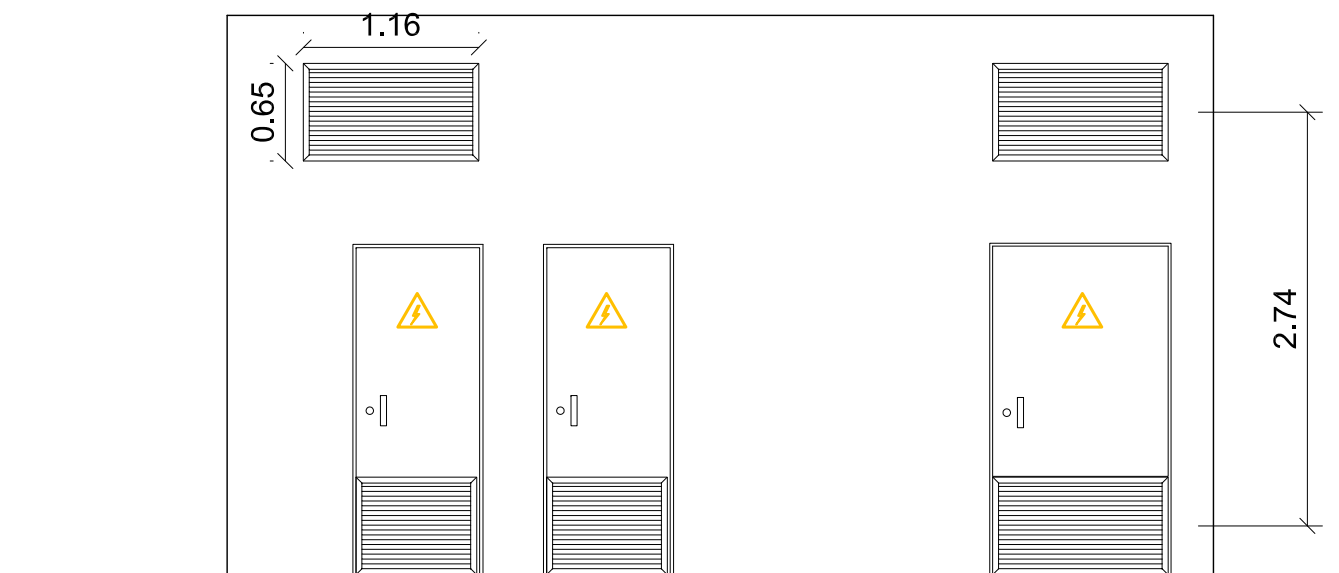
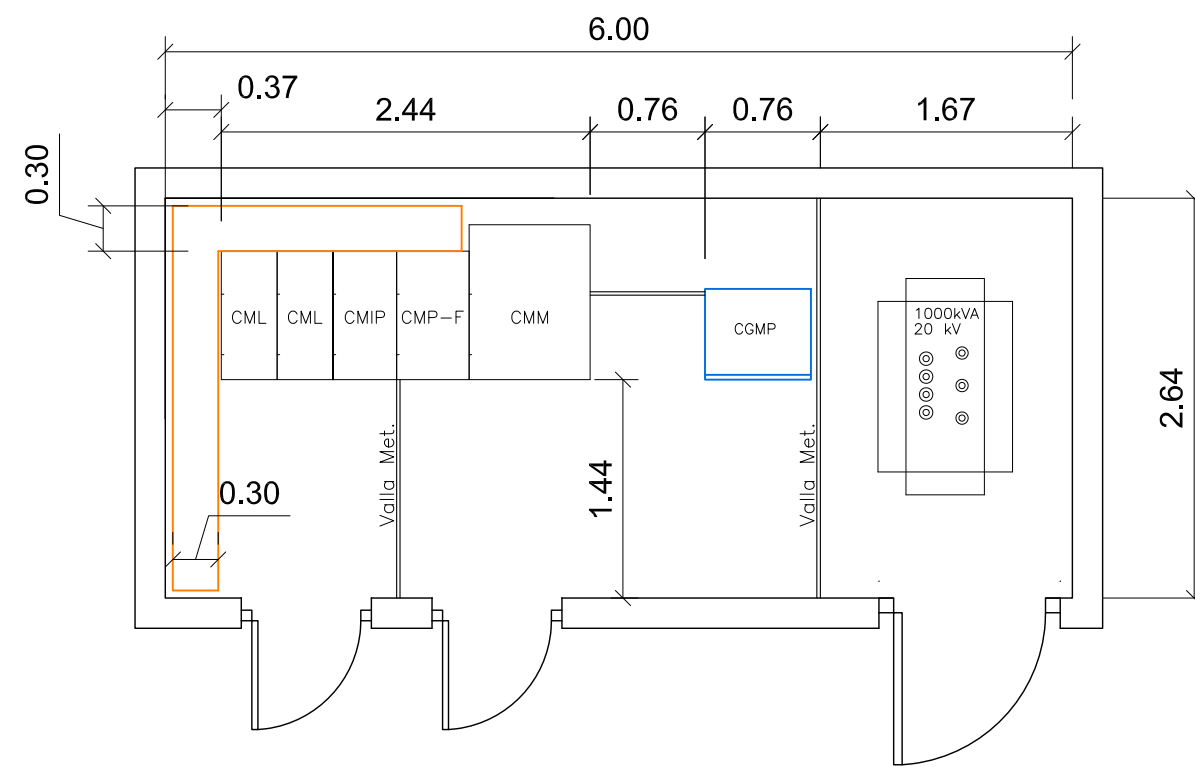
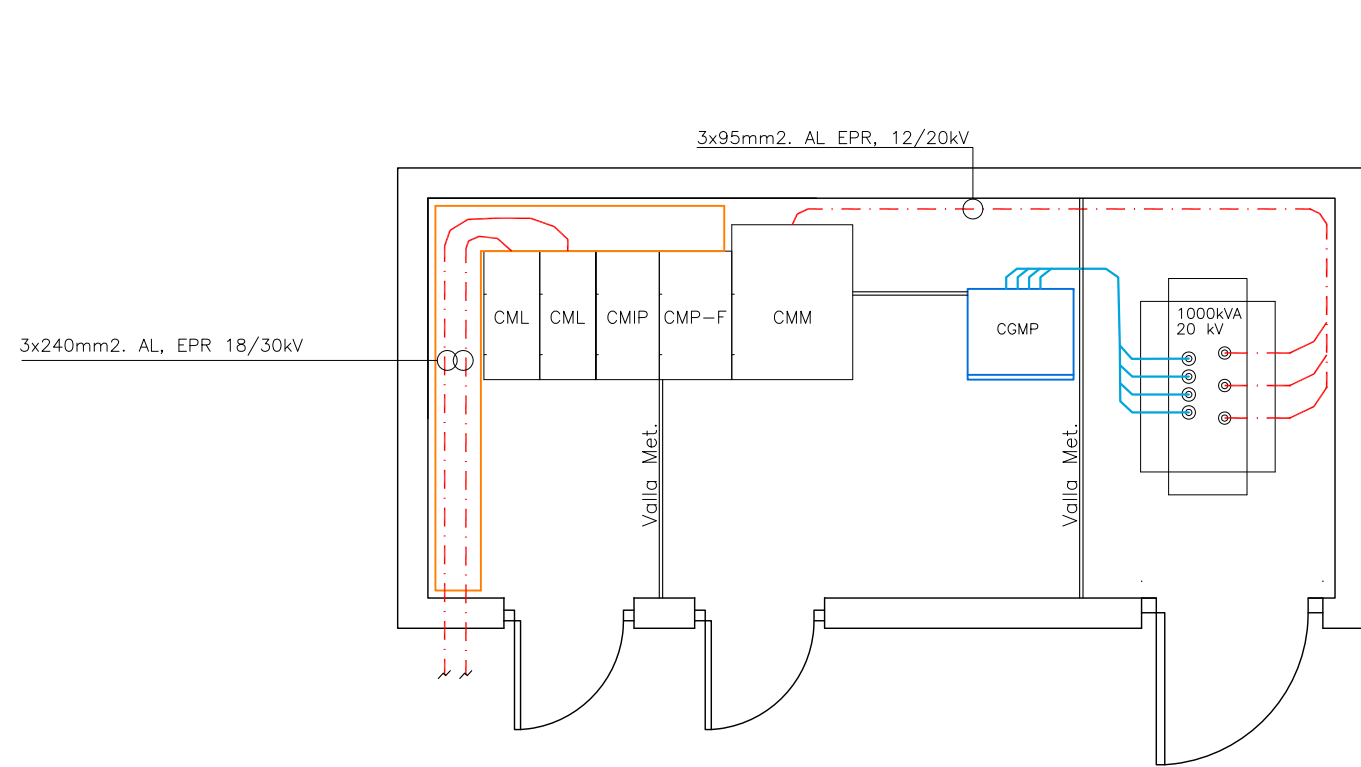
SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)

REF: TFG

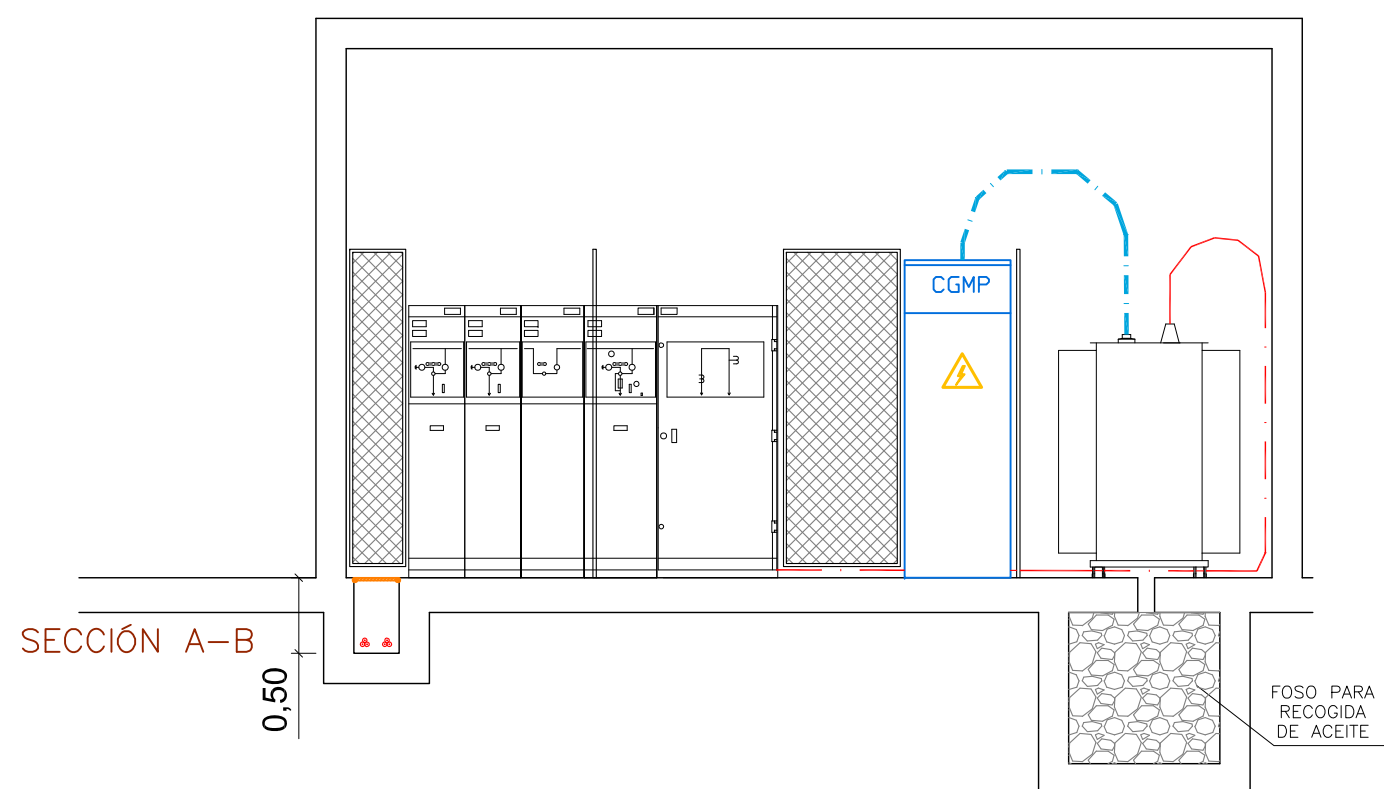
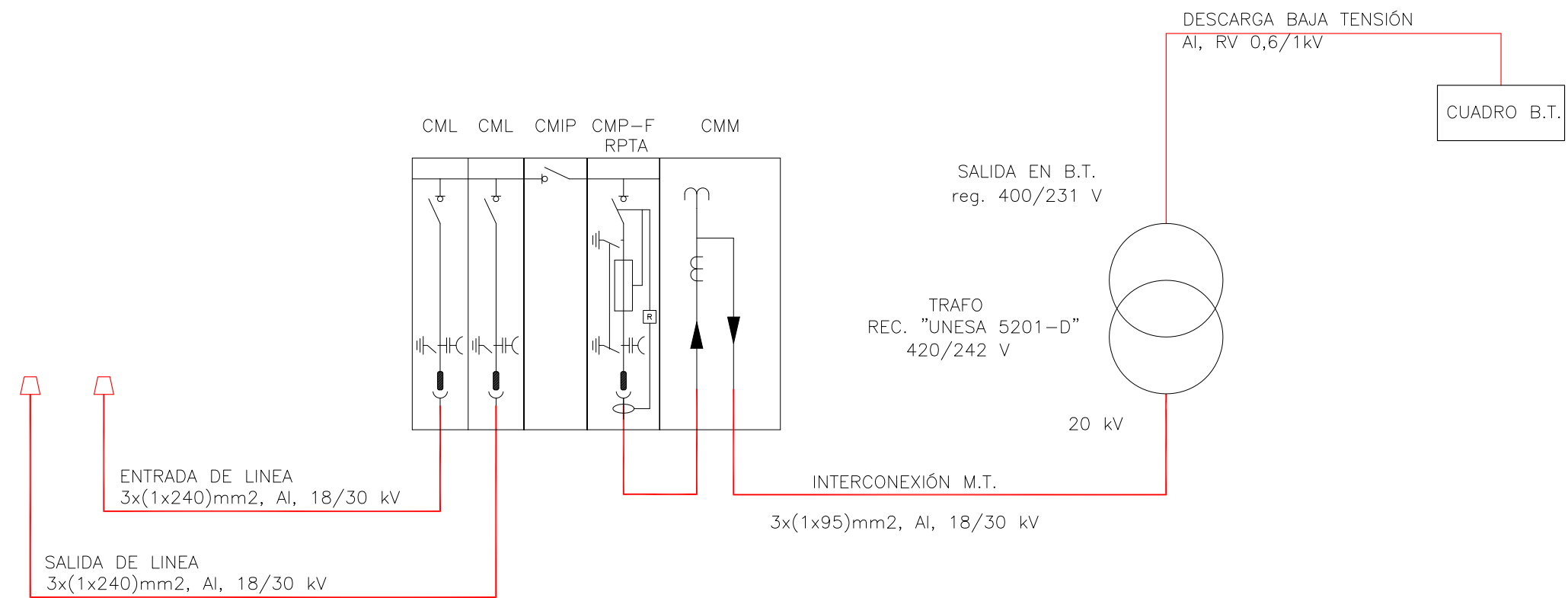
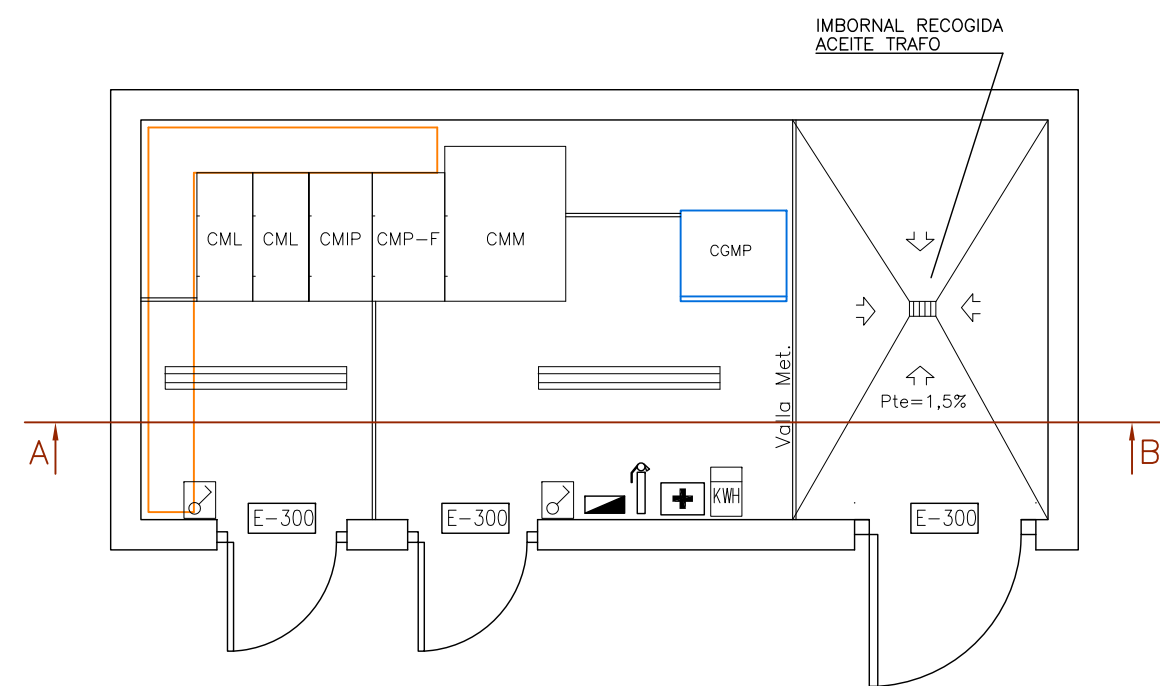
FECHA: 2015

ESCALA: 1/50

PLANO N°: 4



FACHADA

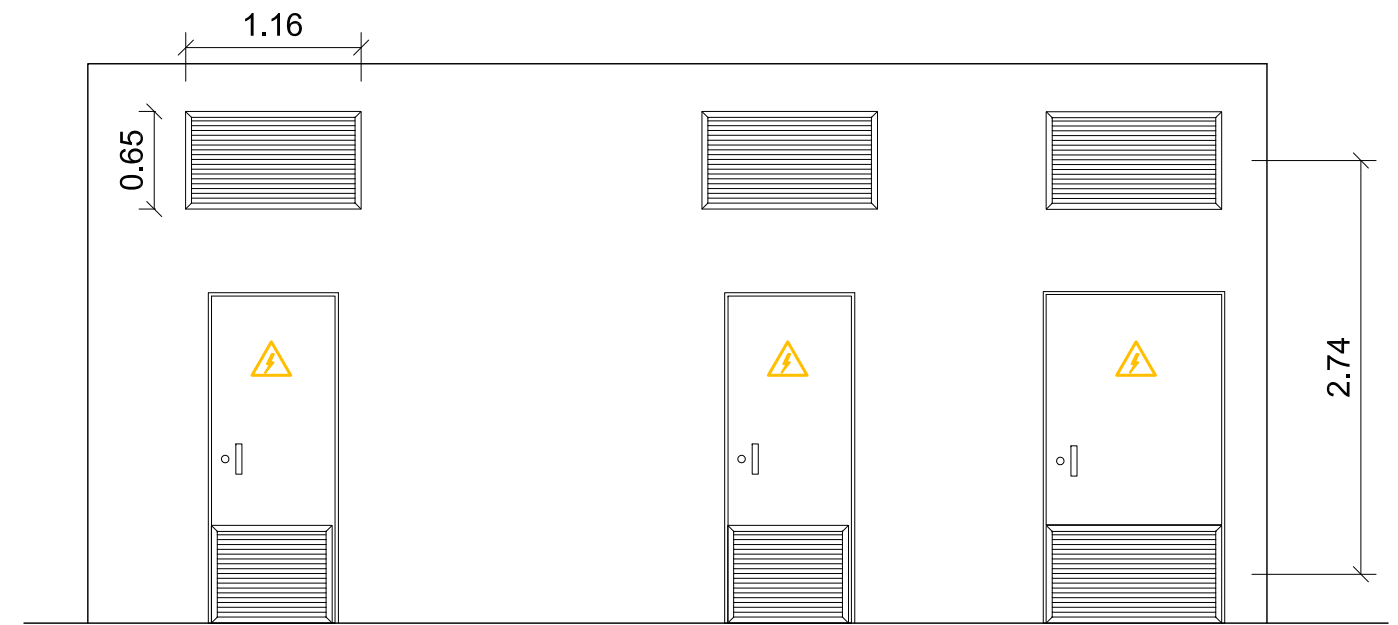
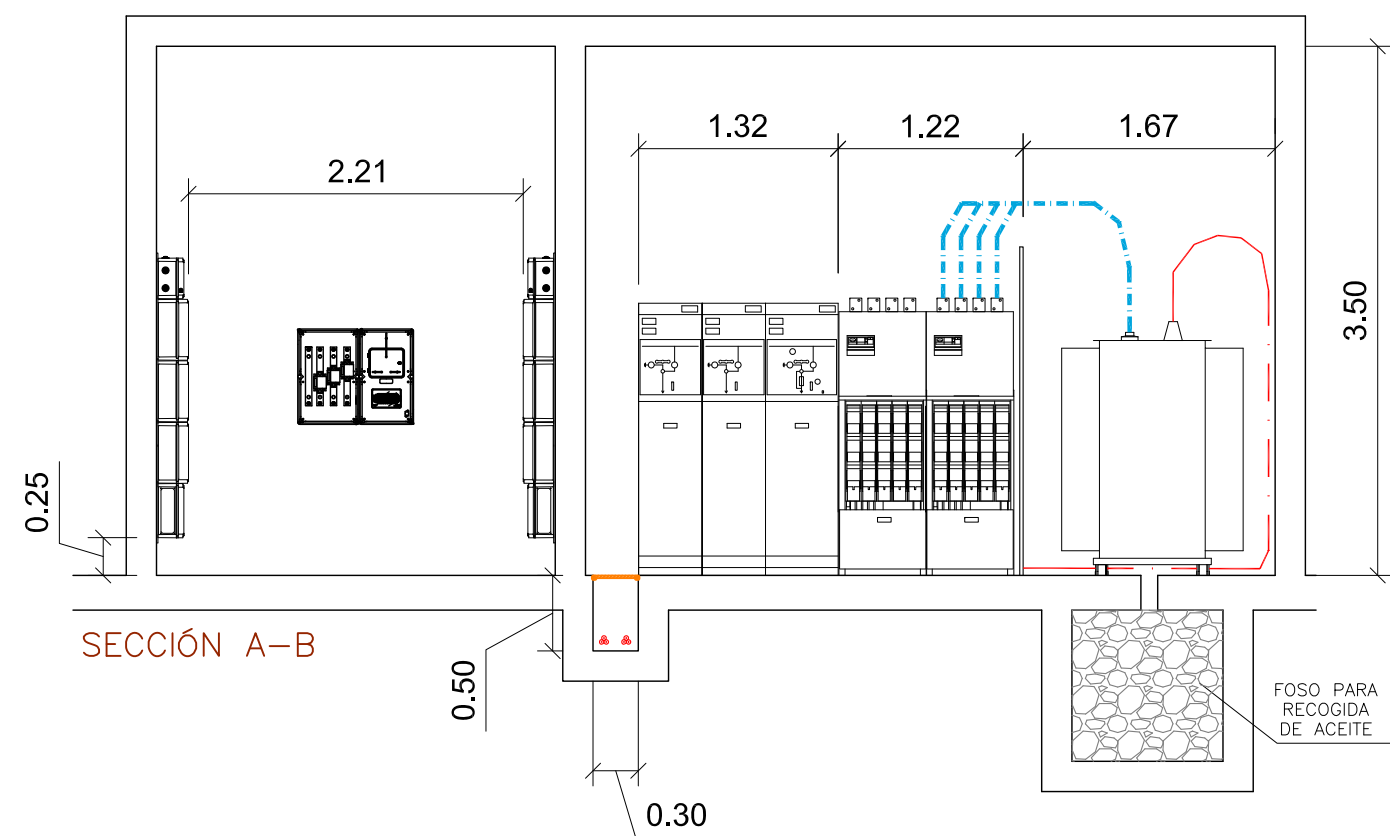
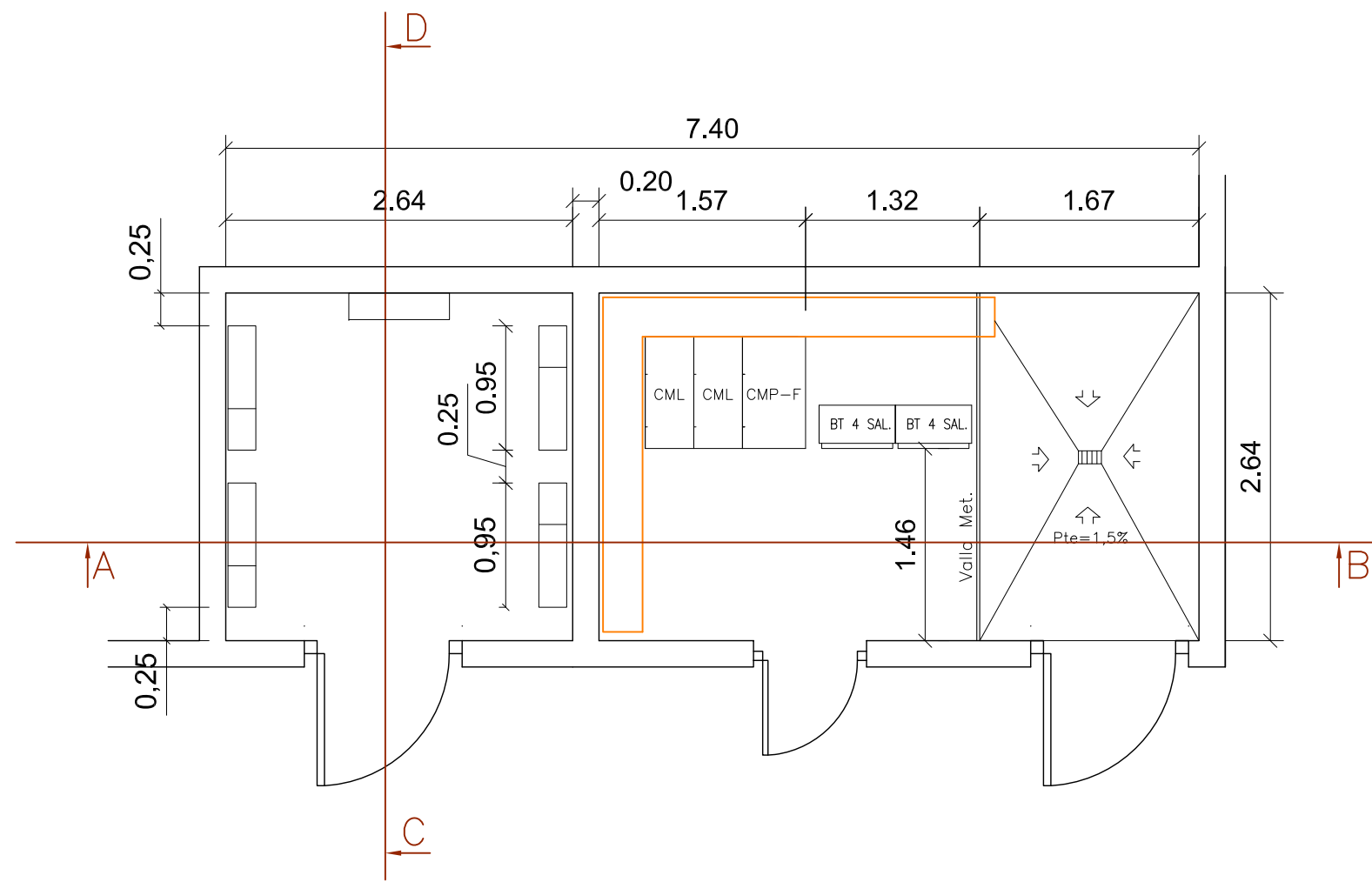
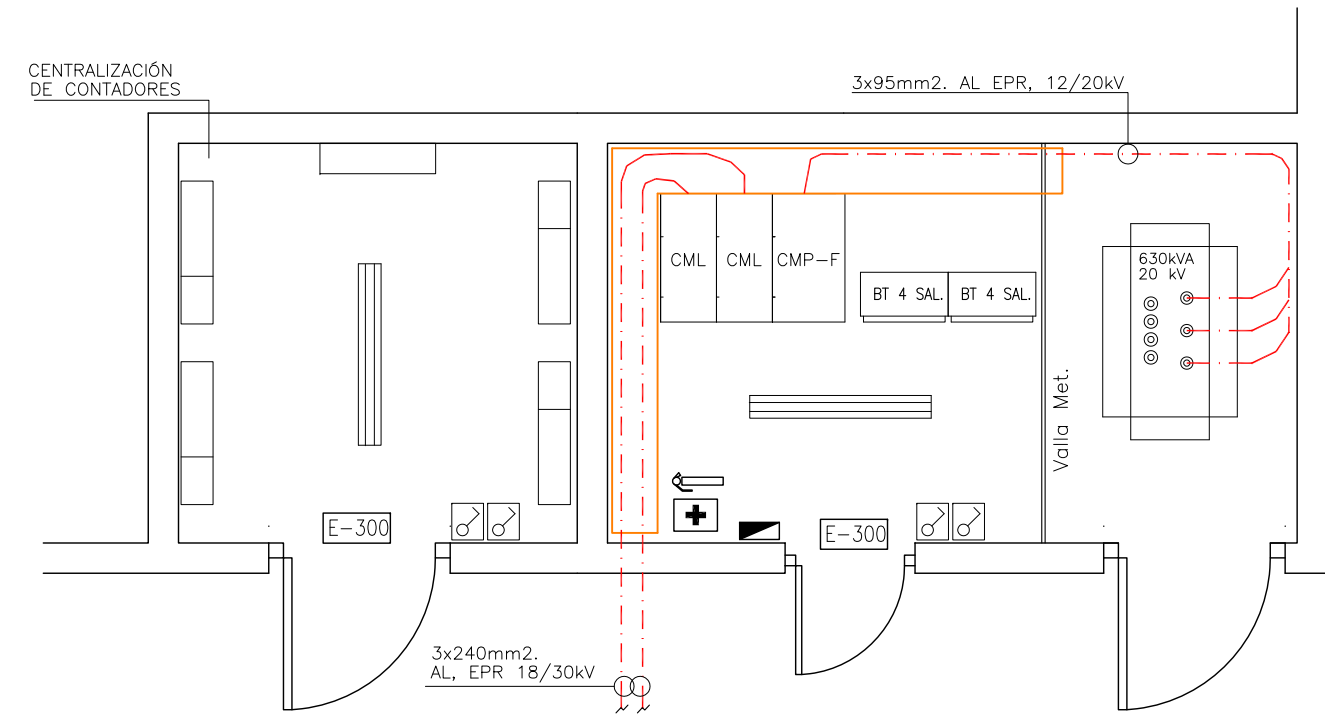


SECCIÓN A-B

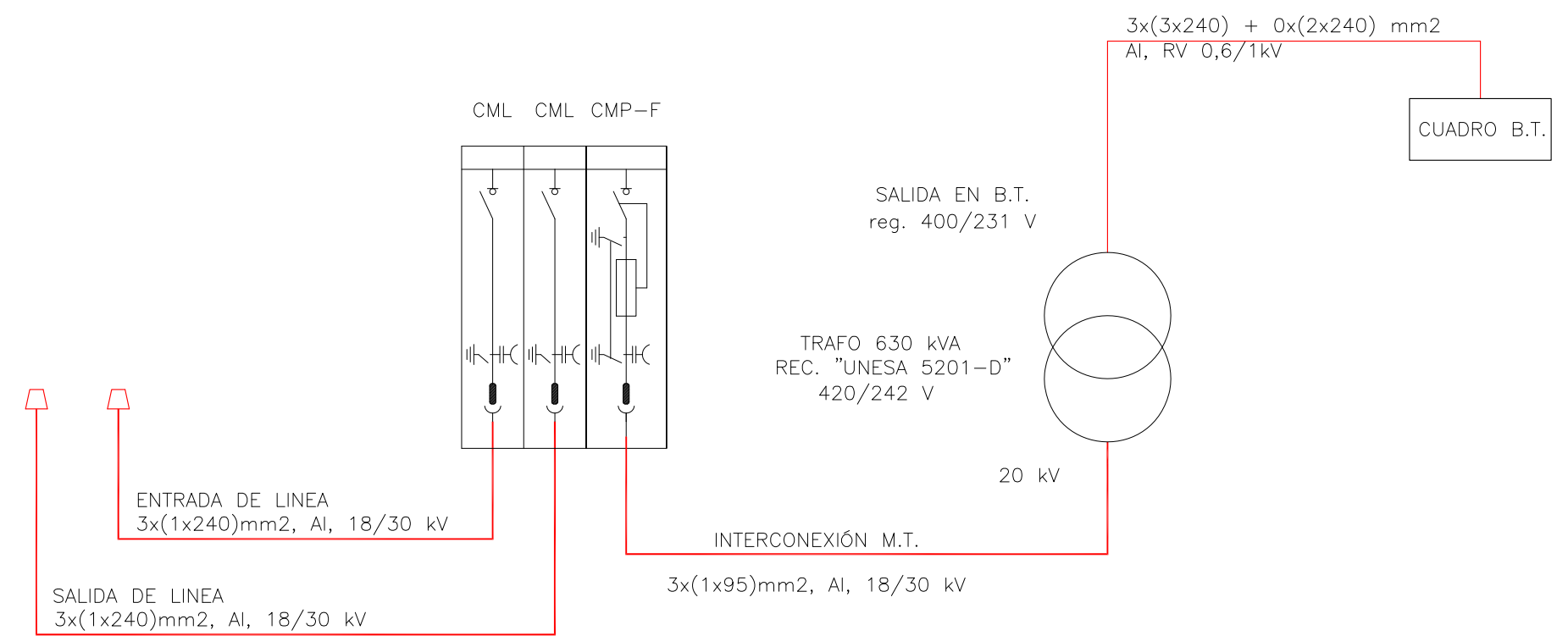
LEYENDA.	
	EQUIPO DE MEDIDA
	CUADRO ELECTRICO ALUMBRADO C.T.
	INTERRUPTOR UNIPOLAR
	PANTALLA ESTANCA 2x36W
	LUMINARIA DE EMERGENCIA (300Lum/1h)
	EXTINTOR CO2 6kg + PICTORAMA
	KIT S.O.S

C.TRAFO	POTENCIA	SECCIÓN DESCARGA B.T.
CT.2	1.000kVA	3x(4x240) + 0x(2x240) mm2
CT.3	630kVA	3x(3x240) + 0x(2x240) mm2
CT.4	400kVA	3x(2x240) + 0x(1x240) mm2
CT.5	400kVA	3x(2x240) + 0x(1x240) mm2
CT.7	400kVA	3x(2x240) + 0x(1x240) mm2

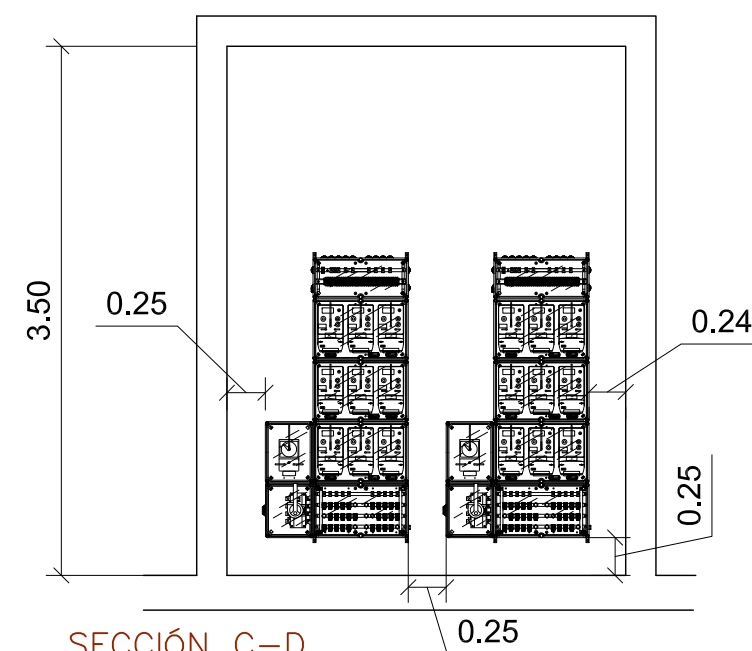
UNIVERSIDAD DE JAEN Campus Las Lagunillas s/n 23071, Jaen		AUTOR: JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ	
PROYECTO DE: INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL		REF: TFG	
PLANO DE : CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO		FECHA: 2015	
PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAEN.		ESCALA: 1/50	
SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)		PLANO N°: 5	



FACHADA



LEYENDA.	
	EQUIPO DE MEDIDA
	CUADRO ELECTRICO ALUMBRADO C.T.
	INTERRUPTOR UNIPOLAR
	PANTALLA ESTANCA 2x36W
	LUMINARIA DE EMERGENCIA (300Lum/1h)
	EXTINTOR CO2 6kg + PICTORAMA
	KIT S.O.S



SECCIÓN C-D

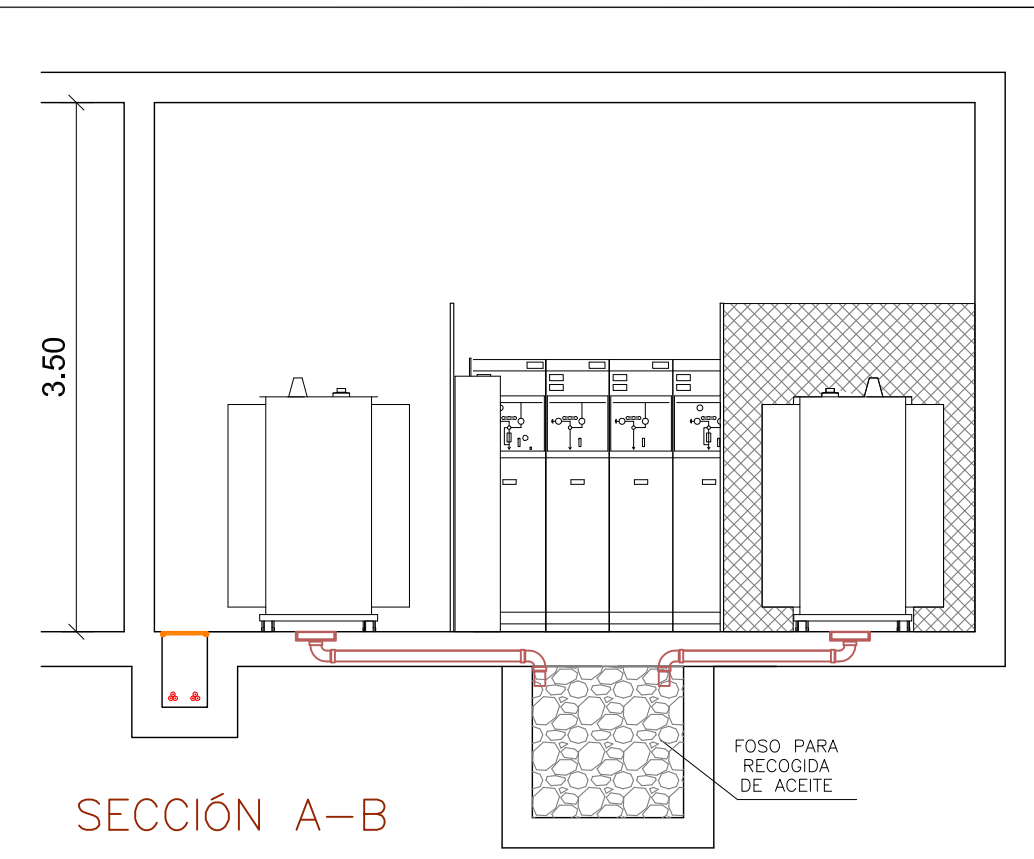
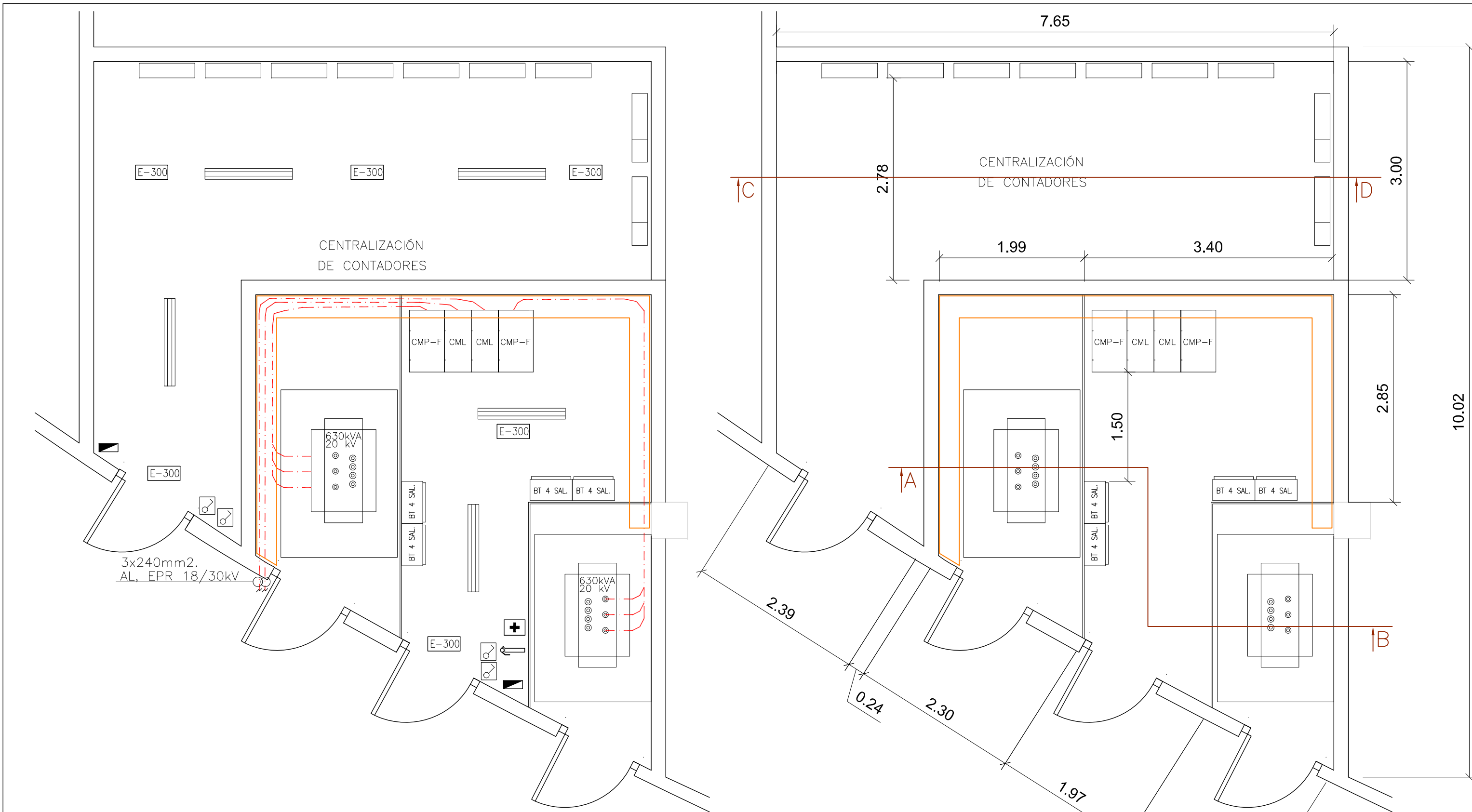


UNIVERSIDAD DE JAEN
Campus Las Lagunillas s/n
23071, Jaen

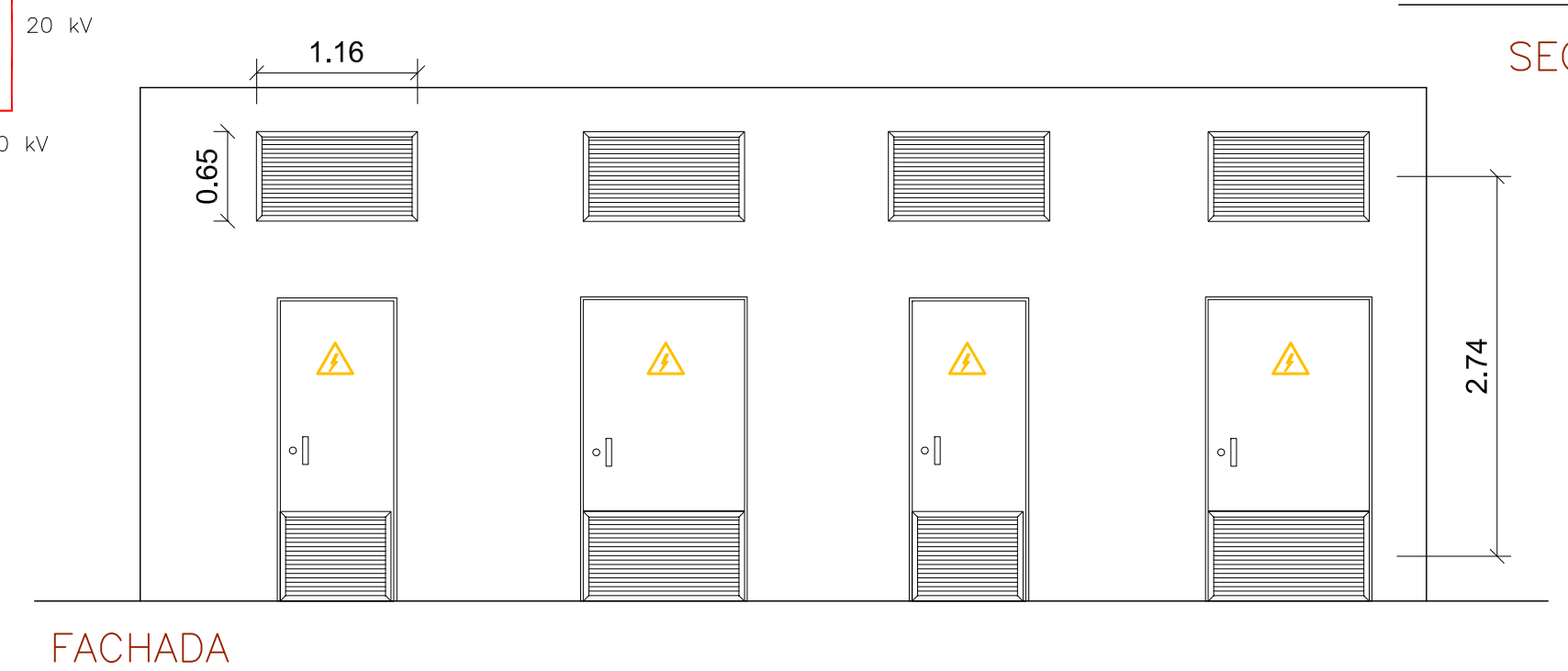
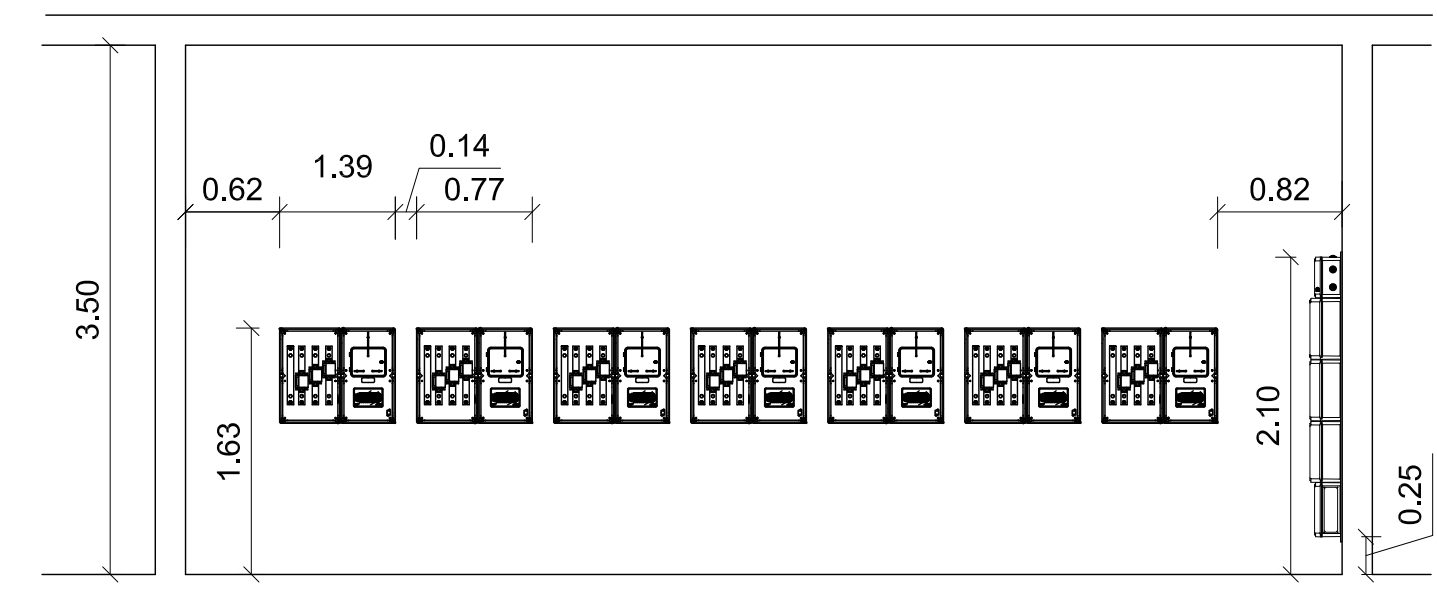
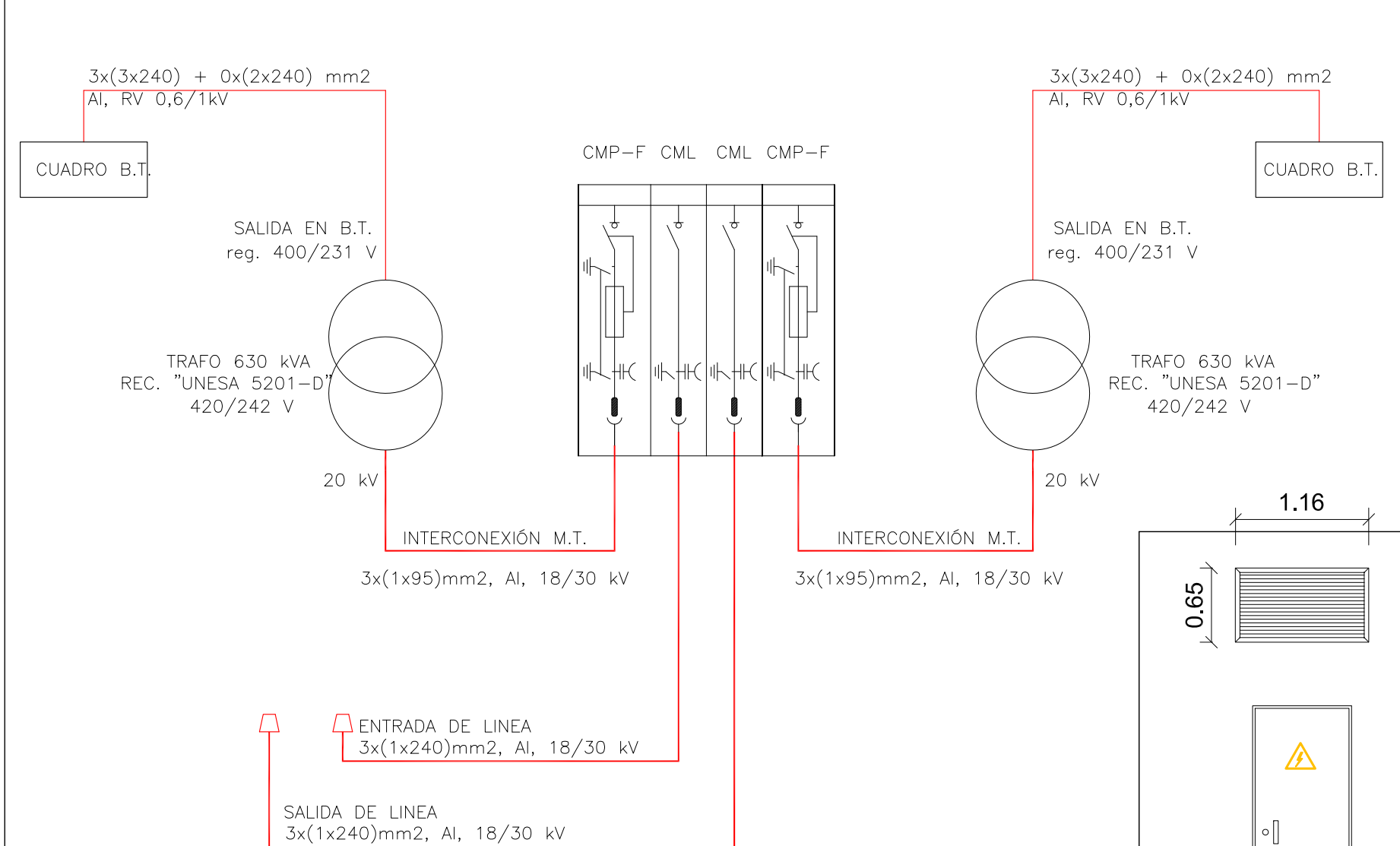
AUTOR:

JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ

PROYECTO DE:	INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL	REF:	TFG
PLANO DE :	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT-6 CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES N°1	FECHA:	2015
PETICIONARIO:	UNIVERSIDAD DE JAEN.	ESCALA:	1/50
SITUACIÓN:	AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)	PLANO N°:	6

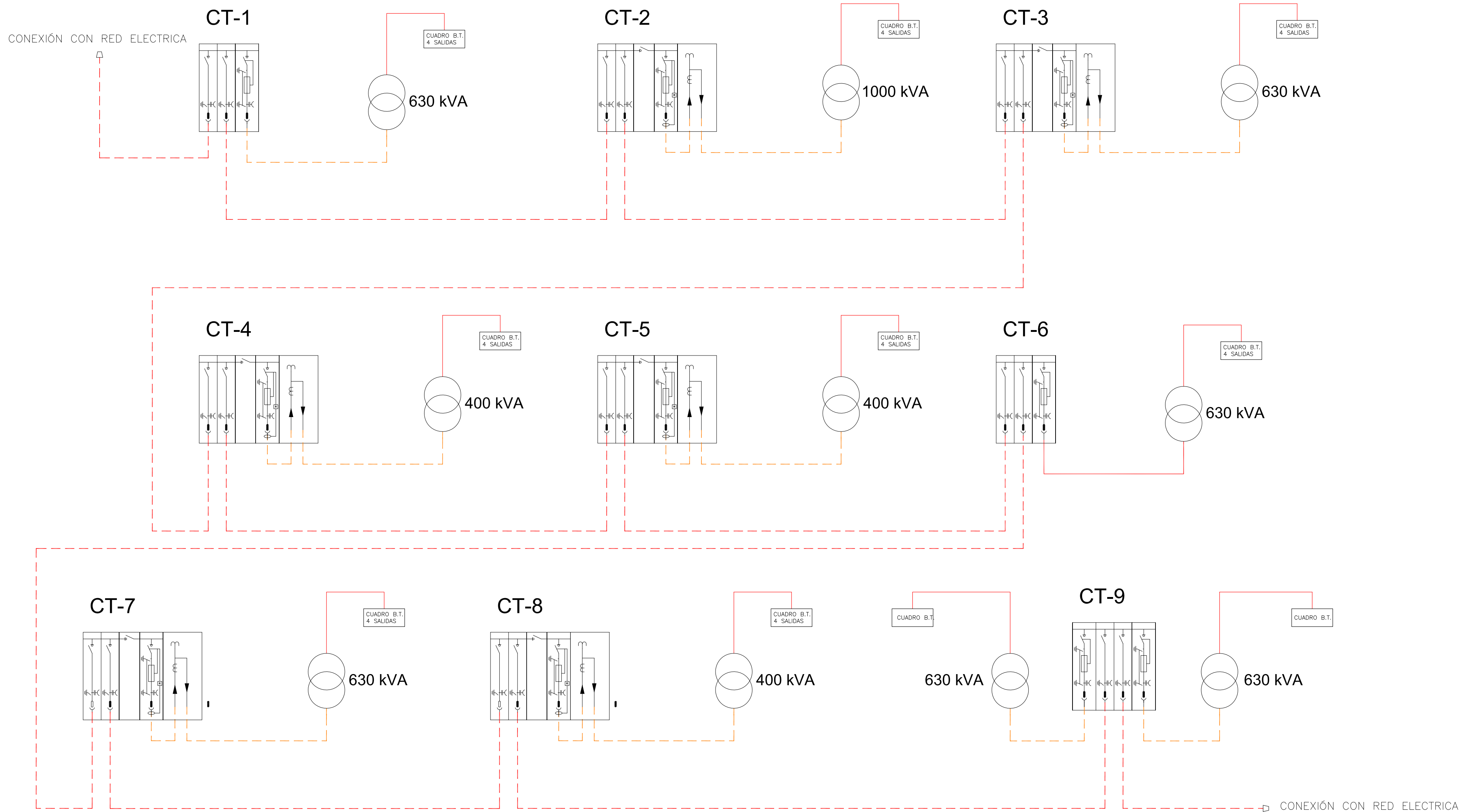


LEYENDA.	
	EQUIPO DE MEDIDA
	CUADRO ELECTRICO ALUMBRADO C.T.
	INTERRUPTOR UNIPOLAR
	PANTALLA ESTANCA 2x36W
	LUMINARIA DE EMERGENCIA (300Lum/1h)
	EXTINTOR CO2 6kg + PICTORAMA
	KIT S.O.S



SECCIÓN C-D

	UNIVERSIDAD DE JAÉN Campus Las Lagunillas s/n 23071, Jaén	AUTOR: JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ
PROYECTO DE: INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL		REF: TFG
PLANO DE : CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT-9 CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES N°2		FECHA: 2015
PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAÉN.		ESCALA: 1/50
SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)		PLANO N°: 7



3x(1x240)mm2, Al, 18/30 kV

3x(1x95)mm2, Al, 18/30 kV

POTENCIA	SECCIÓN DESCARGA B.T.
1.000kVA	3x(4x240) + 0x(2x240) mm2
630kVA	3x(3x240) + 0x(2x240) mm2
400kVA	3x(2x240) + 0x(1x240) mm2



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Campus Las Lagunillas s/n
23071, Jaén

AUTOR:

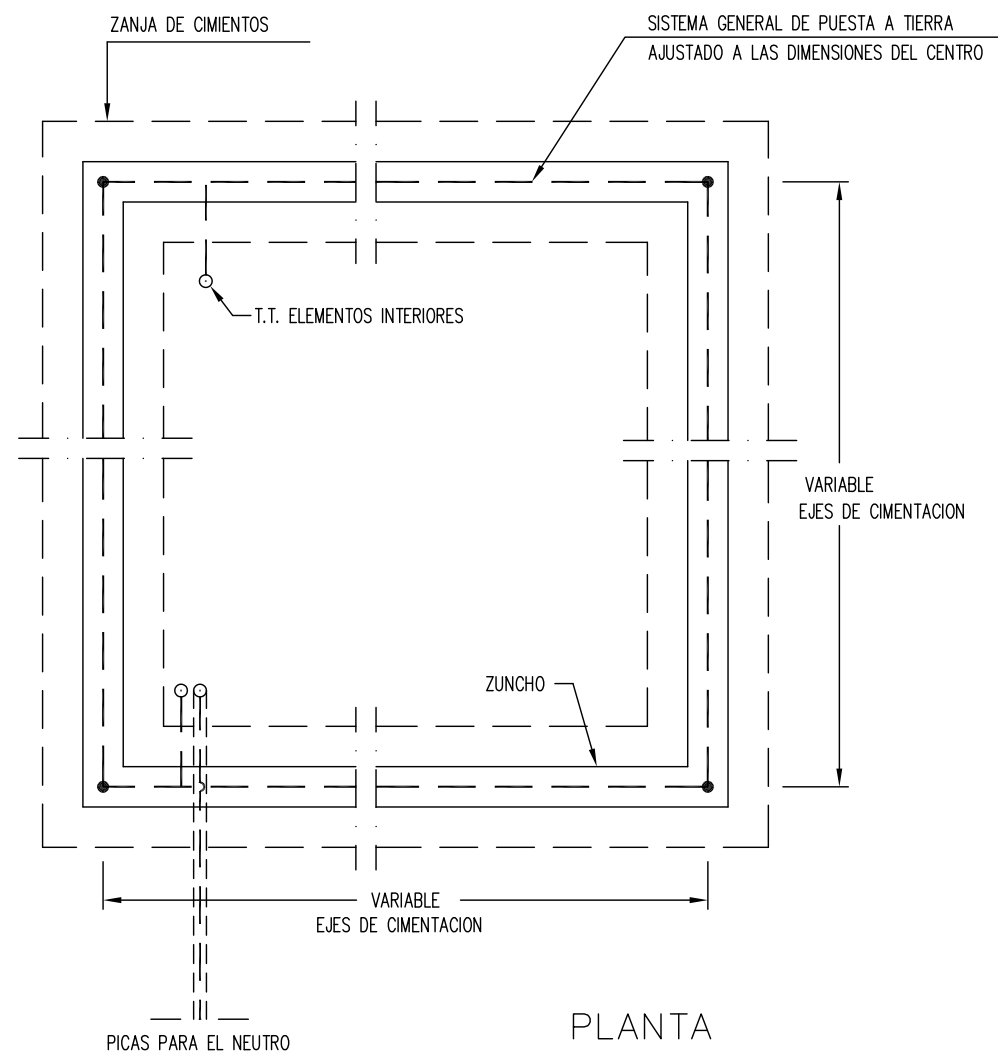
JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ

PROYECTO DE: INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIALREF: TFG

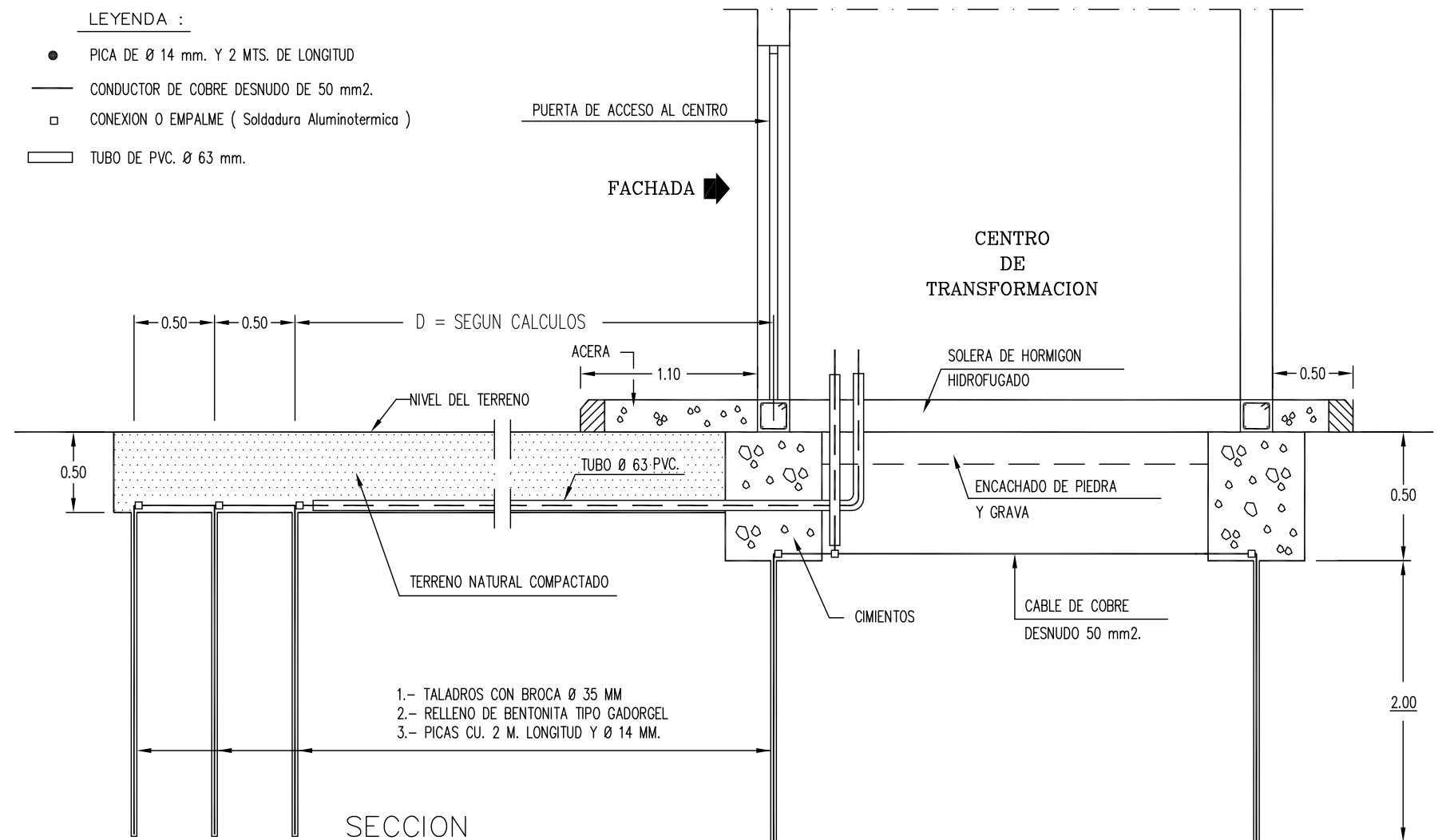
PLANO DE : ESQUEMA RED MEDIA TENSIÓNFECHA: 2015

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAÉN.ESCALA: 1/75

SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)PLANO N°: 8



- LEYENDA :**
- PICA DE Ø 14 mm. Y 2 MTS. DE LONGITUD
 - CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 50 mm².
 - CONEXION O EMPALME (Soldadura Aluminotermica)
 - ▭ TUBO DE PVC. Ø 63 mm.



NOTAS :

- LA UNION DEL NEUTRO CON SUS PICAS, Y LA UNION DEL ANILLO CON EMBARRADO DE P.A.T. SERA CON CABLE DE COBRE DE 50 mm². AISLADO 1 KV. EN TUBO Ø 63 mm. DE PVC.
- EL ANILLO QUE UNE TODOS LOS ELECTRODOS DEL SISTEMA GENERAL DE P.A.T. SERA DE COBRE DESNUDO DE 50 mm².
- NO SE PONDRÁ A TIERRA LA PUERTA DE ENTRADA, QUE SERA PINTADA INTERIORMENTE CON UNA GRUESA CAPA DE PINTURA DE POLIESTER, REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO, INCLUIDO EL MARCO
- EL PASILLO SE RECUBRIRA CON PAVIMENTO ANTIDESLIZANTE A CIRCULOS DE COLOR NEGRO, DE 6 MM. DE ESPESOR RESISTENTE A GRASAS Y ACEITES Y DE RESISTENCIA (PLACA DE 30 cm²) A 10¹² OHMIOS
- NO SE PONDRAN A TIERRA LAS REJILLAS DE VENTILACION



UNIVERSIDAD DE JAEN
Campus Las Lagunillas s/n
23071, Jaen

AUTOR:

Jose Alvaro Lopez Diaz

JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ

PROYECTO DE: INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL

REF: TFG

PLANO DE : DETALLES PUESTA A TIERRA C.T.

FECHA: 2015

ESCALA: S/E

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAEN.

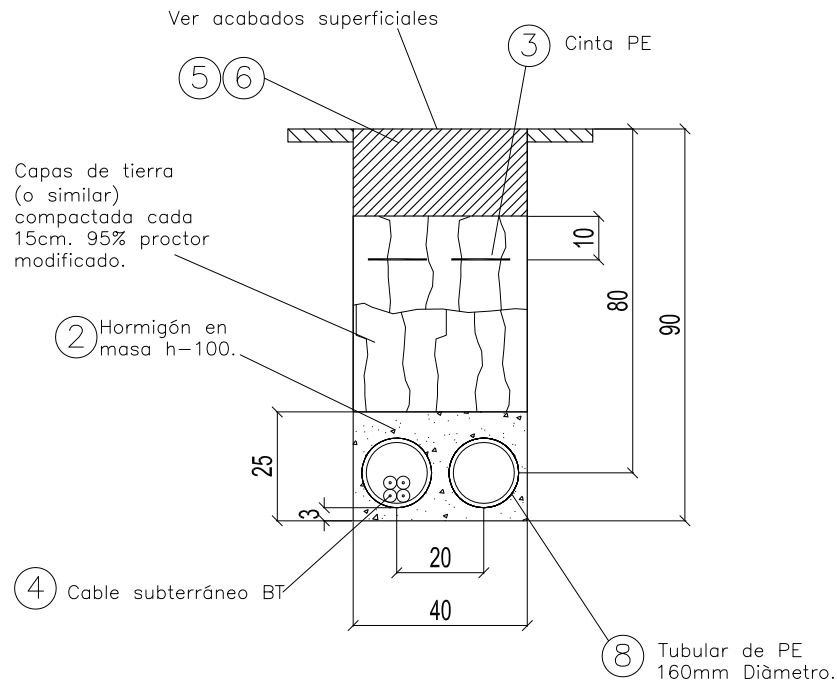
PLANO N°:

SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)

9

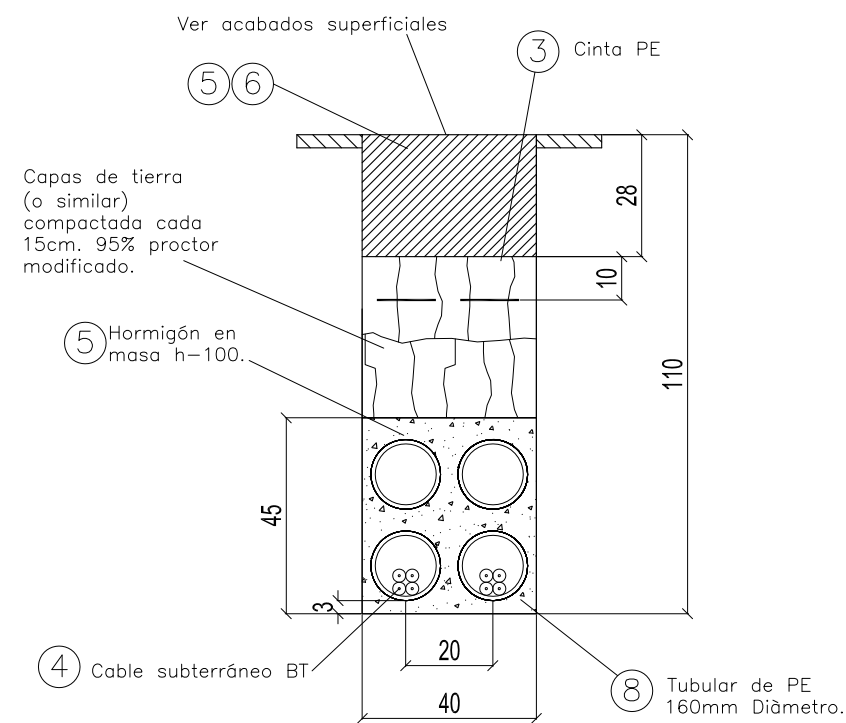
1 CIRCUITO EN CALZADA

(2 TUBOS HORMIGONADOS)



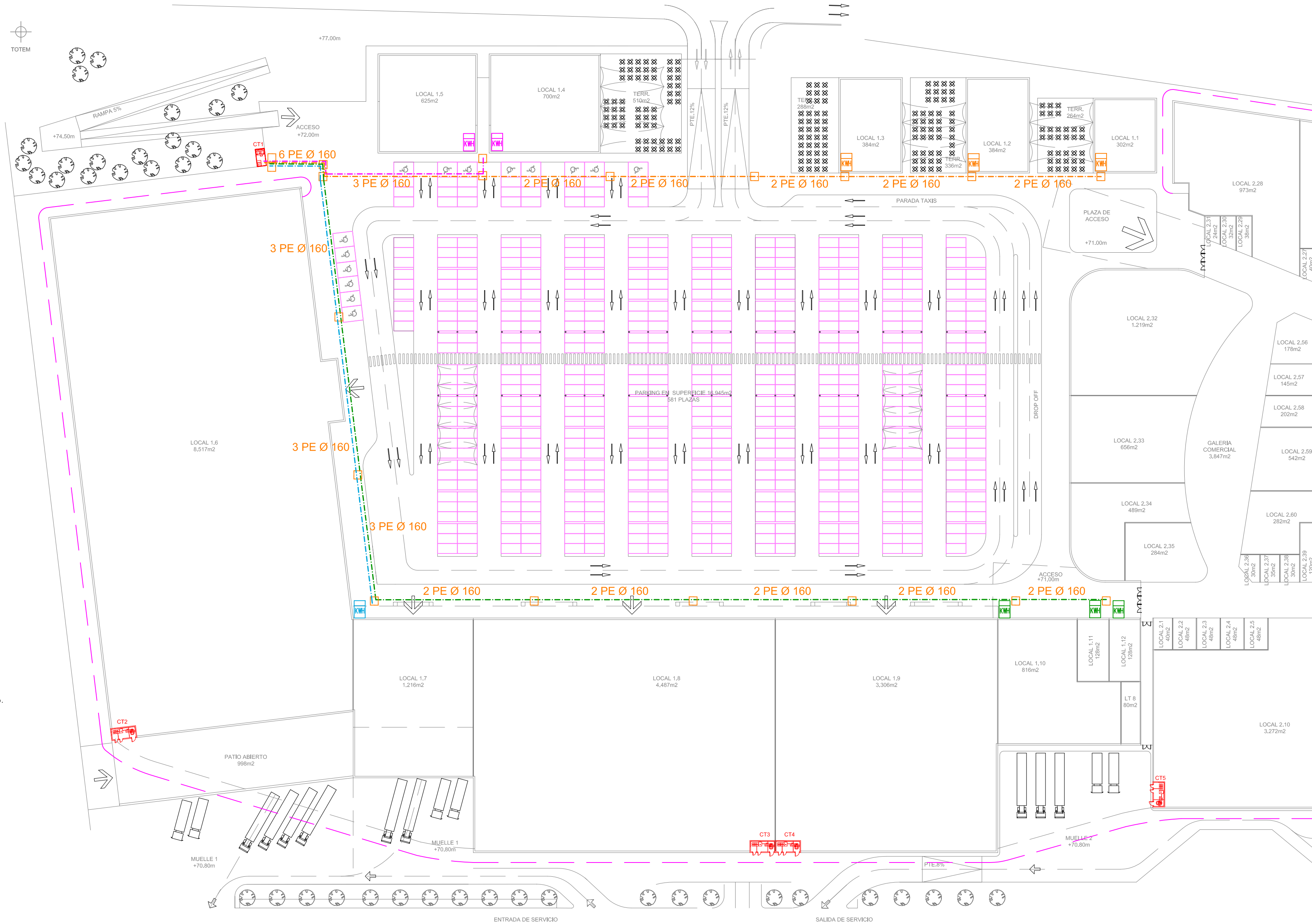
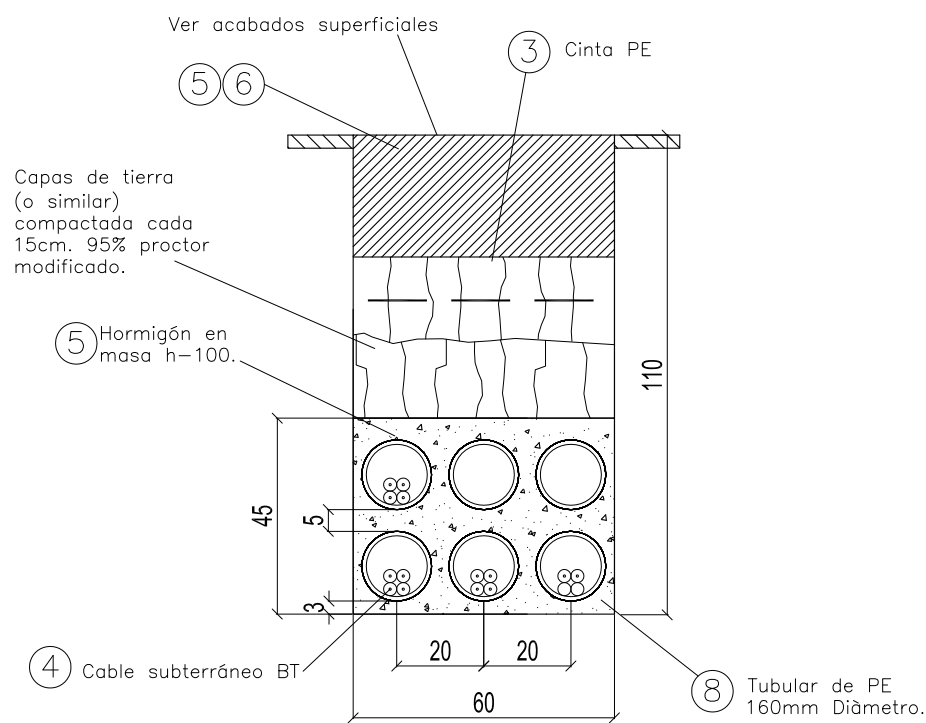
2 CIRCUITOS EN CALZADA

(4 TUBOS HORMIGONADOS)



4 CIRCUITOS EN CALZADA

(6 TUBOS HORMIGONADOS)



MODULO PARA EQUIPO DE MEDIDA.



ARQUETA BAJA TENSIÓN

RED SUBTERRANEA BAJA TENSIÓN 1 : 3,5X240mm² , AL, RV0,6/1kV

RED SUBTERRANEA BAJA TENSIÓN 2 : 3,5x240mm² , AL, RV0,6/1kV

RED SUBTERRANEA BAJA TENSIÓN 3: 3,5x240mm² , AL, RV0,6/1kV

RED SUBTERRANEA BAJA TENSIÓN 4: 3,5x150mm² , AL, RV0,6/1kV



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Campus Las Lagunillas s/n
23071, Jaén

AUTOR:

JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ

PROYECTO DE:

INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL

PLANO DE :

RED DE BAJA TENSIÓN.

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAÉN.

SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)

REF:

TFG

FECHA:

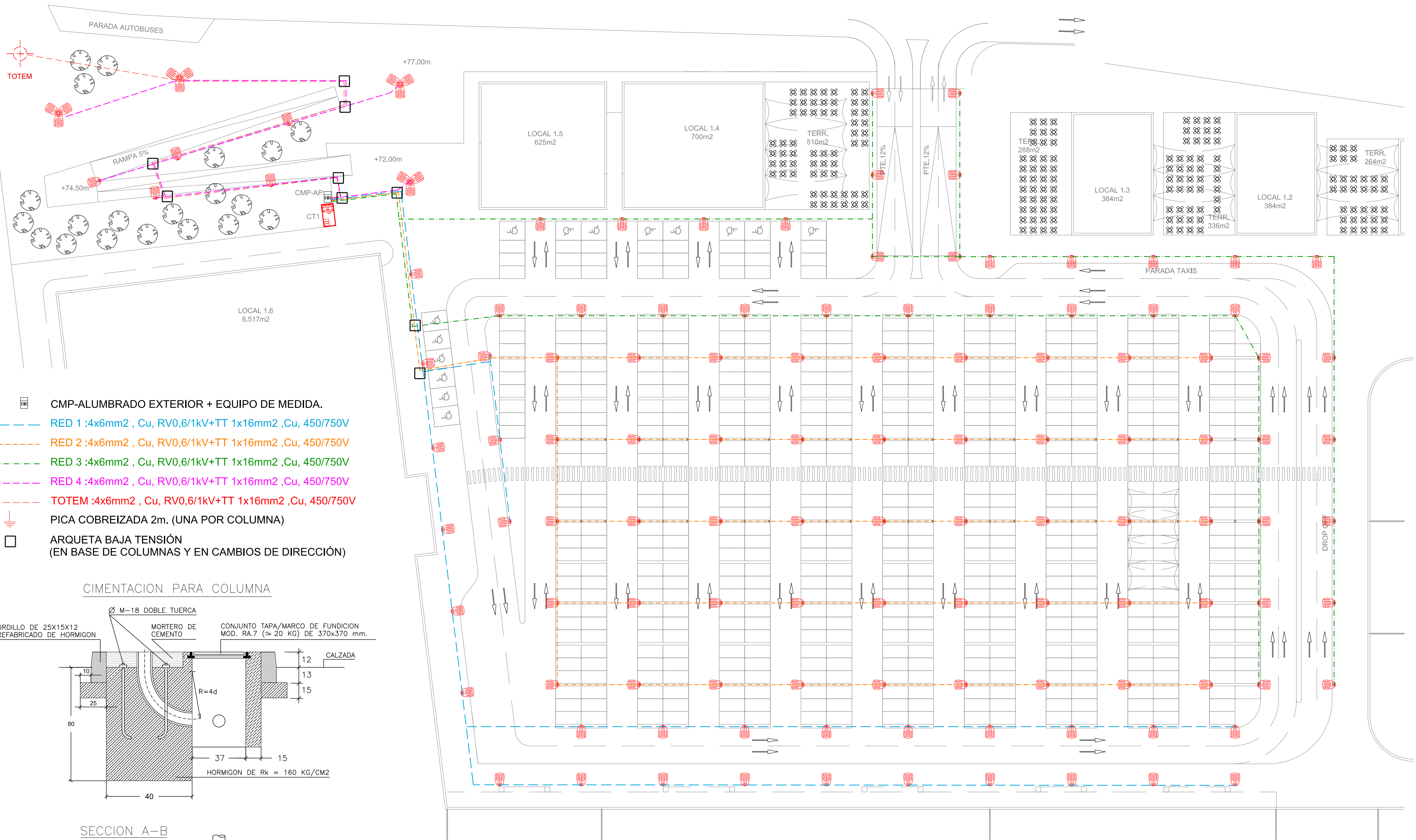
2015

ESCALA:

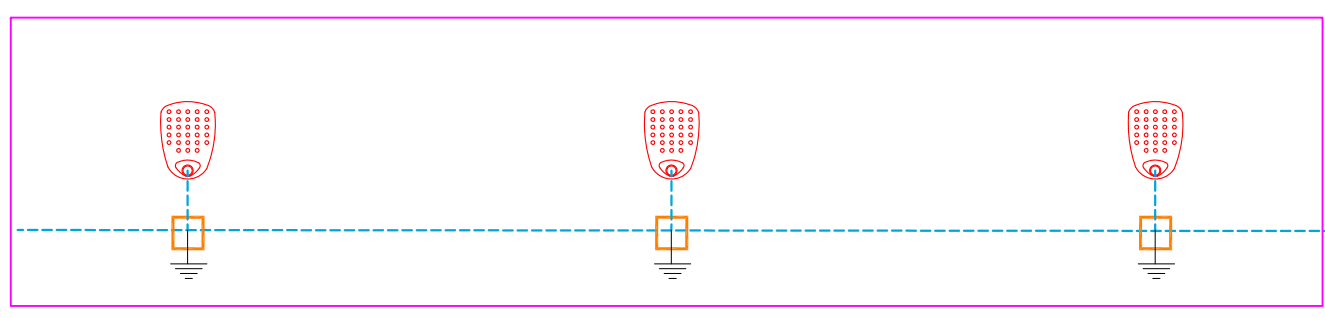
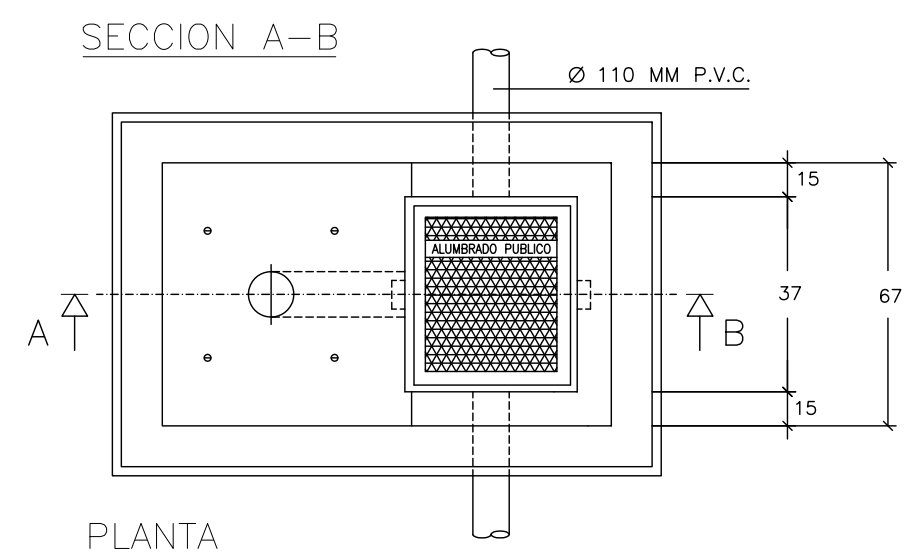
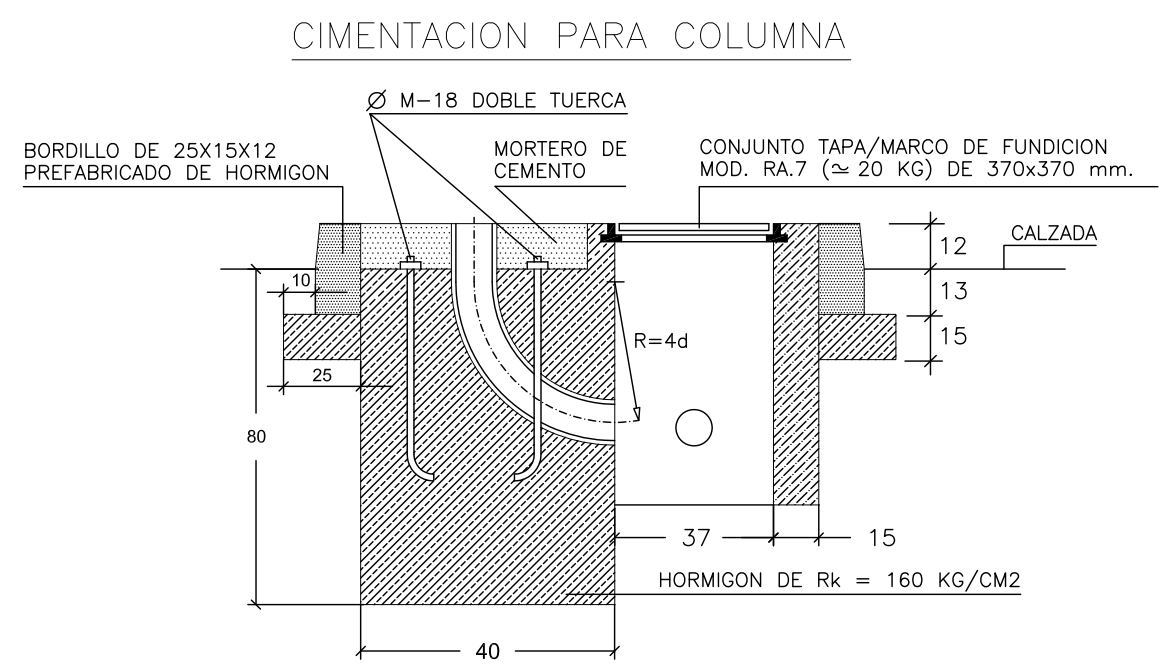
1/750

PLANO N°:

10

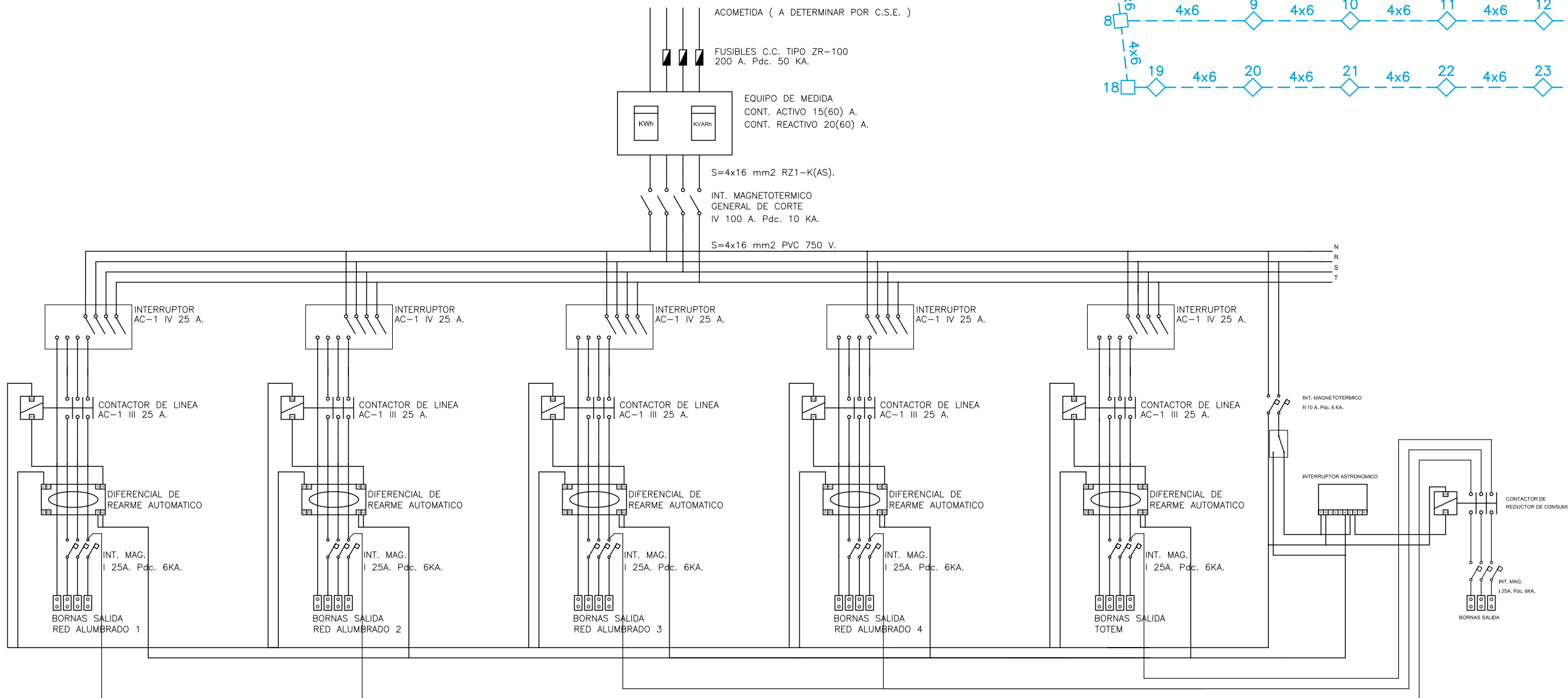
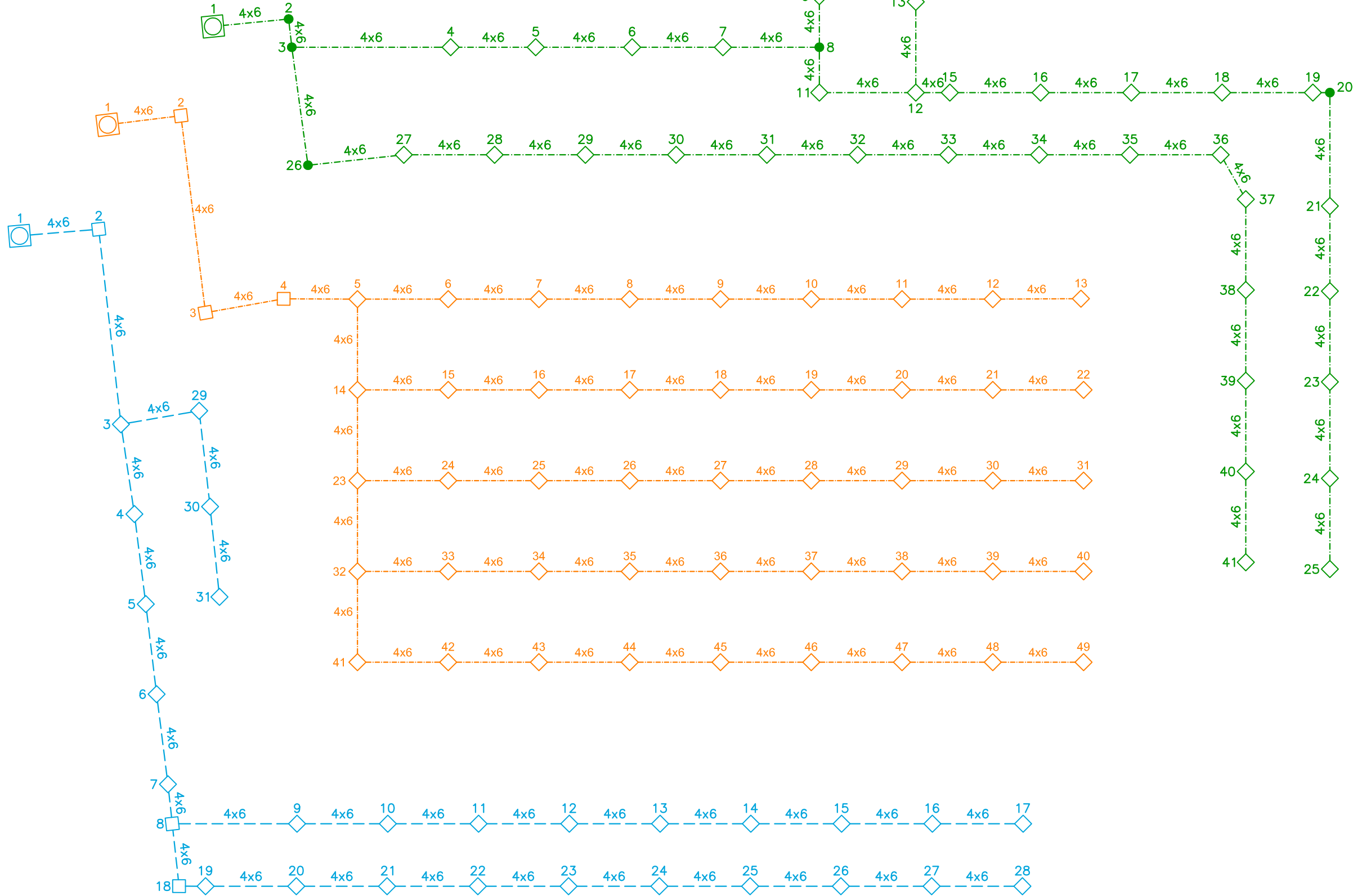
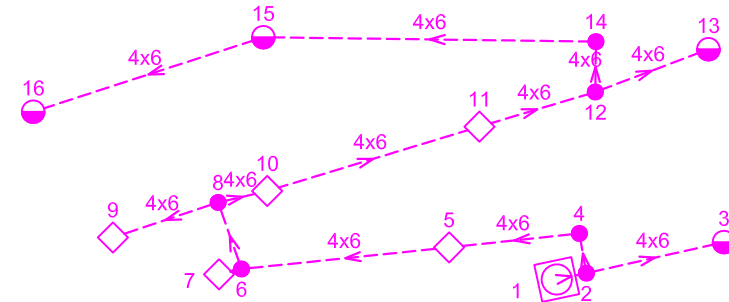
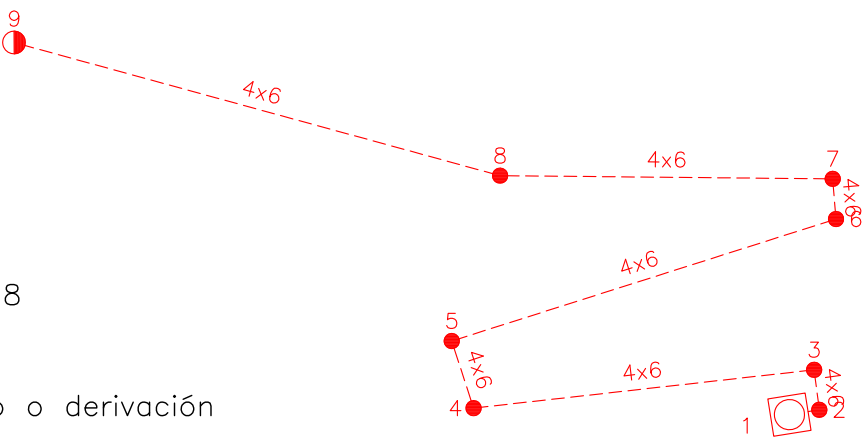


- CMP-ALUMBRADO EXTERIOR + EQUIPO DE MEDIDA.
- RED 1 :4x6mm² , Cu, RV0,6/1kV+TT 1x16mm² ,Cu, 450/750V
- RED 2 :4x6mm² , Cu, RV0,6/1kV+TT 1x16mm² ,Cu, 450/750V
- RED 3 :4x6mm² , Cu, RV0,6/1kV+TT 1x16mm² ,Cu, 450/750V
- RED 4 :4x6mm² , Cu, RV0,6/1kV+TT 1x16mm² ,Cu, 450/750V
- TOTEM :4x6mm² , Cu, RV0,6/1kV+TT 1x16mm² ,Cu, 450/750V
- PICA COBREIZADA 2m. (UNA POR COLUMNA)
- ARQUETA BAJA TENSIÓN (EN BASE DE COLUMNAS Y EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN)



		UNIVERSIDAD DE JAÉN Campus Las Lagunillas s/n 23071, Jaén		AUTOR: JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ	
PROYECTO DE: INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL				REF: TFG	
PLANO DE : ALUMBRADO EXTERIOR				FECHA: 2015	
PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAÉN.				ESCALA: 1/500	
SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)				PLANO N°: 11	

- Cuadro Mando
- 5.000x1,8
- 150x1,8
- Caja de registro o derivación
- Arqueta



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Campus Las Lagunillas s/n
23071, Jaén

AUTOR:

JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ

PROYECTO DE:

INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL

PLANO DE :

ESQUEMA Y CIRCUITOS ALUMBRADO EXTERIOR

PETICIONARIO:

UNIVERSIDAD DE JAÉN.

SITUACIÓN:

AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)

REF:

TFG

FECHA:

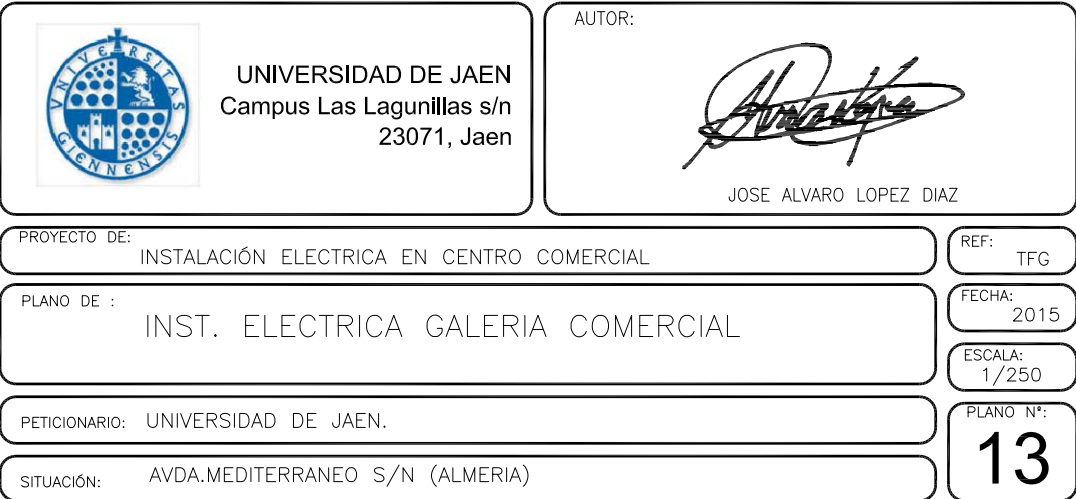
2015

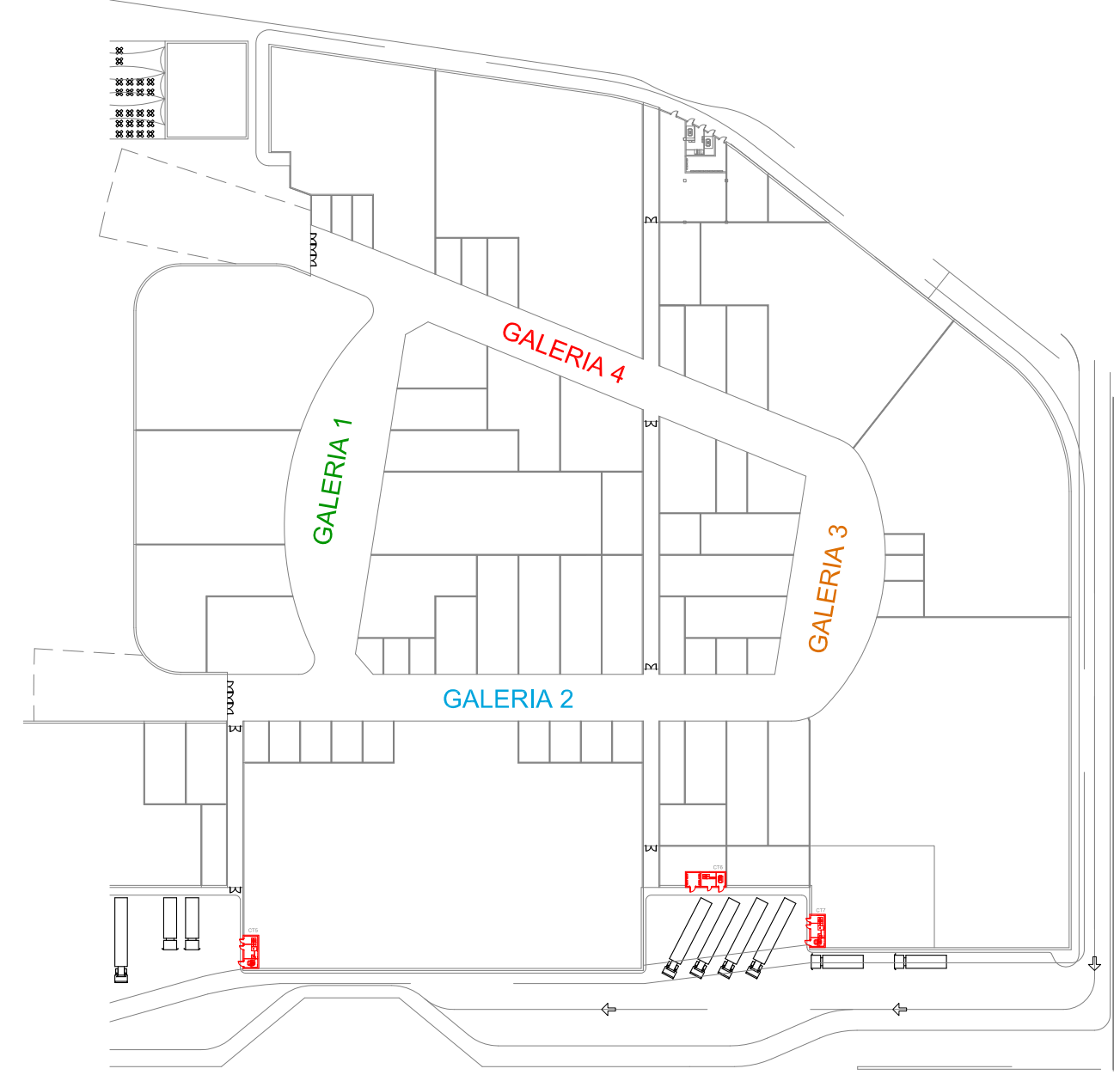
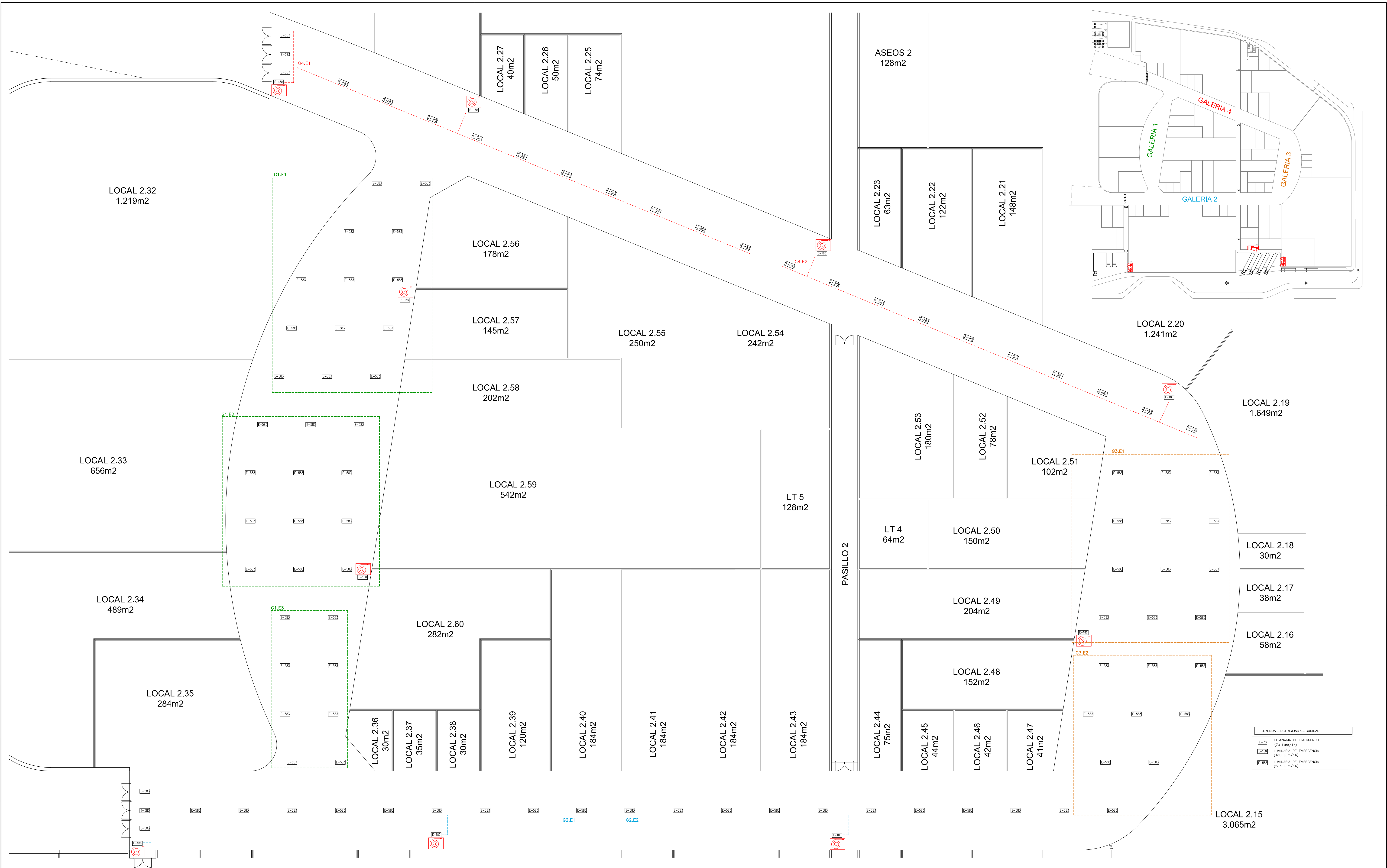
ESCALA:

1/750

PLANO N°:

12





LEYENDA ELECTRICIDAD / SEGURIDAD	
	LUMINARIA DE EMERGENCIA (70 Lum/1h)
	LUMINARIA DE EMERGENCIA (180 Lum/1h)
	LUMINARIA DE EMERGENCIA (583 Lum/1h)



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Campus Las Lagunillas s/n
23071, Jaén

AUTOR:

JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ

PROYECTO DE: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN CENTRO COMERCIAL

PLANO DE: ILUMINACIÓN EMERGENCIA EN GALERIA COMERCIAL

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAÉN.

SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERÍA)

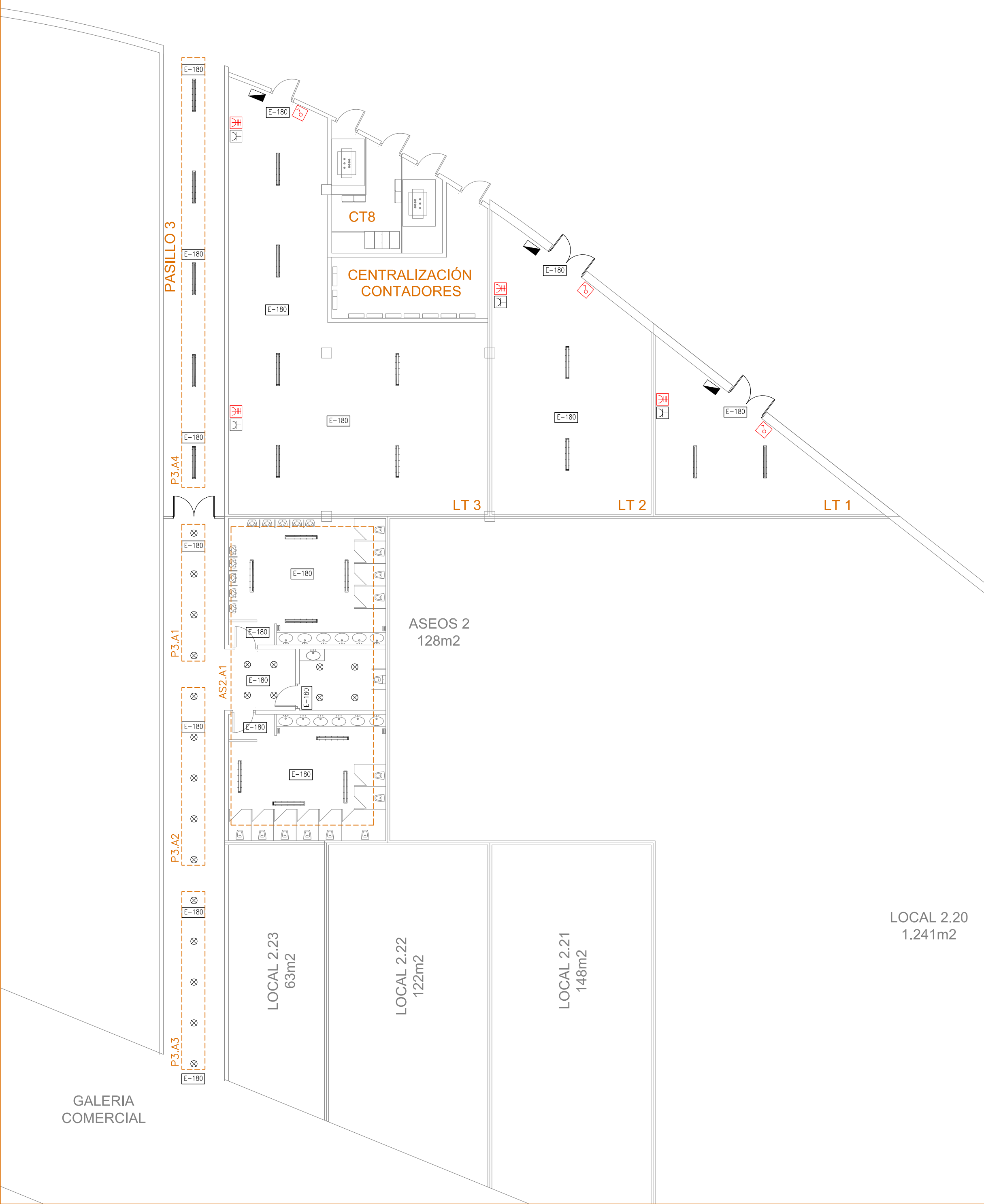
REF: TFG

FECHA: 2015

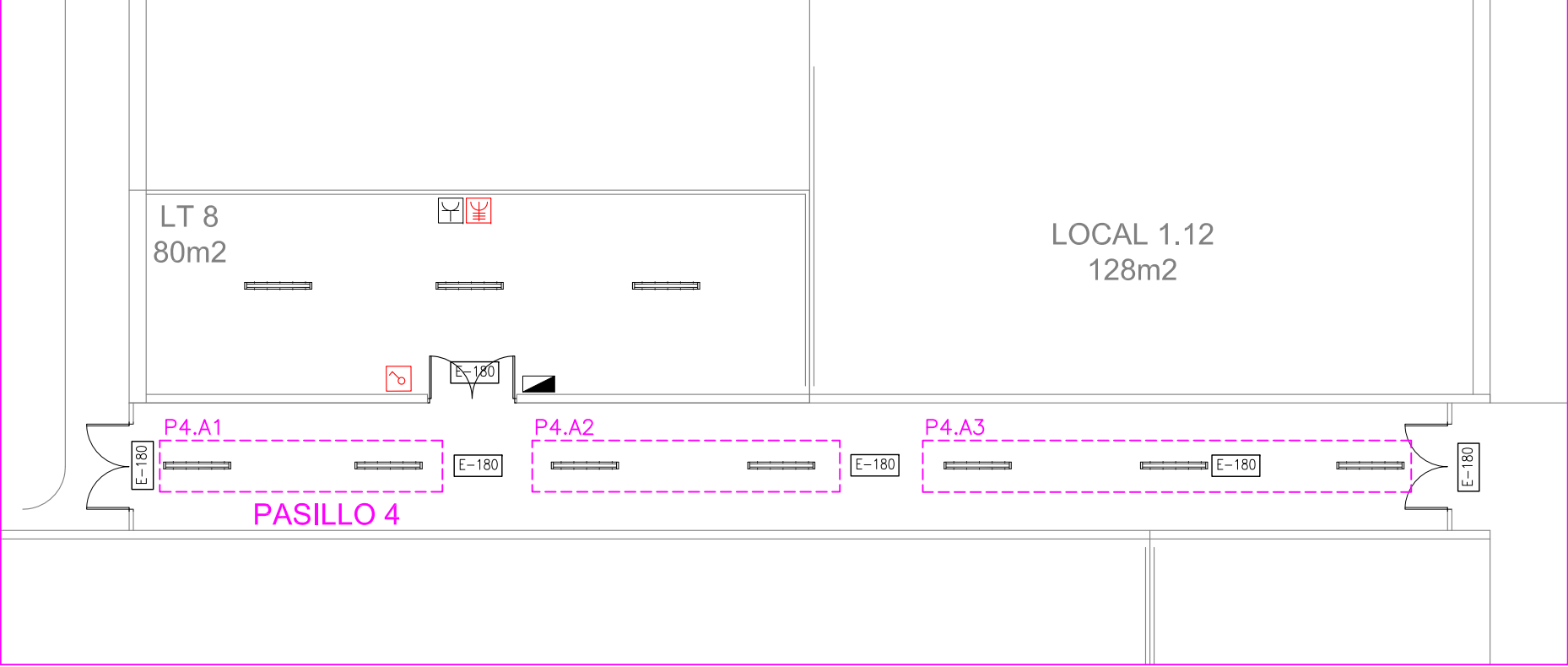
ESCALA: 1/200

PLANO Nº: 14

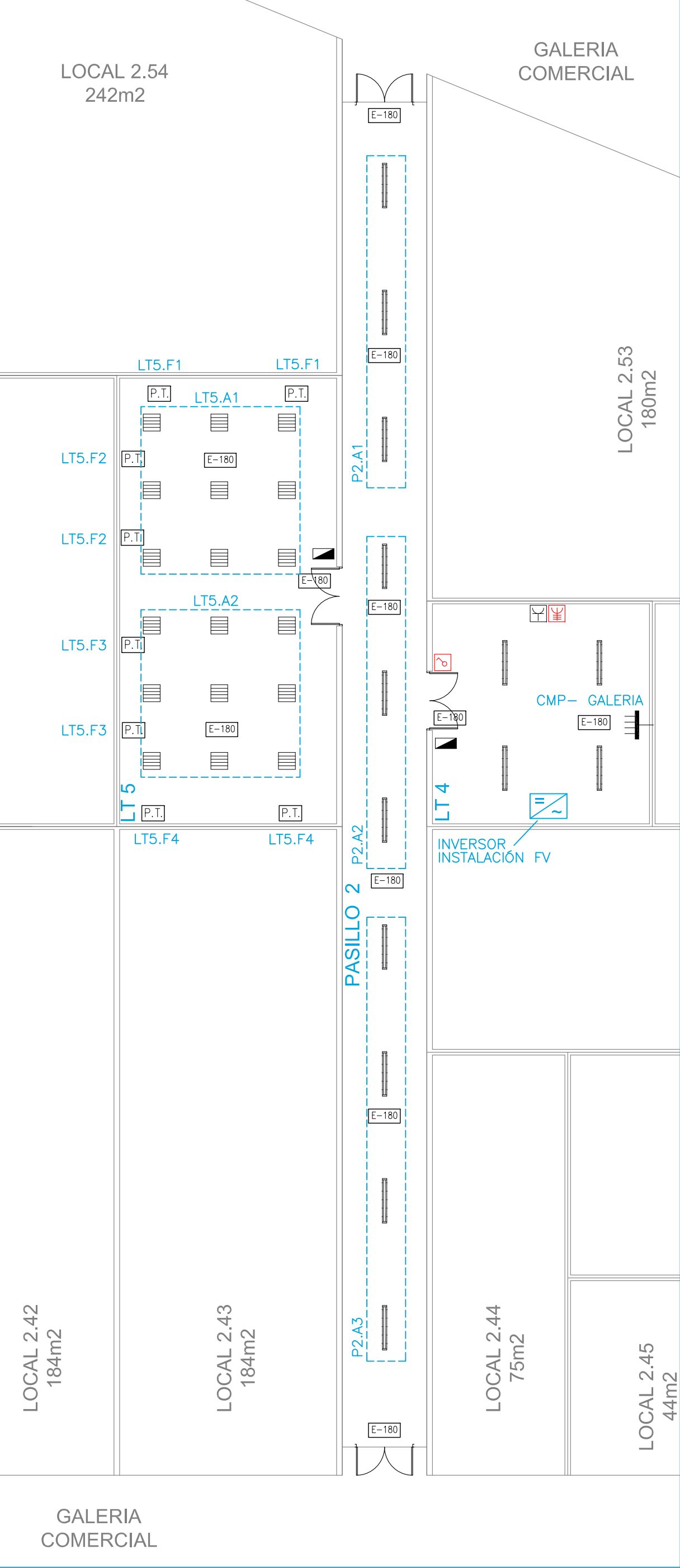
ZONA 1



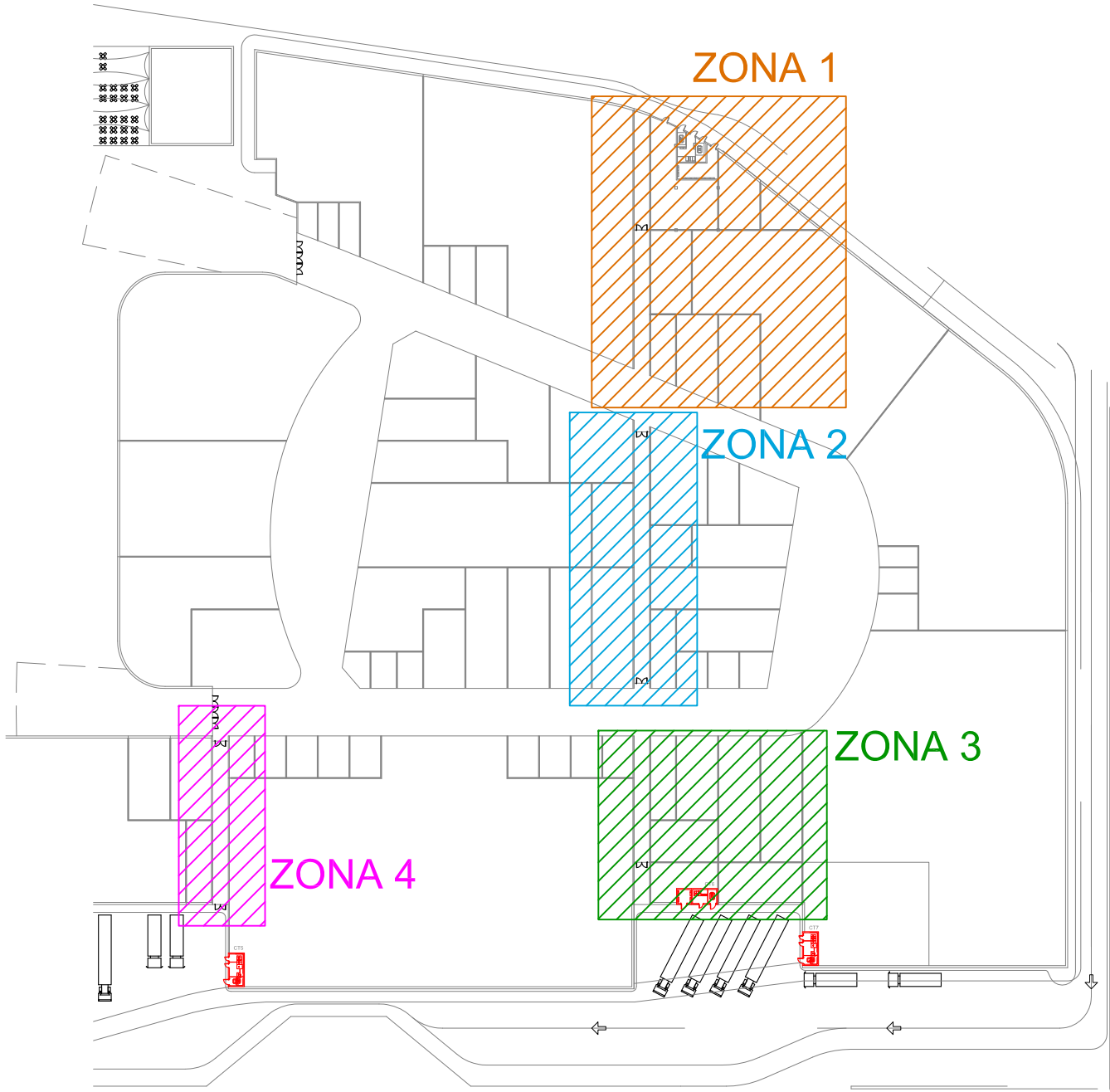
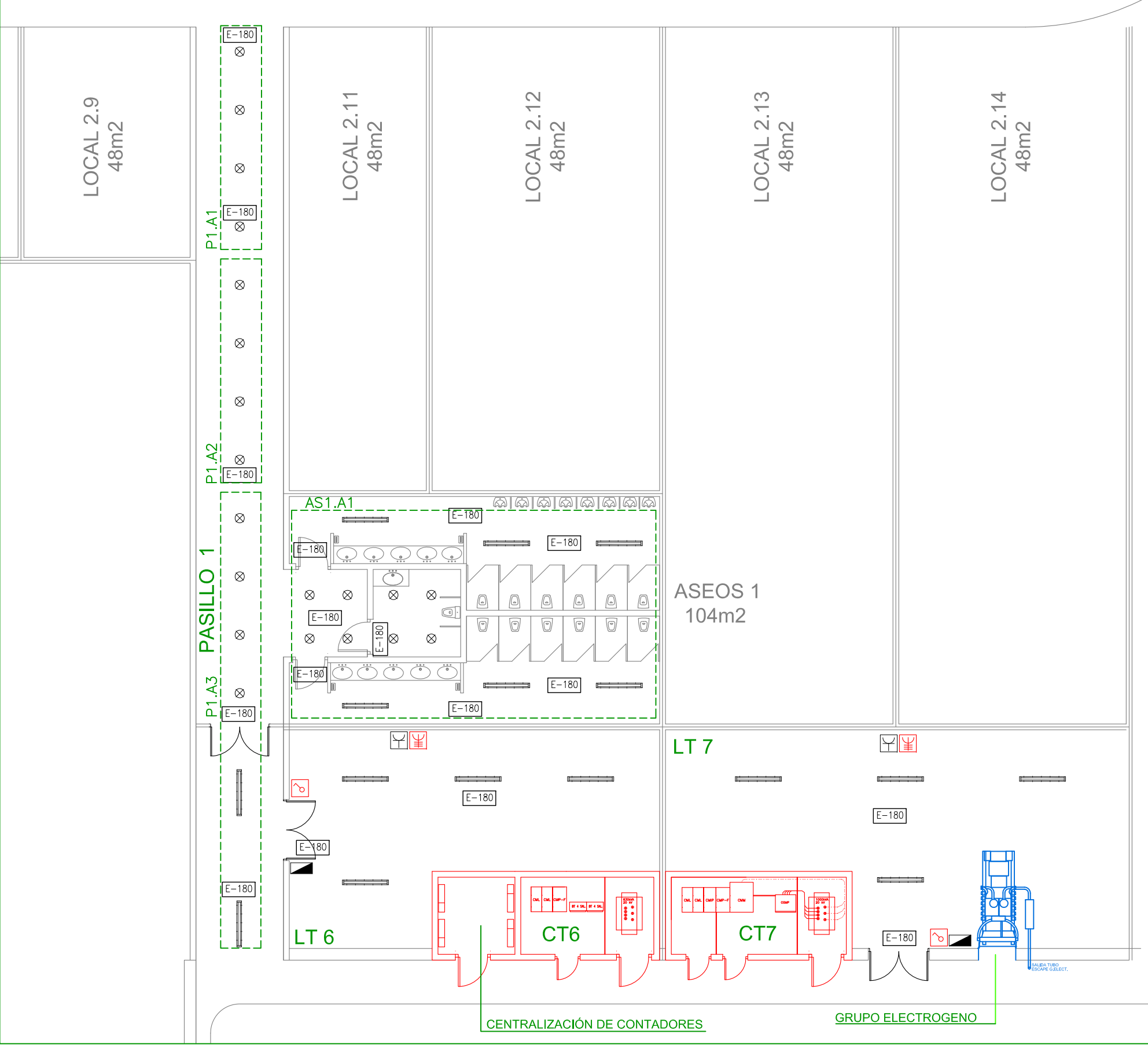
ZONA 4



ZONA 2



ZONA 3



LEYENDA ELECTRICIDAD / SEGURIDAD			
	CAJA GENERAL DE PROTECCION		PULSADOR
	CONTADOR		T.C. TERMO 2P+T.T. 16A
	CUADRO DE MANDO Y PROTECCION CON PUERTA BAJO LLAVE		PROYECTOR H.M. 250W
	SUBCUADRO EN CUARTO INSTALACIONES		INTERRUPTOR EN CAJA ESTANCA
	SUBCUADRO DE TOMAS		PULSADOR (PTOS. LUZ)EN CAJA ESTANCA
	APLIQUE 2x26W		LUMINARIA DE EMERGENCIA (70 Lum/h)
	LUMINARIA LAMPARA LED 150W.		LUMINARIA DE EMERGENCIA (180 Lum/h)
	PANTALLA FLUORESCENTE ESTANCA 2x36w		LUMINARIA DE EMERGENCIA (583 Lum/h)
	PANTALLA FLUORESCENTE ESTANCA 2x58w		PUESTO DE TRABAJO 100A = Toma DLE Toma ORD
	LUMINARIA INDUSTRIAL LAMPARA HM400W.		INTERRUPTOR ESTANCO, IP55
	PANTALLA 4 TUBOS FLUORESCENTES 4X18		TOMA DE CORRIENTE 2P+T.T. 16 A
	LUMINARIA LED 15W		TOMA DE CORRIENTE 2P+T.T. 16 A , IP55
	DETECTOR DE MOVIMIENTOS		TOMA DE CORRIENTE 3P+T.T. 16 A , IP55

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Campus Las Lagunillas s/n
23071, Jaén

AUTOR:

JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ

PROYECTO DE:

INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL

PLANO DE:

INSTALACIÓN ELECTRICA CUÁRTOS TÉCNICOS

PETICIONARIO:

UNIVERSIDAD DE JAÉN.

SITUACIÓN:

AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)

REF:

TFG

FECHA:

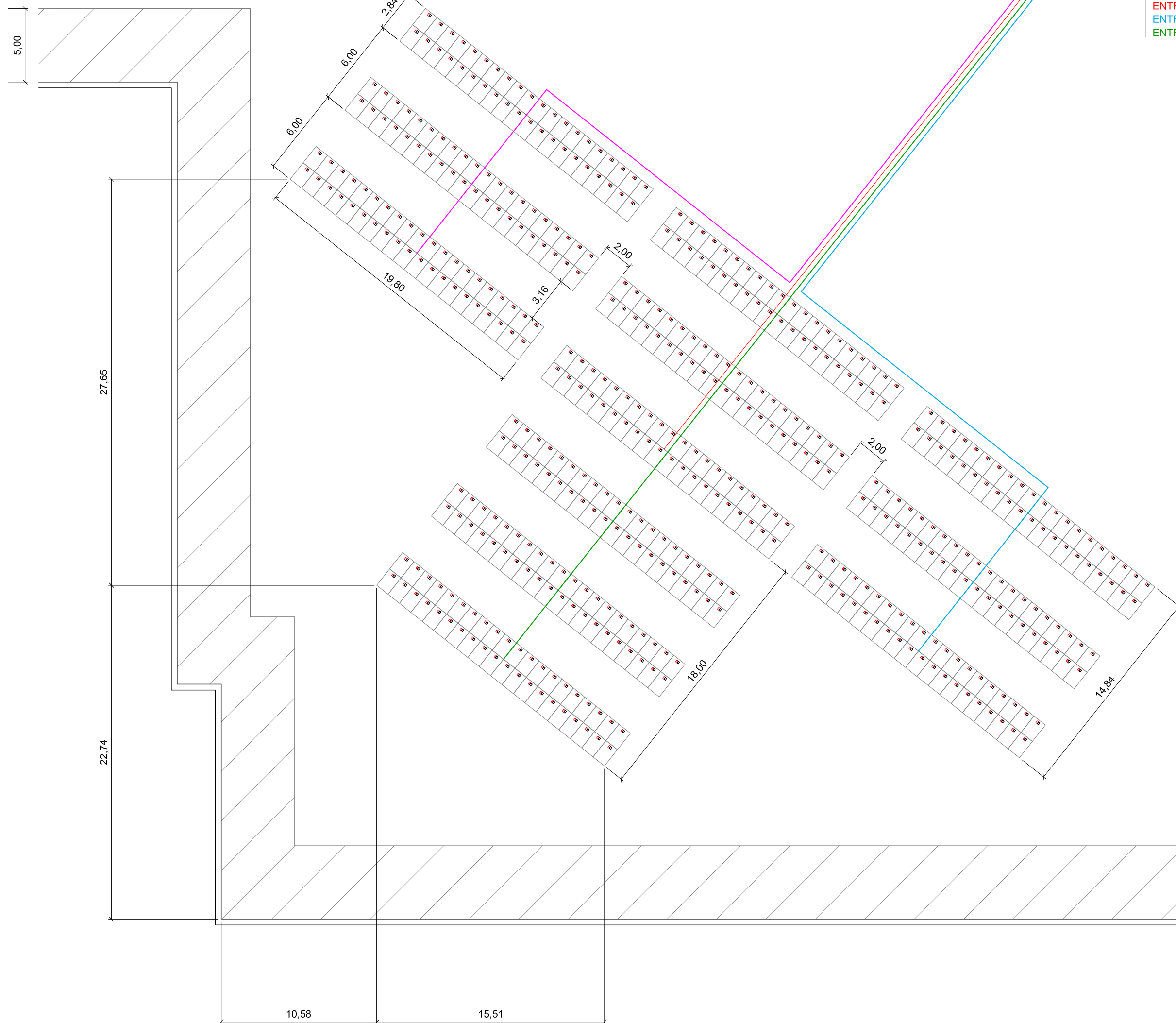
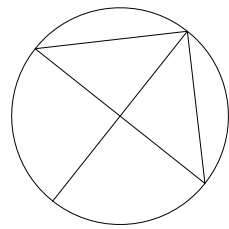
2015

ESCALA:

1/150

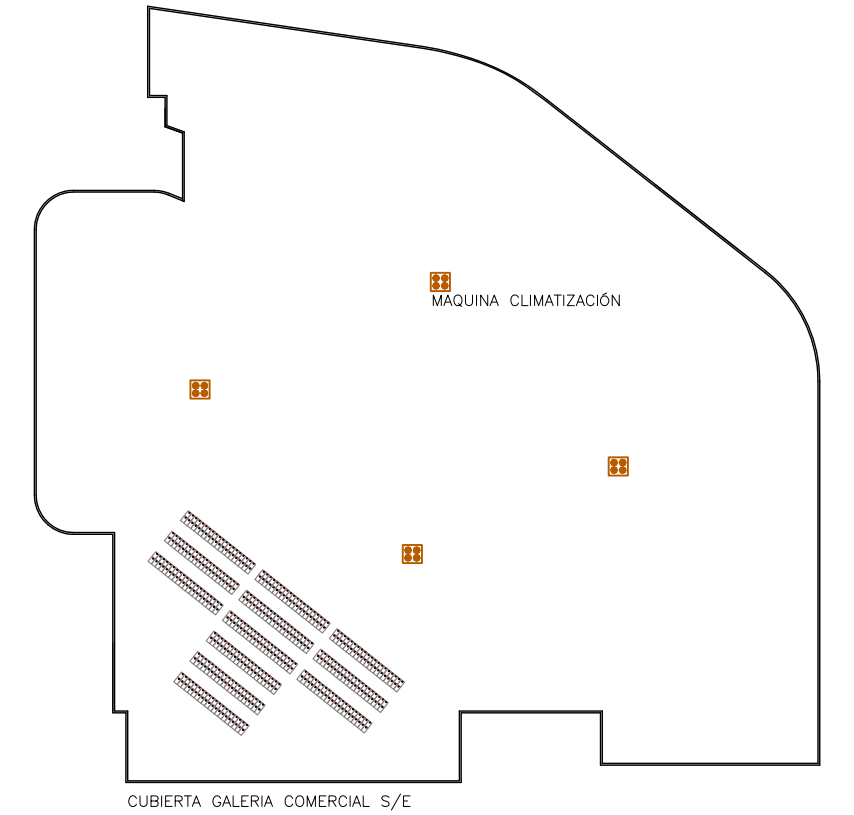
PLANO Nº:

15

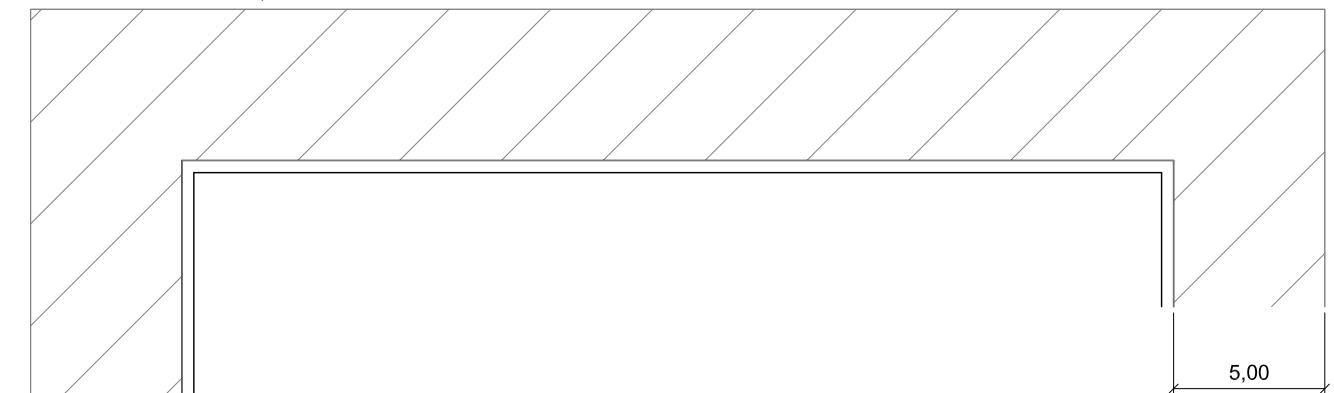


CANAL AISLANTE CERRADO.
ENTRADA A: 2x25mm², ZZ-F 1,8kV ,DC
ENTRADA B: 2x25mm², ZZ-F 1,8kV ,DC
ENTRADA C: 2x25mm², ZZ-F 1,8kV ,DC
ENTRADA D: 2x25mm², ZZ-F 1,8kV ,DC

C.T.-4
VERTICAL
A INVERSOR.



RETRANQUEO PARA EVITAR SOMBRA DE CERRAMIENTO DE CUBIERTA



UNIVERSIDAD DE JAEN
Campus Las Lagunillas s/n
23071, Jaen

AUTOR:

Jose Alvaro Lopez Diaz

JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ

PROYECTO DE: INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL

REF: TFG

PLANO DE : INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.
REPLANTEO DE LOS MODULOS.

FECHA: 2015

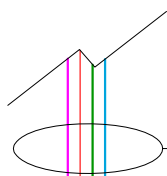
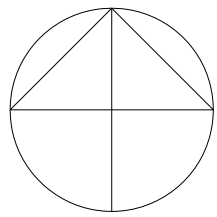
ESCALA: 1/250

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAEN.

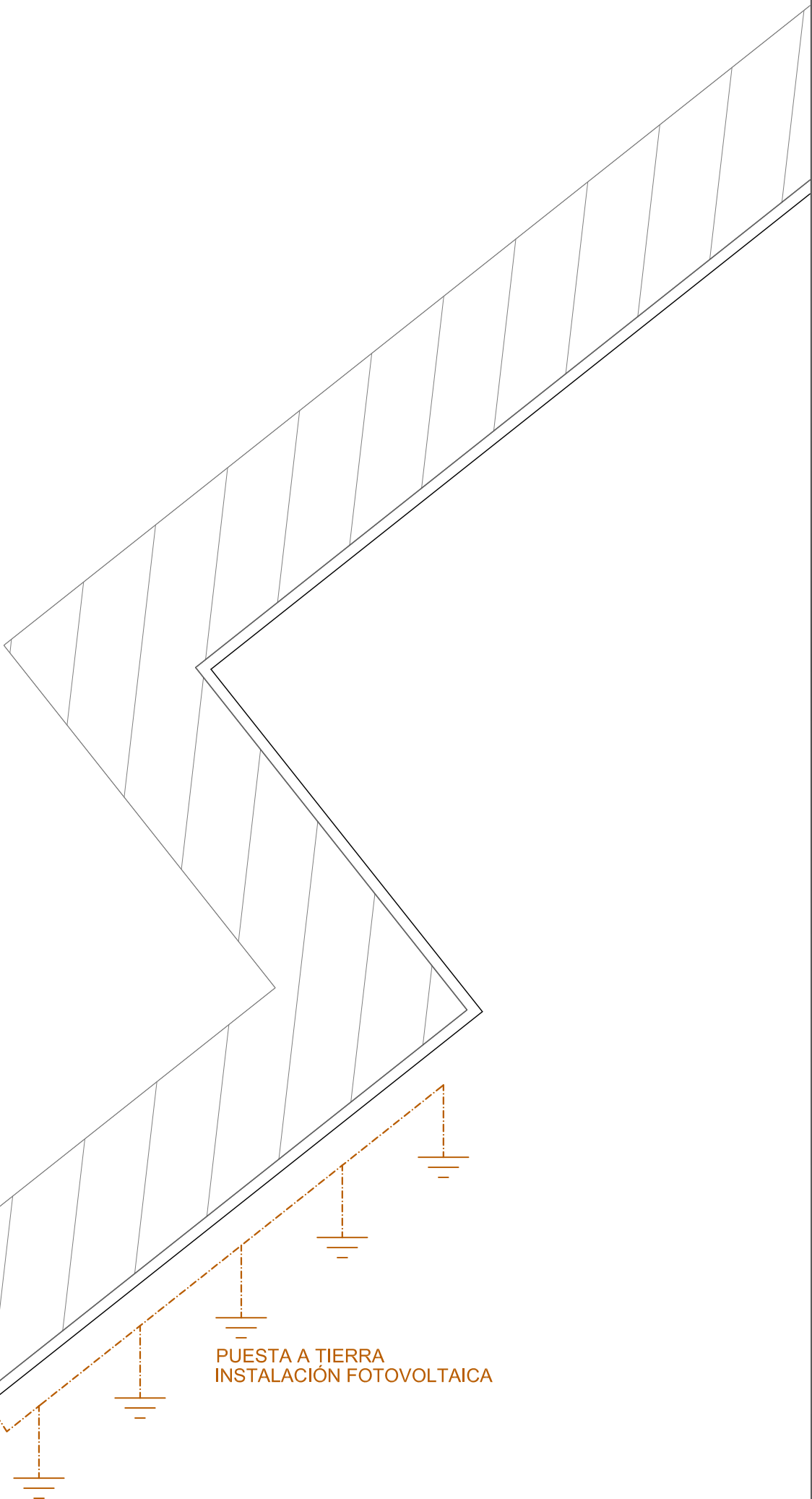
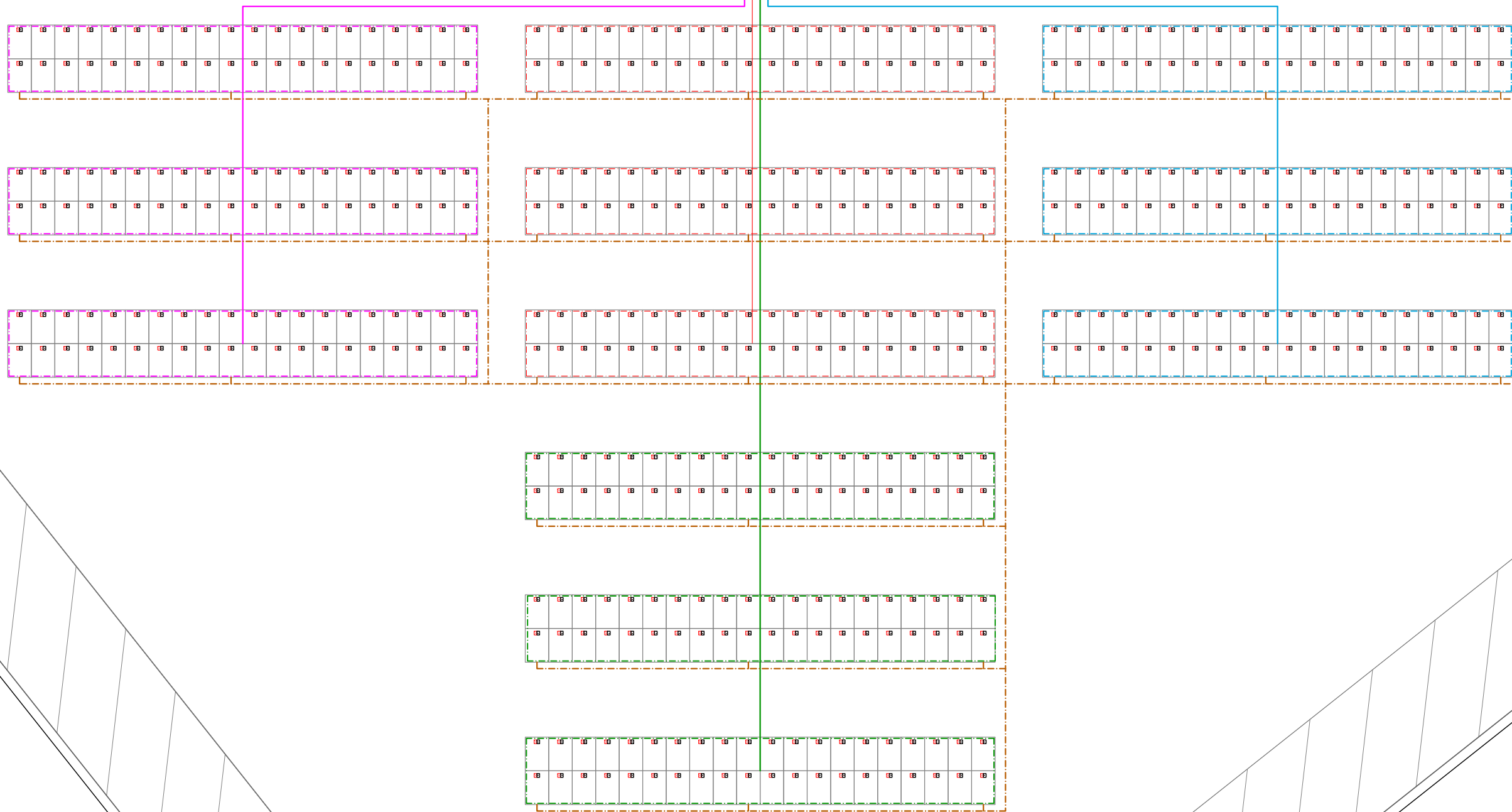
PLANO N°:

SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)

16



CANAL AISLANTE CERRADO.
ENTRADA A: 2x25mm², ZZ-F 1,8kV ,DC
ENTRADA B: 2x25mm², ZZ-F 1,8kV ,DC
ENTRADA C: 2x25mm², ZZ-F 1,8kV ,DC
ENTRADA D: 2x25mm², ZZ-F 1,8kV ,DC



UNIVERSIDAD DE JAEN
Campus Las Lagunillas s/n
23071, Jaen

AUTOR:

Jose Alvaro Lopez Diaz

JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ

PROYECTO DE: INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL

REF: TFG

PLANO DE :
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.
DISTRIBUCIÓN DE MODULOS. INSTALACIÓN DE TIERRA

FECHA: 2015

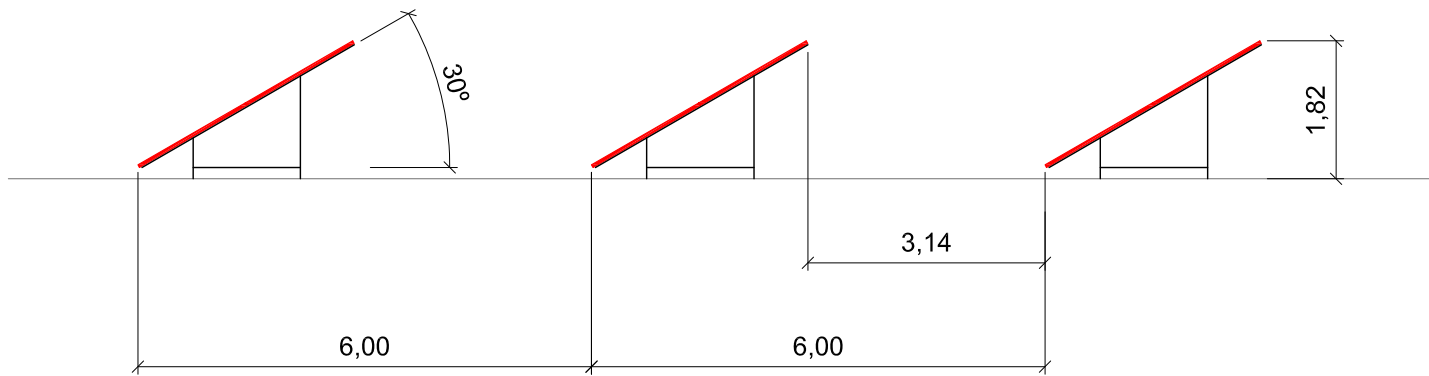
ESCALA: 1/200

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAEN.

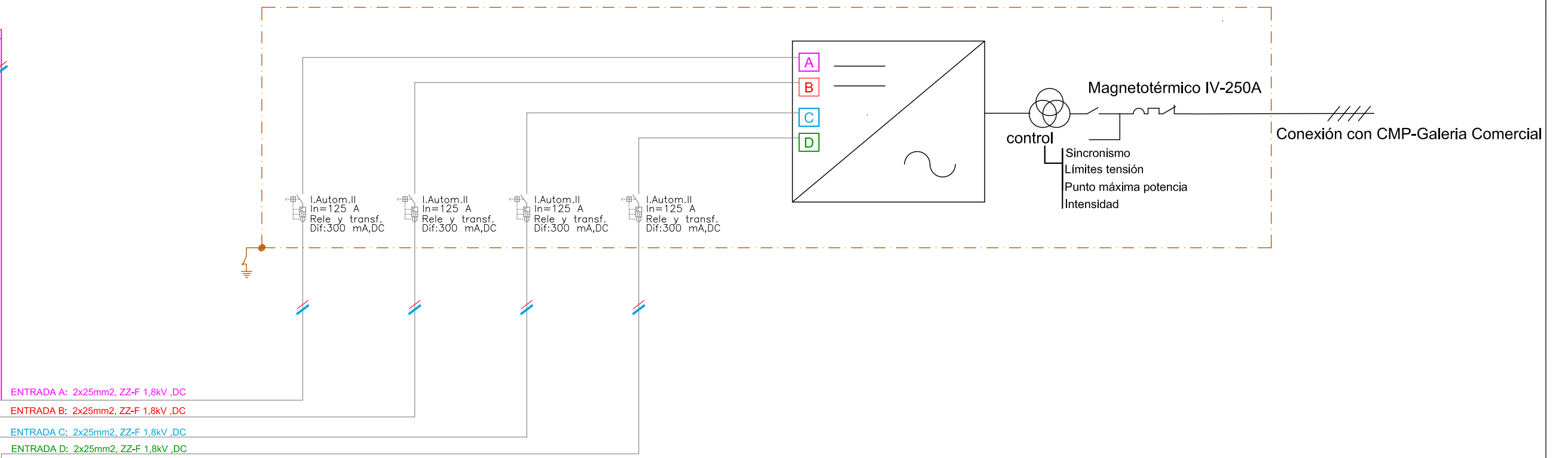
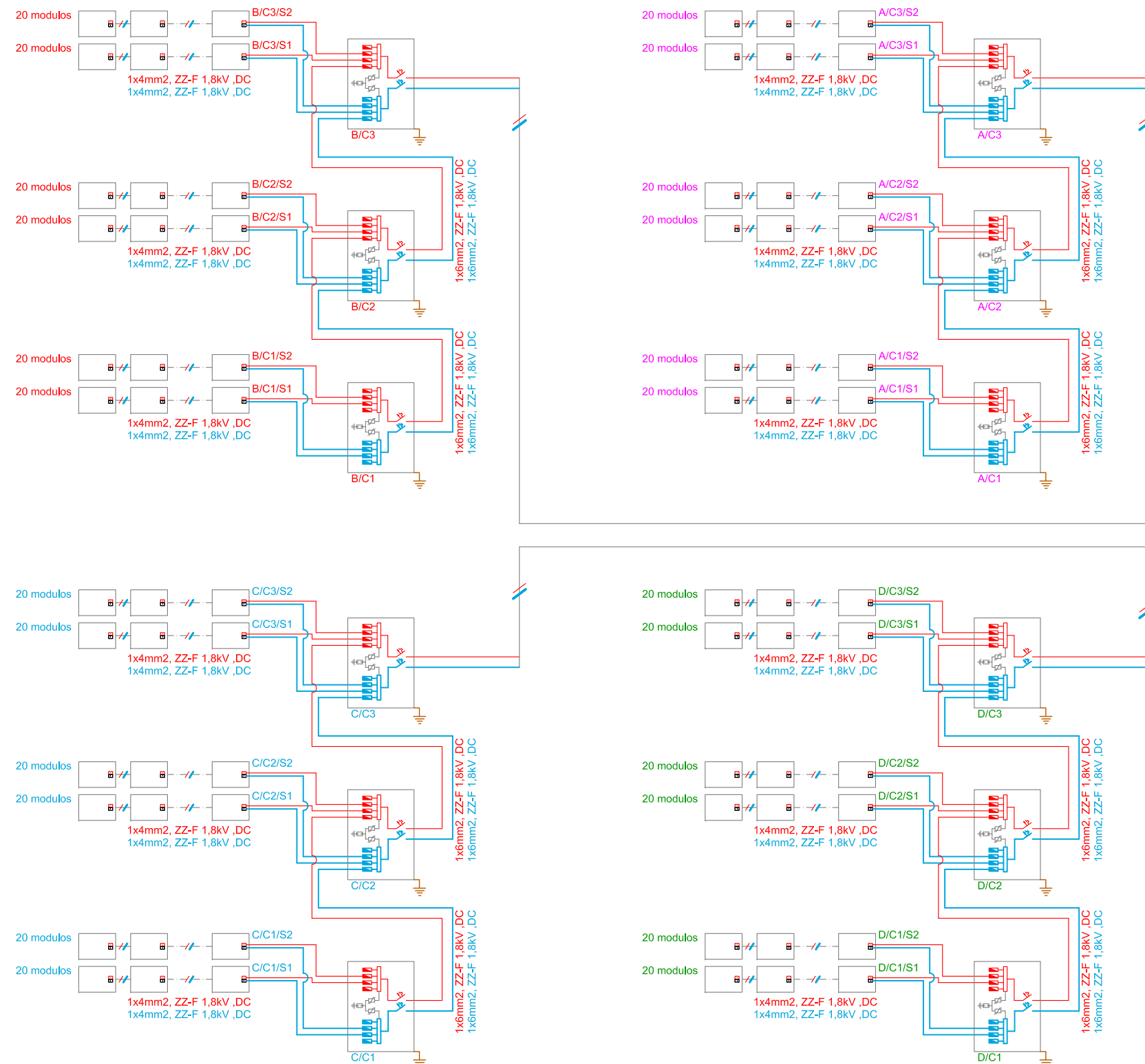
PLANO N°:

SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)

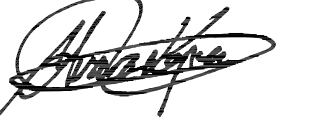
17

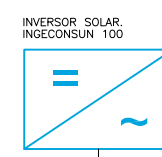
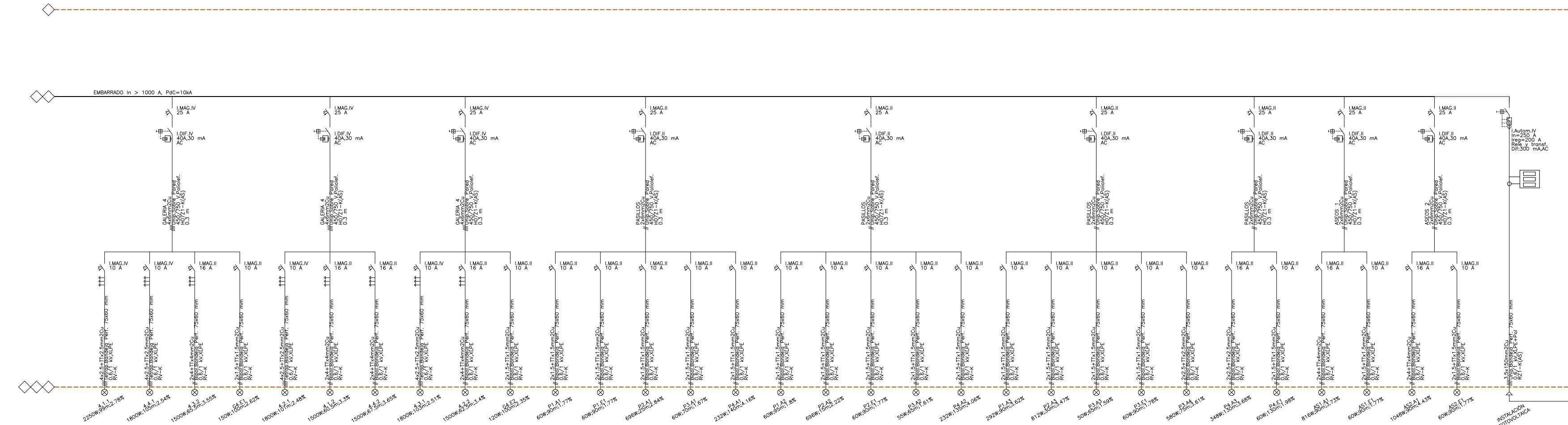
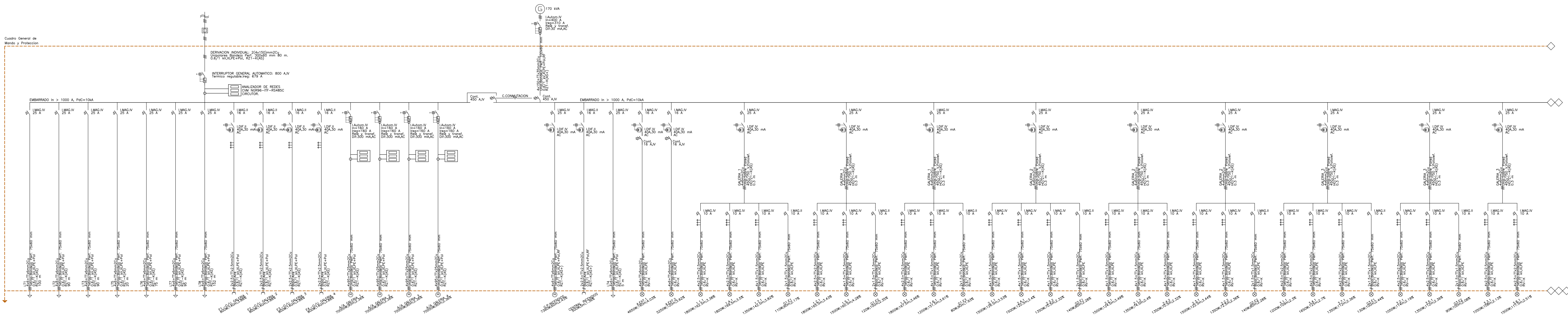


ENTRADA / CAJA DE CONEXIÓN / STRING



ENTRADA A: 2x25mm², ZZ-F 1,8kV ,DC
ENTRADA B: 2x25mm², ZZ-F 1,8kV ,DC
ENTRADA C: 2x25mm², ZZ-F 1,8kV ,DC
ENTRADA D: 2x25mm², ZZ-F 1,8kV ,DC

	UNIVERSIDAD DE JAÉN Campus Las Lagunillas s/n 23071, Jaén	AUTOR:  JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ
PROYECTO DE: INSTALACIÓN ELECTRICA EN CENTRO COMERCIAL		REF: TFG
PLANO DE : INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. ESQUEMA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.		FECHA: 2015
PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE JAÉN.		ESCALA: 1/200
SITUACIÓN: AVDA.MEDITERRANEO S/N (ALMERIA)		PLANO N°: 18



CONDICIONES DE MONTAJE DE LOS CUADROS ELECTRICOS.

LOS CUADROS Y SUS COMPONENTES ESTARAN CONSTRUIDOS DE ACUERDO CON LAS NORMAS Y RECOMENDACIONES UNE-EN-60439.1 Y CEI-439.1. TODOS LOS COMPONENTES DE MATERIAL PLASTICO RESPONDERAN AL REQUISITO DE AUTOCOMBUSTIBILIDAD CONFORME A LA NORMA CEI-605-2.1. LA ESTRUCTURA DEL CUADRO SERA METALICA DE CONCEPCION MODULAR AMPLIABLE. LOS PANELES PERIMETRALES TENDRAN UN ESPESOR NO INFERIOR A 10/10 (SECUNDARIOS) Y 20/10 (PRINCIPALES). LA PUERTA FRONTAL SERA METALICA Y ESTARA PREVISTA DE UN CIERRE CON LLAVE. EL GRADO DE PROTECCION DEL CONJUNTO SERA IP-43/K-07 (SECUNDARIOS) E IP-31/K-07 (PRINCIPALES).

SE CUIDARA LA CONVENIENTE AIREACION DEL INTERIOR DE LOS CUADROS, DISPONRIENDO VENTANILLAS laterales EN FORMA DE CELOSA QUE PERMITAN LA ENTRADA DE AIRE PERO IMPIDAN EL ACCESO DE CUERPOS EXTRANOS. SI A CAUSA DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO SE PREVIE EN EL INTERIOR DE LOS CUADROS TEMPERATURAS SUPERIORES A LOS 40°C SE ADOPTARA EL SISTEMA DE VENTILACION FORZADA.

SE DIMENSIONARAN EN ESPACIO Y ELEMENTOS BASICOS PARA AMPLIAR SU CAPACIDAD EN UN 30% DE LA PREVISTA INICIALMENTE.

TODO EL APARELLAJE QUEDARA FIJADO SOBRE CARRILES DIN O SOBRE PANELES Y TRAVESEROS ESPECIFICOS. LA TOTALIDAD DE LOS ELEMENTOS DE SOPORTACION Y FIJACION SERAN ESTANDARIZADOS Y DE LA MISMA FABRICACION QUE LOS COMPONENTES PRINCIPALES.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS GENERALES (SI NO SE ESPECIFICAN OTRAS):

- INTENSIDAD NOMINAL: $\leq 630A$ $\leq 3200A$
- TENSION DE UTILIZACION: $\leq 1000V$ $\leq 1000V$
- TENSION DE AISLAMIENTO: 1000V
- CORRIENTE DE CORTA DURACION (380V): 25kA eff/1sg 85kA eff/1sg
- CORRIENTE DE CRESTA ADMISIBLE: 53kA 187kA
- FRECUENCIA: 50Hz 50Hz

SE DISPONDRÁ UN SISTEMA DE BARRAS DE DISTRIBUCION FORMADO BASICAMENTE POR UN SOPORTE FIJO COMPACTO DE TRES POLOS MAS NEUTRO. LAS BARRAS SERAN PERFORADAS DE COBRE ELECTROLITICO, ESTARADAS Y PINTADAS EL DIMENSIONADO Y NUMERO DE BARRAS ASI COMO LA SEPARACION ENTRE ELLAS SERAN LAS RECOMENDADAS POR EL FABRICANTE DE ACUERDO CON LAS CARACTERISTICAS ELECTRICAS SEÑALADAS.

TODOS LOS COMPONENTES METALICOS QUE CONSTITUYEN LA CARPINTERIA DEL CUADRO Y LA SOPORTACION DEL APARELLAJE ESTARAN UNIDOS ELECTRICAMENTE Y CONECTADOS A UNA PLETINA DE PUESTA A TIERRA A LA QUE SE CONECTARAN LOS CONDUCTORES DE TIERRA DE CADA UNO DE LOS CIRCUITOS QUE SALEN DEL CUADRO.

LAS DERIVACIONES DE BARRAS GENERALES A APARELLAJE SE HARAN CON PLETINAS DE COBRE DIMENSIONADAS PARA LA INTENSIDAD MAXIMA PREVISTA. CUANDO LA INTENSIDAD SEA INFERIOR EN UN 50% A LA ADMISIBLE EN LA PLETINA NORMALIZADA DE MENOR SECCION LAS CONEXIONES SE HARAN CON CONDUCTORES FLEXIBLES DE COBRE AISLAMIENTO DE SERVICIO Y 1000V CON TERMINALES A PRESION ADECUADAS A LA SECCION EMPLEADA. LOS CABLES SE RECOGERAN EN CANALES AISLANTES CLASE M1 SOBREDIMENSIONADAS EN UN 30%.

LOS CABLES ELECTRICOS EMPLEADOS DEBERAN RESPONDER A LA CATEGORIA DE NO PROPAGADORES DEL INCENDIO Y SIN EMISION DE HUMOS NI GASES TOXICOS SEGUN UNE-21123. LA SECCION DE LOS CONDUCTORES SERA LA QUE SE SEÑALA EN LAS M.L.B.T.017/004 EN LAS CONDICIONES DE INSTALACION QUE EN ELLAS SE CONTEMPLAN.

TANTO EN EL EXTERIOR DE LOS CUADROS COMO EN SU INTERIOR SE DISPONDRAN ROTULOS PARA LA IDENTIFICACION DEL APARELLAJE ELECTRICO. LOS ROTULOS SERAN GRABADOS IMBORRABLES, DE MATERIAL PLASTICO, FIJADOS DE FORMA IMPERDIBLE E INDICARAN LAS FUNCIONES O SERVICIO DE CADA ELEMENTO.

TODO EL CABLEADO INTERIOR ESTARA DEBIDAMENTE NUMERADO DE ACUERDO CON LOS ESQUEMAS Y PLANOS QUE EDITARA EL CUADRISTA DE MANERA QUE EN CUALQUIER MOMENTO PUEDAN SER FACILMENTE IDENTIFICADOS TODOS LOS CIRCUITOS ELECTRICOS. ASIMISMO DEBERAN NUMERARSE TODAS LAS BORNAS DE CONEXION PARA LAS LINEAS QUE SALEN DE LOS CUADROS ASI COMO LAS PROPIAS BARRAS DISTRIBUIDORAS MEDIANTE MARCAS AUTOADHESIVAS.

TODOS LOS CIRCUITOS GOBERNADOS POR CONTACTORES DISPONDRAN DE UN SELECTOR PARA MANDO MANUAL O AUTOMATICO Y DE CONTACTOS ABIERTOS Y CERRADOS PARA PODER SER ACCIONADOS A DISTANCIA. LA MANIOBRA SERA INDEPENDIENTE PARA CADA CONTACTOR.

LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES QUE SE INTERCALAN EN CIRCUITOS DE ALIMENTACION A ORDENADORES U OTROS EQUIPOS ELECTRONICOS DEBERAN RESPONDER A LA CLASE A "2", SUPERMINIMIZADOS.

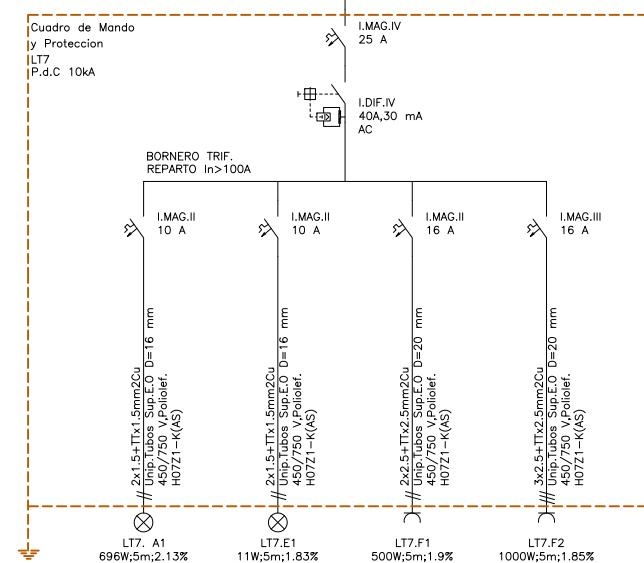
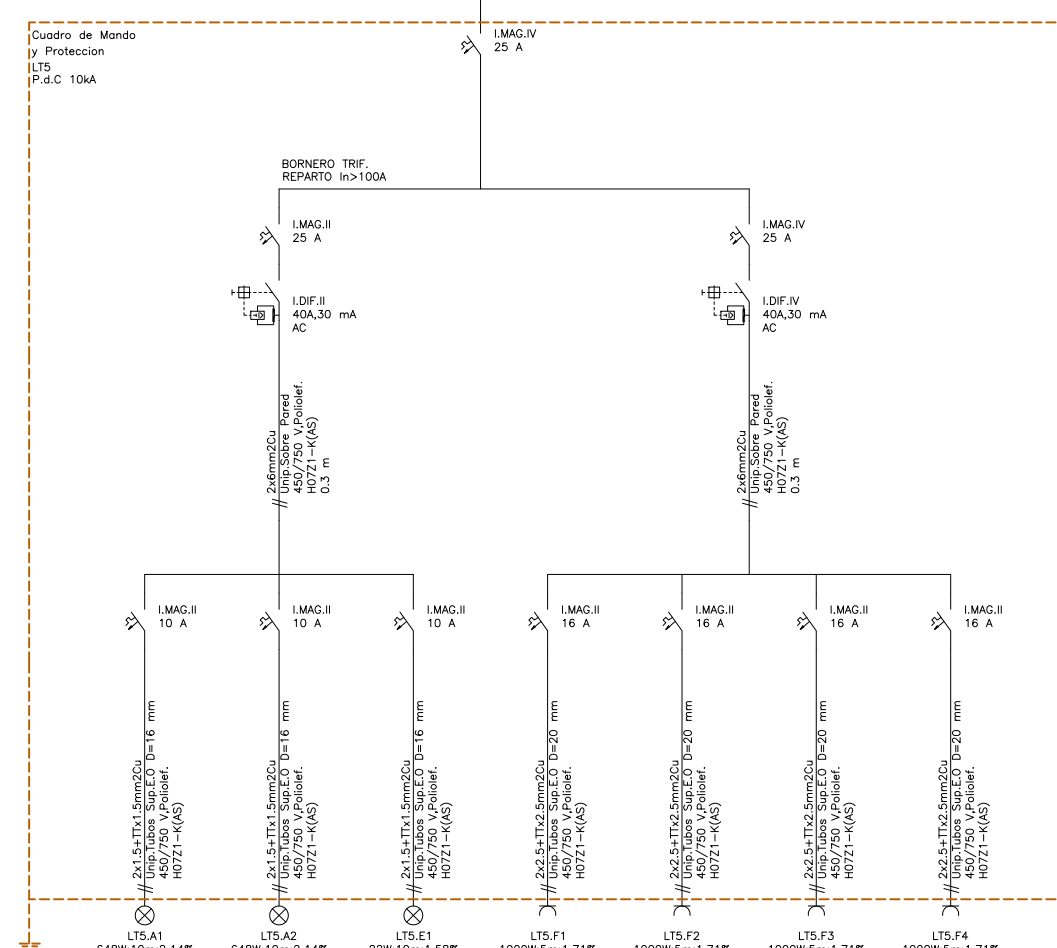
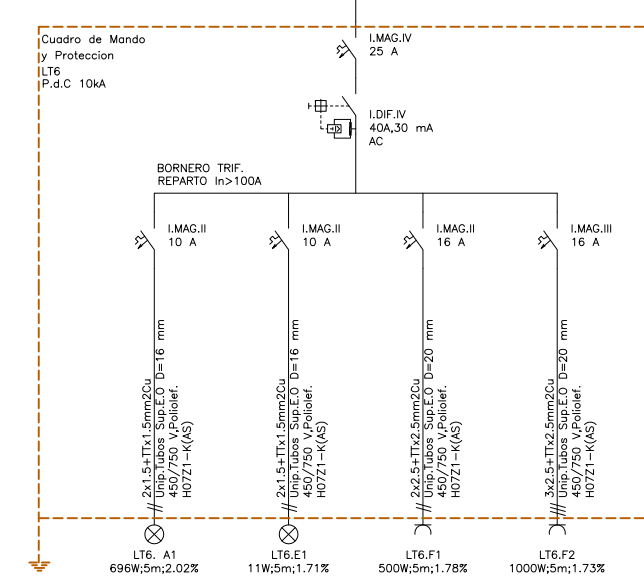
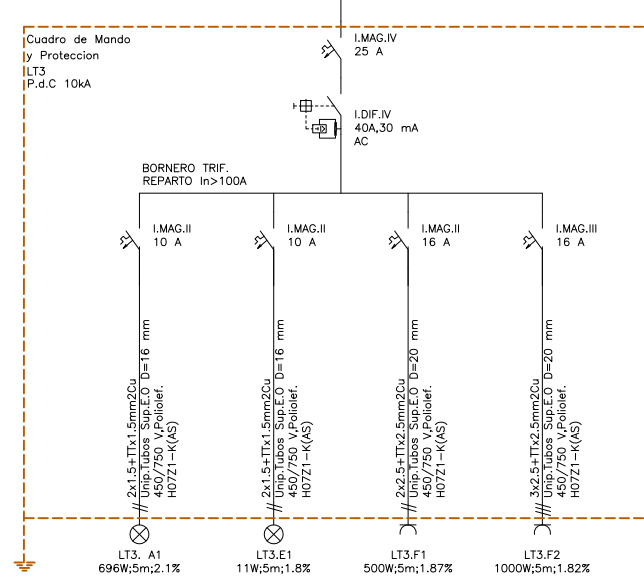
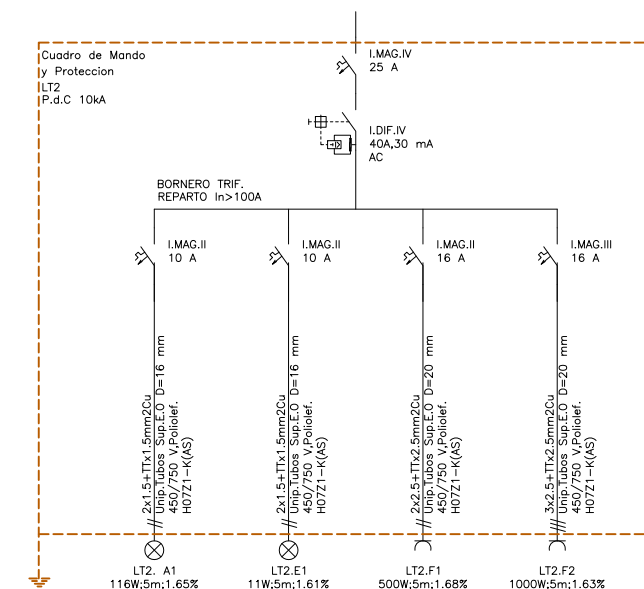
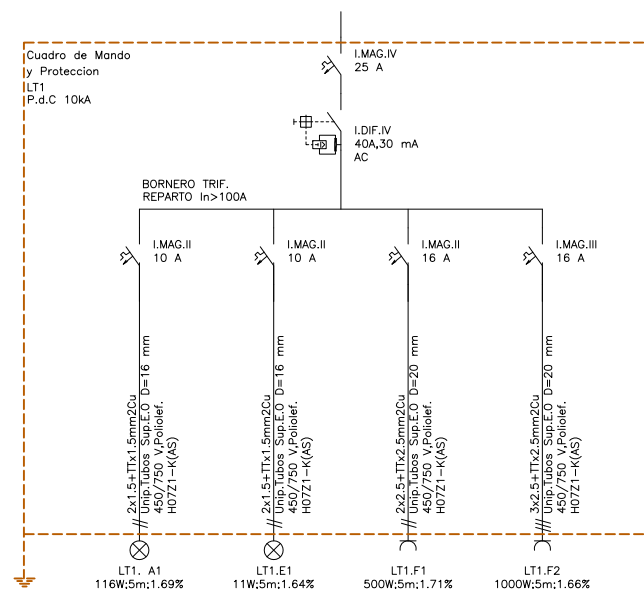
LOS INTERRUPTORES AUTOMATICOS MAGNETOTERMICOS CARRIL DIN SERAN DE CURVA C, SALVO QUE SE ESPECIFIQUE OTRA DISTINTA. SERAN DE CORTE OMNIPOLAR CON PROTECCION ACTIVA EN TODOS LOS POLOS.

LOS INTERRUPTORES AUTOMATICOS DE CALIBRES SUPERIORES SERAN DE CAJA MOLDEADA CON SECCIONAMIENTO DE CORTE PLANAMENTE APARENTE. ESTARAN EQUIPADOS CON BLOQUES DE RELES MAGNETOTERMICOS O ELECTRONICOS PARA PROTECCION ESTANDAR, SALVO QUE SE ESPECIFIQUE OTRA DISTINTA. LA INTENSIDAD DE REGULACION ASIGNADA CORRESPONDERA A LA NOMINAL MAS BAJA QUE PERMITA EL BLOQUE DE RELES. SERAN DE CORTE OMNIPOLAR CON PROTECCION ACTIVA EN TODOS LOS POLOS.

LOS CUADROS DEBERAN SER MONTADOS Y CONEXIONADOS EN TALLER PARA ASEGURAR SU CALIDAD, LA CORRECTA DISPOSICION DE TODOS SUS ELEMENTOS Y SU ADECUADA SEÑALIZACION Y PARA FACILITAR LAS TAREAS DE CONTROL Y PRUEBAS EXIGIBLES.

EL INSTALADOR DEBERA COMPROBAR QUE LAS MEDIDAS EXTERIORES DE LOS CUADROS ESTAN EN RELACION CON LAS DE LOS ESPACIOS EN DONDE DEBEN QUEDAR UBICADOS.

EL INSTALADOR DEBERA VERIFICAR LAS CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS QUE SE ALIMENTAN DE LOS CUADROS PARA ASEGURARSE DE QUE EL CALIBRADO DE LAS PROTECCIONES Y EL DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES SON LOS ADECUADOS.





INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA CENTRO COMERCIAL.

Autor: D. José Álvaro López Díaz.
Asignatura: Proyecto Fin de Grado.
Tutor: D. Pedro J. García Molina
Fecha: Junio 2.015

V.- PLIEGO DE CONDICIONES.



V. – PLIEGO DE CONDICIONES.

Índice.

V.1.- CONDICIONES FACULTATIVAS.....	5
V.1.1. TECNICO DIRECTOR DE OBRA.	5
V.1.2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.	6
V.1.3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.	7
V.1.4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.	7
V.1.5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.	7
V.1.6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.	8
V.1.7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	8
V.1.8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.	9
V.1.9. FALTAS DE PERSONAL.....	9
V.1.10. CAMINOS Y ACCESOS.....	9
V.1.11. REPLANTEO.	10
V.1.12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.	10
V.1.13. ORDEN DE LOS TRABAJOS.....	10
V.1.14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.	11
V.1.15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.	11
V.1.16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.....	11
V.1.17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.	12
V.1.18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	12
V.1.19. OBRAS OCULTAS.....	12
V.1.20. TRABAJOS DEFECTUOSOS.	12
V.1.21. VICIOS OCULTOS.....	13
V.1.22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.....	13
V.1.23. MATERIALES NO UTILIZABLES.	14



V.1.24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.	14
V.1.25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.	14
V.1.26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.	14
V.1.27. PLAZO DE GARANTÍA.	14
V.1.28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.	15
V.1.29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.	15
V.1.30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.	15
V.1.31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.	16
V.2.- CONDICIONES ECONÓMICAS.	16
V.2.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.	16
V.2.2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.	17
V.2.3. PRECIOS CONTRADICTORIOS.	18
V.2.4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.	18
V.2.5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.	18
V.2.6. ACOPIO DE MATERIALES.	19
V.2.7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.	19
V.2.8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.	20
V.2.9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.	21
V.2.10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.	21
V.2.11. PAGOS.	22
V.2.12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.	22
V.2.13. DEMORA DE LOS PAGOS.	22
V.2.14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.	22
V.2.15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.	23
V.2.16. SEGURO DE LAS OBRAS.	23
V.2.17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA.	24
V.2.18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.	25
V.3.- CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS.	25



V.3.1. PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.	25
V.3.2. ZANJAS.....	26
V.3.3. GALERIAS.	33
V.3.4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES.	37
V.3.5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.	37
V.3.6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.....	38
V.3.7. TENDIDO DE CABLES.	45
V.3.8. MONTAJES.	49
9. conversiones AEREO-SUBTERRANEAS.....	51
V.3.10. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.	52
V.3.11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.	53
V.3.12. ENSAYOS ELECTRICOS DESPUES DE LA INSTALACION.	53
V.4.- CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DEL ALUMBRADO EXTERIOR.	54
V.4.1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	54
V.4.2.- EJECUCION DE LOS TRABAJOS.	54
V.4.3.- CAPITULO II: EJECUCION.	61
V.4.4.- CAPITULO II-B. CONDUCCIONES AEREAS.	68
V.4.5.- CAPITULO II-C. TRABAJOS COMUNES.....	72
V.4.6.- MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES.....	74
V.4.7.- MEDICIONES LUMINOTÉCNICAS EN LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.	75
V.5.- CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN	85
V.5.1. CONDICIONES GENERALES.	85
V.5.2. CANALIZACIONES ELECTRICAS.	86
V.5.3. CONDUCTORES.	100
V.5.4. CAJAS DE EMPALME.....	103
V.5.5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.....	104
V.5.6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.	105
V.5.7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.....	112
V.5.8. RECEPTORES A MOTOR.	113
V.5.9. PUESTAS A TIERRA.....	117



V.5.10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FABRICA.	120
V.5.11. CONTROL.	121
V.5.12. SEGURIDAD.	121
V.5.13. LIMPIEZA.	122
V.5.14. MANTENIMIENTO.	122
V.5.15. CRITERIOS DE MEDICION.	123
V.6.- CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	124
V.6.1. CRITERIOS ECOLOGICOS.	124
V.6.2. INFORMACION DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERISTICAS.	125
V.6.3. SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS FV DE GENERACION. .	126
V.6.4. ENSAYOS EN MODULOS FOTOVOLTAICOS.	135
V.6.5.- MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	136
V.6.6.- MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	148



V.1.- CONDICIONES FACULTATIVAS.

V.1.1. TECNICO DIRECTOR DE OBRA.

Corresponde al Técnico Director:

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



-
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
 - Suscribir el certificado final de la obra.

V.1.2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.



- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.

- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

V.1.3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

V.1.4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

V.1.5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que



se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

V.1.6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

V.1.7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera



dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

V.1.8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

V.1.9. FALTAS DE PERSONAL.

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

V.1.10. CAMINOS Y ACCESOS.

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.



Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

V.1.11. REPLANTEO.

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

V.1.12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

V.1.13. ORDEN DE LOS TRABAJOS.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.



V.1.14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

V.1.15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

V.1.16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.



V.1.17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

V.1.18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

V.1.19. OBRAS OCULTAS.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

V.1.20. TRABAJOS DEFECTUOSOS.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las



certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

V.1.21. VICIOS OCULTOS.

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

V.1.22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.



V.1.23. MATERIALES NO UTILIZABLES.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

V.1.24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

V.1.25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

V.1.26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

V.1.27. PLAZO DE GARANTÍA.

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras



rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

V.1.28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

V.1.29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

V.1.30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras



necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

V.1.31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

V.2.- CONDICIONES ECONÓMICAS.

V.2.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

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

Se considerarán costes directos:

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

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y



administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

V.2.2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.



V.2.3. PRECIOS CONTRADICTORIOS.

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

V.2.4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

V.2.5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.



Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

V.2.6. ACOPIO DE MATERIALES.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

V.2.7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.

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

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.



V.2.8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.



Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

V.2.9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

V.2.10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios



que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

V.2.11. PAGOS.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

V.2.12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

V.2.13. DEMORA DE LOS PAGOS.

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

V.2.14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos



nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

V.2.15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

V.2.16. SEGURO DE LAS OBRAS.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la



parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

V.2.17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA.

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

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

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



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

V.2.18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.

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

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

V.3.- CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS

V.3.1. PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:



- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

V.3.2. ZANJAS.

2.1. ZANJAS EN TIERRA.

2.1.1. Ejecución.

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
- d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).



- e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
- f) Tapado y apisonado de las zanjas.
- g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georradar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).



Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados).

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se



incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

e) Colocación de la cinta de "Atención al cable".

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en



la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

f) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

g) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

2.1.2. Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

2.1.2.1. Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras



como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

2.1.2.2. Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

2.1.2.3. Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión directamente enterrados, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.



Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

2.2. ZANJAS EN ROCA.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

2.4. ROTURA DE PAVIMENTOS.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:



a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.

b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

2.5. REPOSICION DE PAVIMENTOS.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

V.3.3. GALERIAS.

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.



3.1. GALERIAS VISITABLES.

- Limitación de servicios existentes.

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

- Condiciones generales.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

- Galerías de longitud superior a 400 m.



Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc.).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

- Sujeción de los cables.

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.



- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico.

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería.

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería.

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

3.2. GALERIAS O ZANJAS REGISTRABLES.

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:



- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

V.3.4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES.

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

V.3.5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.



Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

V.3.6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

- A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- B) Para el cruce de ferrocarriles.
- C) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- D) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- E) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

6.1. MATERIALES.



Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.



6.2. DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.



Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.



6.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

6.3.1. Cruzamientos.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.



En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

6.3.2. Proximidades y paralelismos.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.



Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables de alta tensión.

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

6.3.3. Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que alguno de los servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la conducción más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.



V.3.7. TENDIDO DE CABLES.

7.1. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

7.1.1. Manejo y preparación de bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

7.1.2. Tendido de cables.

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.



También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.



Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:



a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

7.2. TENDIDO DE CABLES EN GALERIA O TUBULARES.

7.2.1. Tendido de cables en tubulares.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares



marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

7.2.2. Tendido de cables en galería.

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

V.3.8. MONTAJES.

8.1. EMPALMES.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.



En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

8.2. BOTELLAS TERMINALES.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductoras dadas en el apartado anterior de Empalmes.

8.3. AUTOVALVULAS Y SECCIONADOR.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ω .



La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. □ inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

8.4. HERRAJES Y CONEXIONES.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

8.5. COLOCACION DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

8.5.1. Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

8.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

9. **CONVERSIONES AEREO-SUBTERRANEAS.**

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:



- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.

- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.

- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrá en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.

- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

V.3.10. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del



cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

V.3.11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

V.3.12. ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.



V.4.- CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DEL ALUMBRADO EXTERIOR.

V.4.1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

Artículo 1.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de alumbrados públicos, especificadas en el correspondiente Proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de alumbrados públicos.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

Artículo 2.

El Contratista deberá atenerse a la Normativa de aplicación especificada en la Memoria del Proyecto.

V.4.2.- EJECUCION DE LOS TRABAJOS.

CAPITULO I: MATERIALES.

Artículo 3. Norma General.

Todos los materiales empleados, de cualquier tipo y clase, aún los no relacionados en este Pliego, deberán ser de primera calidad.

Antes de la instalación, el contratista presentará a la Dirección Técnica los catálogos, cartas, muestras, etc, que ésta le solicite. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Técnica.



Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Técnica, aún después de colocados, si no cumplieren con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por la contrata por otros que cumplan las calidades exigidas.

Artículo 4. Conductores.

Serán de las secciones que se especifican en los planos y memoria.

Todos los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada 0,6/1 kV. La resistencia de aislamiento y la rigidez dieléctrica cumplirán lo establecido en el apartado 2.9 de la ITC-BT-19.

El Contratista informará por escrito a la Dirección Técnica, del nombre del fabricante de los conductores y le enviará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reuniese la suficiente garantía a juicio de la Dirección Técnica, antes de instalar los conductores se comprobarán las características de éstos en un Laboratorio Oficial. Las pruebas se reducirán al cumplimiento de las condiciones anteriormente expuestas.

No se admitirán cables que no tengan la marca grabada en la cubierta exterior, que presente desperfectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen.

No se permitirá el empleo de conductores de procedencia distinta en un mismo circuito.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección.

Artículo 5. Lámparas.

Se utilizarán el tipo y potencia de lámparas especificadas en memoria y planos. El fabricante deberá ser de reconocida garantía.

El bulbo exterior será de vidrio extraduro y las lámparas solo se montarán en la posición recomendada por el fabricante.

El consumo, en vatios, no debe exceder del +10% del nominal si se mantiene la tensión dentro del +- 5% de la nominal.



La fecha de fabricación de las lámparas no será anterior en seis meses a la de montaje en obra.

Artículo 6. Reactancias y condensadores.

Serán las adecuadas a las lámparas. Su tensión será de 230 V.

Sólo se admitirán las reactancias y condensadores procedentes de una fábrica conocida y con gran solvencia en el mercado.

Llevarán inscripciones en las que se indique el nombre o marca del fabricante, la tensión o tensiones nominales en voltios, la intensidad nominal en amperios, la frecuencia en hertzios, el factor de potencia y la potencia nominal de la lámpara o lámparas para las cuales han sido previstos.

Si las conexiones se efectúan mediante bornes, regletas o terminales, deben fijarse de tal forma que no podrán soltarse o aflojarse al realizar la conexión o desconexión. Los terminales, bornes o regletas no deben servir para fijar ningún otro componente de la reactancia o condensador.

Las máximas pérdidas admisibles en el equipo de alto factor serán las siguientes:

v.s.b.p.	18 W: 8 W.
v.s.b.p.	35 W: 12 W.
v.s.a.p.	70 W: 13 W.
v.s.a.p.	150 W: 20 W.
v.s.a.p.	250 W: 25 W.
v.m.c.c.	80 W: 12 W.
v.m.c.c.	125 W: 14 W.
v.m.c.c.	250 W: 20 W.

La reactancia alimentada a la tensión nominal, suministrará una corriente no superior al 5%, ni inferior al 10% de la nominal de la lámpara.

La capacidad del condensador debe quedar dentro de las tolerancias indicadas en las placas de características.

Durante el funcionamiento del equipo de alto factor no se producirán ruidos, ni vibraciones de ninguna clase.



En los casos que las luminarias no lleven el equipo incorporado, se utilizará una caja que contenga los dispositivos de conexión, protección y compensación.

Artículo 7. Protección contra cortocircuitos.

Cada punto de luz llevará dos cartuchos A.P.R. de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A.

Artículo 8. Cajas de empalme y derivación.

Estarán provistas de fichas de conexión y serán como mínimo P-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las proyecciones de agua en todas direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

Artículo 9. Brazos murales.

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m².

Las dimensiones serán como mínimo las especificadas en el proyecto, pero en cualquier caso resistirán sin deformación una carga que estará en función del peso de la luminaria, según los valores adjuntos. Dicha carga se suspenderá en el extremo donde se coloca la luminaria:

<u>Peso de la luminaria (kg)</u>	<u>Carga vertical (kg)</u>
1	5
2	6
3	8
4	10
5	11
6	13
8	15
10	18
12	21
14	24

Los medios de sujeción, ya sean placas o garras, también serán galvanizados.

En los casos en que los brazos se coloquen sobre apoyos de madera, la placa tendrá una forma tal que se adapte a la curvatura del apoyo.



En los puntos de entrada de los conductores se colocará una protección suplementaria de material aislante a base de anillos de protección de PVC.

Artículo 10. Báculos y columnas.

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m².

Estarán contruidos en chapa de acero, con un espesor de 2,5 mm. cuando la altura útil no sea superior a 7 m. y de 3 mm. para alturas superiores.

Los báculos resistirán sin deformación una carga de 30 kg. suspendido en el extremo donde se coloca la luminaria, y las columnas o báculos resistirán un esfuerzo horizontal de acuerdo con los valores adjuntos, en donde se señala la altura de aplicación a partir de la superficie del suelo:

<u>Altura (m.)</u>	<u>Fuerza horizontal (kg)</u>	<u>Altura de aplicación (m.)</u>
6	50	3
7	50	4
8	70	4
9	70	5
10	70	6
11	90	6
12	90	7

En cualquier caso, tanto los brazos como las columnas y los báculos, resistirán las sollicitaciones previstas en la ITC-BT-09, apdo. 6.1, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5 particularmente teniendo en cuenta la acción del viento.

No deberán permitir la entrada de lluvia ni la acumulación de agua de condensación.

Las columnas y báculos deberán poseer una abertura de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,30 m. del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección contra la proyección de agua, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales.



Cuando por su situación o dimensiones, las columnas o báculos fijados o incorporados a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección o maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado, o en la propia obra de fábrica.

Las columnas y báculos llevarán en su parte interior y próximo a la puerta de registro, un tornillo con tuerca para fijar la terminal de la pica de tierra.

Artículo 11. Luminarias.

Las luminarias cumplirán, como mínimo, las condiciones de las indicadas como tipo en el proyecto, en especial en:

- tipo de portalámpara.
- características fotométricas (curvas similares).
- resistencia a los agentes atmosféricos.
- facilidad de conservación e instalación.
- estética.
- facilidad de reposición de lámpara y equipos.
- condiciones de funcionamiento de la lámpara, en especial la temperatura (refrigeración, protección contra el frío o el calor, etc).
- protección, a lámpara y accesorios, de la humedad y demás agentes atmosféricos.
- protección a la lámpara del polvo y de efectos mecánicos.

Artículo 12. Cuadro de maniobra y control.

Los armarios serán de poliéster con departamento separado para el equipo de medida, y como mínimo IP-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las proyecciones del agua en todas las direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

Todos los aparatos del cuadro estarán fabricados por casas de reconocida garantía y preparados para tensiones de servicio no inferior a 500 V.

Los fusibles serán APR, con bases apropiadas, de modo que no queden accesibles partes en tensión, ni sean necesarias herramientas especiales para la reposición de los cartuchos. El calibre será exactamente el del proyecto.



Los interruptores y conmutadores serán rotativos y provistos de cubierta, siendo las dimensiones de sus piezas de contacto suficientes para que la temperatura en ninguna de ellas pueda exceder de 65°C, después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Su construcción ha de ser tal que permita realizar un mínimo de maniobras de apertura y cierre, del orden de 10.000, con su carga nominal a la tensión de trabajo sin que se produzcan desgastes excesivos o averías en los mismos.

Los contactores estarán probados a 3.000 maniobras por hora y garantizados para cinco millones de maniobras, los contactos estarán recubiertos de plata. La bobina de tensión tendrá una tensión nominal de 400 V., con una tolerancia del $\pm 10\%$. Esta tolerancia se entiende en dos sentidos: en primer lugar conectarán perfectamente siempre que la tensión varíe entre dichos límites, y en segundo lugar no se producirán calentamientos excesivos cuando la tensión se eleve indefinidamente un 10% sobre la nominal. La elevación de la temperatura de las piezas conductoras y contactos no podrá exceder de 65°C después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Asimismo, en tres interrupciones sucesivas, con tres minutos de intervalo, de una corriente con la intensidad correspondiente a la capacidad de ruptura y tensión igual a la nominal, no se observarán arcos prolongados, deterioro en los contactos, ni averías en los elementos constitutivos del contactor.

En los interruptores horarios no se consideran necesarios los dispositivos astronómicos. El volante o cualquier otra pieza serán de materiales que no sufran deformaciones por la temperatura ambiente. La cuerda será eléctrica y con reserva para un mínimo de 36 horas. Su intensidad nominal admitirá una sobrecarga del 20 % y la tensión podrá variar en un $\pm 20\%$. Se rechazará el que adelante o atrase más de cinco minutos al mes.

Los interruptores diferenciales estarán dimensionados para la corriente de fuga especificada en proyecto, pudiendo soportar 20.000 maniobras bajo la carga nominal. El tiempo de respuestas no será superior a 30 ms y deberán estar provistos de botón de prueba.

La célula fotoeléctrica tendrá alimentación a 230 V. $\pm 15\%$, con regulación de 20 a 200 lux.

Todo el resto de pequeño material será presentado previamente a la Dirección Técnica, la cual estimará si sus condiciones son suficientes para su instalación.



Artículo 13. Protección de bajantes.

Se realizará en tubo de hierro galvanizado de 2" diámetro, provista en su extremo superior de un capuchón de protección de P.V.C., a fin de lograr estanquidad, y para evitar el rozamiento de los conductores con las aristas vivas del tubo, se utilizará un anillo de protección de P.V.C. La sujeción del tubo a la pared se realizará mediante accesorios compuestos por dos piezas, vástago roscado para empotrar y soporte en chapa plastificado de tuerca incorporada, provisto de cierre especial de seguridad de doble plegado.

Artículo 14. Tubería para canalizaciones subterráneas.

Se utilizará exclusivamente tubería de PVC rígida de los diámetros especificados en el proyecto.

Artículo 15. Cable fiador.

Se utilizará exclusivamente cable espiral galvanizado reforzado, de composición 1x19+0, de 6 mm. de diámetro, en acero de resistencia 140 kg/mm², lo que equivale a una carga de rotura de 2.890 kg.

El Contratista informará por escrito a la Dirección Técnica del nombre del fabricante y le enviará una muestra del mismo.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo del cable y diámetro.

V.4.3.- CAPITULO II: EJECUCION.

Artículo 16. Replanteo.

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Técnica, con representación del contratista. Se dejarán estaquillas o cuantas señalizaciones estime conveniente la Dirección Técnica. Una vez terminado el replanteo, la vigilancia y conservación de la señalización correrán a cargo del contratista.

Cualquier nuevo replanteo que fuese preciso, por desaparición de las señalizaciones, será nuevamente ejecutado por la Dirección Técnica.



CAPITULO II-A: CONDUCCIONES SUBTERRANEAS.

ZANJAS

Artículo 17. Excavación y relleno.

Las zanjas no se excavarán hasta que vaya a efectuarse la colocación de los tubos protectores, y en ningún caso con antelación superior a ocho días. El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones con objeto de evitar accidentes.

Si la causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas las zanjas amenazasen derrumbarse, deberán ser entibadas, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas.

En el caso en que penetrase agua en las zanjas, ésta deberá ser achicada antes de iniciar el relleno.

El fondo de las zanjas se nivelará cuidadosamente, retirando todos los elementos puntiagudos o cortantes. Sobre el fondo se depositará la capa de arena que servirá de asiento a los tubos.

En el relleno de las zanjas se emplearán los productos de las excavaciones, salvo cuando el terreno sea rocoso, en cuyo caso se utilizará tierra de otra procedencia. Las tierras de relleno estarán libres de raíces, fangos y otros materiales que sean susceptibles de descomposición o de dejar huecos perjudiciales. Después de rellenar las zanjas se apisonarán bien, dejándolas así algún tiempo para que las tierras vayan asentándose y no exista peligro de roturas posteriores en el pavimento, una vez que se haya repuesto.

La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de las zanjas, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno circundante. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarle no ocasione perjuicio alguno.

Artículo 18. Colocación de los tubos.

Los conductos protectores de los cables serán conformes a la ITC-BT-21, tabla 9.



Los tubos descansarán sobre una capa de arena de espesor no inferior a 5 cm. La superficie exterior de los tubos quedará a una distancia mínima de 46 cm. por debajo del suelo o pavimento terminado.

Se cuidará la perfecta colocación de los tubos, sobre todo en las juntas, de manera que no queden cantos vivos que puedan perjudicar la protección del cable.

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas.

A unos 25 cm por encima de los tubos y a unos 10 cm por debajo del nivel del suelo se situará la cinta señalizadora.

Artículo 19. Cruces con canalizaciones o calzadas.

En los cruces con canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza (agua, gas, etc.) y de calzadas de vías con tránsito rodado, se rodearán los tubos de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 10 cm.

En los cruces con canalizaciones, la longitud de tubo a hormigonar será, como mínimo, de 1 m. a cada lado de la canalización existente, debiendo ser la distancia entre ésta y la pared exterior de los tubos de 15 cm. por lo menos.

Al hormigonar los tubos se pondrá un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable pegar los tubos con el producto apropiado.

CIMENTACION DE BACULOS Y COLUMNAS

Artículo 20. Excavación.

Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los báculos y columnas, en cualquier clase de terreno.

Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.



Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales. Si por cualquier otra causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta sería por cuenta del contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con el objeto de evitar accidentes.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que lo circunda. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

HORMIGON

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar se mezcle con tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le



dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m³. La composición normal de la mezcla será:

Cemento: 1
Arena: 3
Grava: 6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura "H" del hormigón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

<u>Consistencia</u>	<u>H (cm.)</u>
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

OTROS TRABAJOS

Artículo 22. Transporte e izado de báculos y columnas.

Se emplearán los medios auxiliares necesarios para que durante el transporte no sufran las columnas y báculos deterioro alguno.

El izado y colocación de los báculos y columnas se efectuará de modo que queden perfectamente aplomados en todas las direcciones.



Las tuercas de los pernos de fijación estarán provistas de arandelas.

La fijación definitiva se realizará a base de contratueras, nunca por graneteo. Terminada esta operación se rematará la cimentación con mortero de cemento.

Artículo 23. Arquetas de registro.

Serán de las dimensiones especificadas en el proyecto, dejando como fondo la tierra original a fin de facilitar el drenaje.

El marco será de angular 45x45x5 y la tapa, prefabricada, de hormigón de $R_k = 160 \text{ kg/cm}^2$, armado con diámetro 10 o metálica y marco de angular 45x45x5. En el caso de aceras con terrazo, el acabado se realizará fundiendo losas de idénticas características.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las arquetas con el objeto de evitar accidentes.

Cuando no existan aceras, se rodeará el conjunto arqueta-cimentación con bordillos de 25x15x12 prefabricados de hormigón, debiendo quedar la rasante a 12 cm. sobre el nivel del terreno natural.

Artículo 24. Tendido de los conductores.

El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como roces perjudiciales y tracciones exageradas.

No se dará a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor que los valores indicados por el fabricante de los conductores.

Artículo 25. Acometidas.

Serán de las secciones especificadas en el proyecto, se conectarán en las cajas situadas en el interior de las columnas y báculos, no existiendo empalmes en el interior de los mismos. Sólo se quitará el aislamiento de los conductores en la longitud que penetren en las bornas de conexión.

Las cajas estarán provistas de fichas de conexión (IV). La protección



será, como mínimo, IP-437, es decir, protección contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm. (4), contra agua de lluvia hasta 60° de la vertical (3) y contra energía de choque de 6 julios (7). Los fusibles (I) serán APR de 6 A, e irán en la tapa de la caja, de modo que ésta haga la función de seccionamiento. La entrada y salida de los conductores de la red se realizará por la cara inferior de la caja y la salida de la acometida por la cara superior.

Las conexiones se realizarán de modo que exista equilibrio entre fases.

Cuando las luminarias no lleven incorporado el equipo de reactancia y condensador, dicho equipo se fijará sólidamente en el interior del báculo o columna en lugar accesible.

Artículo 26. Empalmes y derivaciones.

Los empalmes y derivaciones se realizarán preferiblemente en las cajas de acometidas descritas en el apartado anterior. De no resultar posible se harán en las arquetas, usando fichas de conexión (una por hilo), las cuales se encintarán con cinta autosoldable de una rigidez dieléctrica de 12 kV/mm, con capas a medio solape y encima de una cinta de vinilo con dos capas a medio solape.

Se reducirá al mínimo el número de empalmes, pero en ningún caso existirán empalmes a lo largo de los tendidos subterráneos.

Artículo 27. Tomas de tierra.

La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ohm. También se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ohm y a 1 Ohm, respectivamente. En cualquier caso, la máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red



de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea. Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.

- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm² de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Artículo 28. Bajantes.

En las protecciones se utilizará, exclusivamente, el tubo y accesorios descritos en el apartado 2.1.11.

Dicho tubo alcanzará una altura mínima de 2,50 m. sobre el suelo.

V.4.4.- CAPITULO II-B. CONDUCCIONES AEREAS.

Artículo 29. Colocación de los conductores.

Los conductores se dispondrán de modo que se vean lo menos posible, aprovechando para ello las posibilidades de ocultación que brinden las fachadas de los edificios.

Cuando se utilicen grapas, o cinta de aluminio, en las alineaciones rectas, la separación entre dos puntos de fijación consecutivos será, como



máximo, de 40 cm. Las grapas quedarán bien sujetas a las paredes.

Cuando se utilicen tacos y abrazaderas, de las usuales para redes trenzadas, éstas serán del tipo especificado en el proyecto. Igualmente la separación será, como máximo, la especificada en el proyecto.

Los conductores se fijarán de una parte a otra de los cambios de dirección y en la proximidad inmediata de su entrada en cajas de derivación u otros dispositivos.

No se darán a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor que los valores indicados por el fabricante de los conductores.

El tendido se realizará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como roces perjudiciales y tracciones exageradas.

Los conductores se fijarán a una altura no inferior a 2,50 m. del suelo.

Artículo 30. Acometidas.

Serán de las secciones especificadas en el proyecto, se conectarán en el interior de cajas, no existiendo empalmes a lo largo de toda la acometida. Las cajas estarán provistas de fichas de conexión bimetálicas y a los conductores solo se quitará el aislamiento en la longitud que penetren en las bornas de conexión.

Si las luminarias llevan incorporada el equipo de reactancia y condensador, se utilizarán cajas de las descritas en el apartado 2.1.6, provistas de dos cartuchos A.P.R. de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A.

Si las luminarias no llevasen incorporado el equipo de reactancia y el condensador, se utilizarán cajas en chapa galvanizada de las descritas en el proyecto, en las que se colocarán las fichas de conexión, el equipo de encendido y los dos cartuchos APR de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A. La distancia de esta caja al suelo no será inferior a 2,50 m.

Sea cual fuese el tipo de caja, la entrada y salida de los conductores se hará por la cara inferior.



Las conexiones se realizarán de modo que exista equilibrio de fases.

Los conductores de la acometida no sufrirán deterioro o aplastamiento a su paso por el interior de los brazos. La parte roscada de los portalámparas, o su equivalente, se conectará al conductor que tenga menor tensión con respecto a tierra.

Artículo 31. Empalmes y derivaciones.

Los empalmes y derivaciones se efectuarán exclusivamente en cajas de las descritas en el Artículo 8 y la entrada y salida de los conductores se hará por la cara inferior.

Se reducirá al mínimo el número de empalmes.

Artículo 32. Colocación de brazos murales.

Se emplearán los medios auxiliares necesarios para que durante el transporte los brazos no sufran deterioro alguno.

Los brazos murales sólo se fijarán a aquellas partes de las construcciones que lo permitan por su naturaleza, estabilidad, solidez, espesor, etc., procurando dejar por encima del anclaje una altura de construcción al menos de 50 cm.

Los orificios de empotramiento serán reducidos al mínimo posible.

La puesta a tierra cumplirá las condiciones indicadas en el Capítulo II-A.

Artículo 33. Cruzamientos.

Cuando se pase de un edificio a otro, o se crucen calles y vías transitadas, se utilizará cable fiador del tipo descrito en el Artículo 15. Dicho cable irá provisto de garras galvanizadas, 60x60x6 mm (una en cada extremo), perrillos galvanizados (dos en cada extremo), un tensor galvanizado de ½", como mínimo y guardacabos galvanizados.

En las calles y vías transitadas la altura mínima del conductor, en la condición de flecha más desfavorable, será de 6 m.

El tendido de este tipo de conducciones será tal que ambos



extremos queden en la misma horizontal y procurando perpendicularidad con las fachadas.

Artículo 34. Paso a subterráneo.

Se realizará según el Artículo 28.

Artículo 35. Palometas.

Serán galvanizadas, en angular 60x60x6 mm., con garras de idéntico material. Su longitud será tal que alcanzado el tendido la altura necesaria en cada caso, los extremos queden en la misma horizontal.

Si fuesen necesarios tornapuntas serán de idéntico material, pero si lo necesario fuesen vientos, se utilizará el cable descrito en el Artículo 15, con los accesorios descritos en el Artículo 33. Los anclajes de los vientos se harán preferiblemente sobre edificios, en lugares que puedan absorber los esfuerzos a transmitir; nunca se usarán los árboles para los anclajes. Los vientos que puedan ser alcanzados sin medios especiales desde el suelo, terrazas, balcones, ventanas u otros lugares de fácil acceso a las personas, estarán interrumpidos por aisladores de retención apropiados.

En los tendidos verticales, los conductores se fijarán a las palometas mediante abrazaderas de doble collar de las usadas en líneas trenzadas.

Cuando las palometas sean accesibles llevarán una toma de tierra que estará de acuerdo a lo indicado en Capítulo II-A.

Artículo 36. Apoyos de madera.

Tendrán la altura que se especifica en el proyecto, serán de madera creosotada, con 11 cm. de diámetro mínimo en cogolla y 18 cm. a 1,50 m. de la base, con zanca de hormigón de 2 m. y 1.000 mkg. y dos abrazaderas sencillas galvanizadas.

La fijación del poste a la zanca se hará de modo que el mismo quede separado del suelo 15 cm., como mínimo, con el fin de preservar a la madera de la humedad de éste.

Si fuesen necesarios tirantes, se utilizará el cable descrito en el Artículo 15, los anclajes de estos pueden hacerse en el suelo o sobre edificios u otros elementos previstos para absorber los esfuerzos que



aquellos puedan transmitir. No podrán utilizarse los árboles para el anclaje de los tirantes, y cuando estos anclajes se realicen en el suelo, se destacará su presencia hasta una altura de 2 m. Los tirantes estarán provistos de un tensor galvanizado, como mínimo de 1/2", guardacabos galvanizados y dos perillos galvanizados por extremo.

Los tirantes que puedan ser alcanzados sin medios especiales desde el suelo, terrazas, balcones, ventanas u otros lugares de fácil acceso a las personas, estarán interrumpidos por aisladores de retención apropiados.

Los tornapuntas se fijarán sobre los apoyos en el punto más próximo posible al de aplicación de la resultante de los esfuerzos actuantes sobre el mismo.

V.4.5.- CAPITULO II-C. TRABAJOS COMUNES.

Artículo 37. Fijación y regulación de las luminarias.

Las luminarias se instalarán con la inclinación adecuada a la altura del punto de luz, ancho de calzada y tipo de luminaria. En cualquier caso su plano transversal de simetría será perpendicular al de la calzada.

En las luminarias que tengan regulación de foco, las lámparas se situarán en el punto adecuado a su forma geométrica, a la óptica de la luminaria, a la altura del punto de luz y al ancho de la calzada.

Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado (brida, tornillo de presión, rosca, rótula, etc.) una vez finalizados el montaje, la luminaria quedará rígidamente sujeta, de modo que no pueda girar u oscilar respecto al soporte.

Artículo 38. Cuadro de maniobra y control.

Todas las partes metálicas (bastidor, barras soporte, etc.) estarán estrictamente unidas entre sí y a la toma de tierra general, constituida según los especificado en el capítulo II-A.

La entrada y salida de los conductores se realizará de tal modo que no haga bajar el grado de estanquidad del armario.



Artículo 39. Célula fotoeléctrica.

Se instalará orientada al Norte, de tal forma que no sea posible que reciba luz de ningún punto de luz de alumbrado público, de los faros de los vehículos o de ventanas próximas. De ser necesario se instalarán pantallas de chapa galvanizada o aluminio con las dimensiones y orientación que indique la Dirección Técnica.

Artículo 40. Medida de iluminación.

La comprobación del nivel medio de alumbrado será verificada pasados los 30 días de funcionamiento de las instalaciones. Se tomará una zona de la calzada comprendida entre dos puntos de luz consecutivos de una misma banda si éstos están situados al tresbolillo, y entre tres en caso de estar pareados o dispuestos unilateralmente. Los puntos de luz que se escojan estarán separados una distancia que sea lo más cercana posible a la separación media.

En las horas de menos tráfico, e incluso cerrando éste, se dividirá la zona en rectángulos de dos a tres metros de largo midiéndose la iluminancia horizontal en cada uno de los vértices. Los valores obtenidos multiplicados por el factor de conservación, se indicará en un plano.

Las mediciones se realizarán a ras del suelo y, en ningún caso, a una altura superior a 50 cm., debiendo tomar las medidas necesarias para que no se interfiera la luz procedente de las diversas luminarias.

La célula fotoeléctrica del luxómetro se mantendrá perfectamente horizontal durante la lectura de iluminancia; en caso de que la luz incida sobre el plano de la calzada en ángulo comprendido entre 60° y 70° con la vertical, se tendrá en cuenta el "error de coseno". Si la adaptación de la escala del luxómetro se efectúa mediante filtro, se considerará dicho error a partir de los 50°.

Antes de proceder a esta medición se autorizará al adjudicatario a que efectúe una limpieza de polvo que se hubiera podido depositar sobre los reflectores y aparatos.

La iluminancia media se definirá como la relación de la mínima intensidad de iluminación, a la media intensidad de iluminación.

Artículo 41. Seguridad.



Al realizar los trabajos en vías públicas, tanto urbanas como interurbanas o de cualquier tipo, cuya ejecución pueda entorpecer la circulación de vehículos, se colocarán las señales indicadoras que especifica el vigente Código de la Circulación. Igualmente se tomarán las oportunas precauciones en evitación de accidentes de peatones, como consecuencia de la ejecución de la obra.

V.4.6.- MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES.

Para garantizar en el transcurso del tiempo el valor del factor de mantenimiento de la instalación, se realizarán las operaciones de reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor.

El titular de la instalación será el responsable de garantizar la ejecución del plan de mantenimiento de la instalación descrito en el proyecto o memoria técnica de diseño.

Las operaciones de mantenimiento relativas a la limpieza de las luminarias y a la sustitución de lámparas averiadas podrán ser realizadas directamente por el titular de la instalación o mediante subcontratación.

Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán realizadas por un instalador autorizado en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o un sistema informatizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, debiendo figurar, como mínimo, la siguiente información:

- El titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- El titular del mantenimiento.
- El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.



- El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.
- La fecha de ejecución.
- Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.

Además, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético, se registrará:

- Consumo energético anual.
- Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz.
- Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida, con discriminación horaria y factor de potencia.
- Niveles de iluminación mantenidos.

V.4.7.- MEDICIONES LUMINOTÉCNICAS EN LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.

1. COMPROBACIONES ANTES DE REALIZAR LAS MEDIDAS.

1.1. CONDICIONES DE VALIDEZ PARA LAS MEDIDAS.

a) Geometría de la instalación: los cálculos y medidas serán representativos para todas aquellas zonas que tengan la misma geometría en cuanto a:

- Distancia entre puntos de luz.
- Altura de montaje de los puntos de luz que intervienen en la medida.
- Longitud del brazo, saliente e inclinación.
- Ancho de calzada.
- Dimensiones de arcenes, medianas, etc.

b) Tensión de alimentación: durante la medida se registrará el valor de la tensión de alimentación mediante un voltímetro registrador o, en su defecto, se realizarán medidas de la tensión de alimentación cada 30 minutos. Si se miden desviaciones o variaciones en la tensión de



alimentación respecto al valor asignado de la instalación que pudieran afectar significativamente al flujo luminoso emitido por las lámparas, se aplicarán las correcciones correspondientes. En caso de utilizar sistema de regulación de flujo, la medición se llevará a cabo con los equipos a régimen nominal.

c) Influencia de otras instalaciones: Todas las lámparas próximas a una instalación ajenas a la misma deberán apagarse en el momento de las medidas (incluidos los faros de los vehículos, en cualquiera de los sentidos de circulación).

d) Condiciones meteorológicas: Aunque las exigencias de visibilidad son análogas para todas las condiciones meteorológicas, las medidas deben realizarse en tiempo seco y con los pavimentos limpios (salvo que se diseñe para pavimentos húmedos, de modo que las condiciones visuales no se deterioren notablemente durante los intervalos lluviosos). Además, no deben ejecutarse las medidas si la atmósfera no está completamente despejada de brumas o nieblas.

1.2. MEDIDA DE LUMINANCIAS.

La medida de la luminancia media y las uniformidades deberán realizarse sobre el terreno, comparándose los resultados obtenidos en el cálculo incluido en el proyecto con los de la medida. La medida requiere un pavimento usado durante cierto tiempo, y un tramo recto de calzada de longitud aproximada de 250 m.

a) Luminancias puntuales (L).

La medida deberá hacerse con luminancímetro, con un medidor de ángulo no mayor de 2° en la vertical, y entre 6° y 20° en la horizontal.

b) Luminancia media (Lm).

Para la medida de la luminancia media se utilizará un luminancímetro integrador, con limitadores de campo que correspondan a la superficie a medir: 100 m de longitud por el ancho de los carriles de circulación. El punto de observación estará situado a 60 m antes del límite anterior de la zona de medida, y el luminancímetro estará situado a 1,5 m de altura y a 1/4 del ancho de la calzada, medido desde el límite exterior en el último carril.



El método de referencia para comprobar la luminancia media dinámica consiste en hacer dos medidas con el luminancímetro integrador, una comenzando la zona de medida entre dos luminarias y otra coincidiendo con una de las luminarias (en el caso de una disposición al tresbolillo, entre dos luminarias en diferentes carriles).

La media de estas dos medidas es una buena aproximación a la luminancia media dinámica.

1.3. MEDIDA DE ILUMINANCIAS.

La medida se realizará con un iluminancímetro, también llamado luxómetro, que deberá cumplir las siguientes exigencias:

- a) Deberá tener un rango de medida adecuado, acorde a los niveles a medir y estar calibrado por un laboratorio acreditado.
- b) Deberá disponer de corrección del coseno hasta un ángulo de 85°.
- c) Tendrá corrección cromática, según CIE 69:1987 de acuerdo con la distribución espectral de las fuentes luminosas empleadas y su respuesta se ajustará a la curva media de sensibilidad V(l).
- d) El coeficiente de error por temperatura deberá estar especificado para margen de las temperaturas de funcionamiento previstas durante su uso.
- e) La fotocélula de luxómetro estará montada sobre un sistema que permita que ésta se mantenga horizontal en cualquier punto de medida.

Las medidas se realizarán sobre la capa de rodadura de la calzada, en los puntos determinados en la retícula de cálculo del proyecto. Todas las luminarias que intervienen en la medida y forman parte de la instalación de alumbrado, deben estar libres de obstáculos y podrán verse desde la fotocélula.

Una reducción de la retícula de medida, con respecto a la de cálculo, será admisible cuando no modifique los valores mínimos, máximos y medios en $\pm 5\%$.

1.4. COMPROBACION DE LAS MEDICIONES LUMINOTECNICAS.

Los valores medios de las magnitudes medidas no diferirán más de



un 10 % respecto a los valores de cálculo de proyecto.

2. MEDIDA DE LUMINANCIA.

La luminancia en un punto de la calzada se obtiene mediante la fórmula:

$$L = \square (I \cdot r/h^2)$$

donde el sumatorio ($\square$) comprende todas las luminarias de la instalación considerada. Los valores de la intensidad luminosa (I) y del coeficiente de luminancia reducido (f) se obtienen por interpolación cuadrática en la matriz de intensidades de la luminaria y en la tabla de reflexión del pavimento. Por último, la variable (h) es la altura de la luminaria.

Un vez finalizada la instalación del alumbrado exterior, se procederá a efectuar las mediciones luminotécnicas, al objeto de comprobar los resultados del proyecto. La retícula de medida que se concreta más adelante es la que se utilizará en las medidas de campo. No obstante, podrán utilizarse otras retículas en el cálculo del proyecto siempre que incorporen un mayor número de puntos.

2.1. SELECCION DE LA RETICULA DE MEDIDA.

La retícula de medida es el conjunto de puntos en los que en el proyecto se calcularán los valores de luminancia. En sentido longitudinal, la retícula cubrirá el tramo de calzada comprendido entre dos luminarias consecutivas del mismo lado. En sentido transversal, deberá abarcar el ancho definido para el área de referencia (normalmente la anchura del carril de tráfico).

Los puntos de medida se dispondrán, uniformemente separados, como muestra la figura 1 de la ITC-EA-07, siendo su separación longitudinal D , no superior a 5 m, y su separación transversal d , no superior a 1,5 m. El número mínimo de puntos en la dirección longitudinal N , o transversal n , será de 3.

2.2. POSICION DEL OBSERVADOR.

El observador se colocará a 1,5 m de altura sobre la superficie de la calzada y en sentido longitudinal, a 60 m de la primera línea transversal de puntos de cálculo. En sentido transversal se situará a:



a) 1/4 de ancho total de la calzada, medido desde el borde derecho de la misma (lado opuesto al de los puntos de luz en implantación unilateral), para la medida de la luminancia media L_m y de la uniformidad global U_o y

b) en el centro de cada uno de los carriles del sentido considerado para la medida de la uniformidad longitudinal U_l , para cada sentido de circulación.

2.3. AREA LIMITE.

Con el fin de evitar el efecto de otras instalaciones de alumbrado en los valores medidos de luminancia de una instalación, se establece un área límite dentro de la cual, deberá apagarse durante la medida cualquier luminaria que no pertenezca a dicha instalación.

La figura 4 de la ITC-EA-07 refleja el área límite citada anteriormente, siendo H la altura de montaje de las luminarias de la instalación considerada.

3. MEDIDA DE ILUMINANCIA.

La iluminancia horizontal en un punto de la calzada se expresa mediante:

$$E = \sum (I \cdot \cos^3 \alpha / h^2)$$

Siendo, I la intensidad luminosa, α el ángulo formado por la dirección de incidencia en el punto con la vertical y h la altura de la luminaria. El sumatorio ($\sum$) comprende todas las luminarias de la instalación.

3.1. SELECCION DE LA RETICULA DE MEDIDA.

La retícula de medida es el conjunto de puntos en los que en el proyecto se calcularán los valores de iluminancia. En sentido longitudinal, la retícula cubrirá el tramo de superficie iluminada comprendido entre dos luminarias consecutivas. En sentido transversal, deberá abarcar el ancho de área aplicable, tal y como se representa en la figura 5 de la ITC-EA-07.

Los puntos de medida se dispondrán, uniformemente separados y



cubriendo todo el área aplicable, como muestra la figura 5, siendo su separación longitudinal D, no superior a 3 m, y su separación transversal d, no superior a 1 m. El número mínimo de puntos en la dirección longitudinal N será de 3.

3.2. AREA LIMITE.

Con el fin de evitar el efecto de otras instalaciones de alumbrado en los valores medidos de iluminancia de una instalación, se establece un área límite dentro de la cual, deberá apagarse durante la medida, cualquier luminaria que no pertenezca a dicha instalación.

El área límite a considerar esta definida por una distancia al punto de medida de 5 veces la altura de montaje H de las luminarias de la instalación considerada.

3.3. METODO SIMPLIFICADO DE MEDIDA DE LA ILUMINANCIA MEDIA.

El método denominado de los "nueve puntos" permite determinar de forma simplificada, la iluminancia media (Em), así como también las uniformidades media (Um) y general (Ug).

A partir de la medición de la iluminancia en quince puntos de la calzada (véase fig. 6 de la ITC-EA-07), se determinará la iluminancia media horizontal (Em) mediante una media ponderada, de acuerdo con el denominado método de los "nueve puntos".

Mediante el luxómetro se mide la iluminancia en los quince puntos resultantes de la intersección de las abscisas B, C, D, con las ordenadas 1, 2, 3, 4 y 5, de la figura 6.

Teniendo en cuenta una eventual inclinación de las luminarias hacia un lado u otro, se debe adoptar como medida real de la iluminancia en el punto teórico P1 la media aritmética de las medidas obtenidas en los puntos B1 y B5 y así sucesivamente, tal y como consta en la tabla que se adjunta más adelante.

La iluminancia media es la siguiente:

$$Em = E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9 / 16$$

Donde:



$$\begin{aligned}E_1 &= (B1 + B5) / 2 \\E_2 &= (C1 + C5) / 2 \\E_3 &= (D1 + D5) / 2 \\E_4 &= (B2 + B4) / 2 \\E_5 &= (C2 + C4) / 2 \\E_6 &= (D2 + D4) / 2 \\E_7 &= B3 \\E_8 &= C3 \\E_9 &= D3\end{aligned}$$

La uniformidad media (U_m) de iluminancia es el cociente entre el valor mínimo de las iluminancias E_i calculadas anteriormente y la iluminancia media (E_m).

La uniformidad general o extrema (U_g) se calcula dividiendo el valor mínimo de de las iluminancias E_i entre el valor máximo de dichas iluminancias.

4. MEDIDA DE ILUMINANCIA EN GLORIETAS.

La retícula de medida se representa en la figura 7 de la ITC-EA-07 y parte de 8 radios que tienen su origen en el centro de la glorieta, formando un ángulo entre ellos de 45° . El origen angular de los radios se elige arbitrariamente con independencia de la implantación de las luminarias.

El número de puntos de cálculo de cada uno de los 8 radios es función del número de carriles de tráfico del anillo de la glorieta, a razón de 3 puntos por carril de anchura (A), tal y como se representa en la figura 7.

En el caso de una implantación simétrica, el número de radios a considerar se podrá reducir a 2 consecutivos, que cubran un cuarto de la glorieta.

Cualquiera que sea el tipo de implantación de los puntos de luz - periférica o central-, exista simetría o no, la iluminancia media horizontal (E_m) del anillo de la glorieta será la media aritmética de las iluminancias (E_i) calculadas o medidas en los diferentes puntos de la retícula:



$$E_m = 1/n \cdot E_i$$

La uniformidad media de iluminancia horizontal del citado anillo de la glorieta será el cociente entre el valor más pequeño de la iluminancia puntual (E_i) y la iluminancia media (E_m).

5. DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR.

Se basa en el cálculo de la luminancia de velo:

$$L_v = 10 \cdot \sum (E_g / \theta^2) \text{ (en cd/m}^2\text{)}$$

donde E_g (lux) es la iluminancia producida en el ojo en un plano perpendicular a la línea de visión, y θ (grados) es el ángulo entre la dirección de incidencia de la luz en el ojo y la dirección de observación. El sumatorio ($\sum$) está extendido a todas las luminarias de la instalación.

Se considera que contribuyen al deslumbramiento perturbador todas las luminarias que se encuentren a menos de 500 m de distancia del observador (véase fig. 8 de la ITC-EA-07).

Para el cálculo de la luminancia de velo para cada hilera de luminarias, se comienza por la más cercana, alejándose progresivamente y acumulando las luminancias de velo producidas por cada una de ellas, hasta que su contribución individual sea inferior al 2% de la acumulada, y como máximo hasta las luminarias situadas a 500 m del observador. Finalmente, se sumarán las luminancias de velo de todas las hileras de luminarias.

El incremento del umbral de percepción se calcula según la expresión:

$$TI = 65 \cdot L_v / (L_m)^{0,8} \text{ (en \%)}$$

que es una fórmula válida para luminancias medias de calzada (L_m) entre 0,05 y 5 cd/m².

5.1. ANGULO DE APANTALLAMIENTO.

A efectos de cálculo del deslumbramiento perturbador en alumbrado vial, no se considerarán las luminarias cuya dirección de observación forme un ángulo mayor de 20° con la línea de visión, ya que se suponen apantalladas por el techo del vehículo, tal y como se



representa en la figura 8.

5.2. POSICION DEL OBSERVADOR.

La posición del observador se definirá tanto en altura como en dirección longitudinal y transversal a la dirección de las luminarias:

- a) El observador se colocará a 1,5 m de altura sobre la superficie de la calzada
- b) en dirección longitudinal, de forma tal que la luminaria más cercana a considerar se encuentre formando exactamente 20° con la línea de visión, es decir a una distancia igual a $(h-1,5) \operatorname{tg} 70^\circ$. En el caso de disposiciones al tresbolillo, se efectuarán dos cálculos diferentes (con la primera luminaria de cada lado formando 20°) y se considerará para los cálculos, el mayor valor de los dos.
- c) En dirección transversal se situará a $1/4$ de ancho total de la calzada, medido desde el borde derecho de la misma.

A partir de esta posición se calcula la suma de las luminancias de velo producidas por la primera luminaria en la dirección de observación y las luminarias siguientes hasta una distancia de 500 m.

5.3. CONTROL DE LA LIMITACION DEL DESLUMBRAMIENTO EN GLORIETAS.

En el caso de glorietas no se puede evaluar el deslumbramiento perturbador (incremento de umbral TI), dado que el anillo de una rotonda no es un tramo recto de longitud suficiente para poder situar al observador y medir luminancias en la calzada.

El índice GR puede utilizarse igual que se aplica en la iluminación de otras instalaciones de alumbrado de la ITC-EA-02.

Conviene definir una o varias posiciones del conductor de un vehículo que circula por una vía que afluye a la glorieta en posición lejana y próxima, incluso en el propio anillo.

Preferentemente se considerarán dos posiciones de observación representadas en las figuras 10 y 11 de la ITC-EA-07, con una altura de observación de 1,50 m.

- Posición 1



Sobre una vía de tráfico que afluye a la glorieta, y el observador mirando el centro de la isleta.

- Posición 2

Sobre el anillo que rodea la isleta central, con dirección de la mirada tangencial al anillo.

6. RELACION ENTORNO SR.

Para calcular la relación entorno (SR), es necesario definir 4 zonas de cálculo de forma rectangular situadas a ambos lados de los dos bordes de la calzada, tal y como se representa en la figura 12 de la ITC-EA-07.

A cada lado de la calzada, se calcula la relación entre la iluminancia media de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia media de la zona adyacente situada sobre la calzada. La relación entorno SR es la más pequeña de las dos relaciones.

La anchura (A_{SR}) de cada una de las zonas de cálculo se tomará como 5 m o la mitad de la anchura de la calzada, si ésta es inferior a 10 m.

Si los bordes de la calzada están obstruidos, se limitará el cálculo a la parte de los bordes que están despejados.

En presencia, por ejemplo, de una banda de parada de urgencia, o de un arcén que bordea la calzada, se tomará para (A_{SR}) la anchura de este espacio.

La longitud de las zonas de cálculo de la relación entorno (SR) es igual a la separación (S) entre puntos de luz.

6.1. NUMERO Y POSICION DE LOS PUNTOS DE CALCULO EN SENTIDO LONGITUDINAL.

El número (N) de puntos de cálculo y la separación (D) entre dos puntos sucesivos, se determinan de igual forma a la establecida para el cálculo de luminancias e iluminancias de la calzada.

Los puntos exteriores de la malla están separados, respecto a los bordes de la zona de cálculo, por una distancia (D/2) en el sentido



transversal.

6.2. NUMERO Y POSICION DE LOS PUNTOS DE CALCULO EN EL SENTIDO TRANSVERSAL.

El número de puntos de cálculo será $n=3$ si $A_{SR} > 2,5$ m y $n=1$ en caso contrario. La separación (d) entre dos puntos sucesivos, se calculará en función la anchura (A_{SR}) de la zona de cálculo, como:

$$d = 2 \cdot A_{SR}/n$$

Las líneas transversales extremas de los puntos de cálculo estarán separadas una distancia ($d/2$), de la primera y última luminaria, respectivamente.

V.5.- CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

V.5.1. CONDICIONES GENERALES.

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

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

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

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones



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

V.5.2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

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

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

2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.



La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	1-2	Continuidad
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos objetos D ³ 1 mm	4	Contra
- Resistencia a la penetración del agua de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	2	Contra gotas
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos interior y exterior media y compuestos	2	Protección



- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	2	Ligera
- Resistencia al impacto	2	Ligera
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos objetos D ³ 1 mm	4	Contra
- Resistencia a la penetración del agua de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	2	Contra gotas
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos interior y exterior media y compuestos	2	Protección
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>



- Resistencia a la compresión	3	Media
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal. precabl. ordinarias)
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos contra el polvo	5	Protegido
- Resistencia a la penetración del agua contra el agua en forma de lluvia	3	Protegido
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos interior y exterior media y compuestos	2	Protección
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos objetos D ³ 1 mm	4	Contra
- Resistencia a la penetración del agua de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°	2	Contra gotas
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos interior mediana y exterior elevada	2	Protección



y compuestos		
- Resistencia a la tracción	2	Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
- Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
- Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
- Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos objetos D ³ 1 mm	4	Contra
- Resistencia a la penetración del agua agua en forma de lluvia	3	Contra el
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos interior y exterior media y compuestos	2	Protección
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras,



parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

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

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

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

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

Los tubos aislantes rígidos 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 conforme a UNE-EN

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.



Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

Los tubos metálicos 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.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.



Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

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

En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.

Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán 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.

En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de



suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.

Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.

Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.

Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.



- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario

2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.

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

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

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

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



Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

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

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

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

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica

Grado



<u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u>		<u>£ 16 mm</u>	<u>≥</u>
<u>16 mm</u>			
- Resistencia al impacto	Muy ligera	Media	
- Temperatura mínima de instalación y servicio		+ 15 °C	- 5
- Temperatura máxima de instalación y servicio		+ 60 °C	+
- Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	Aislante	Continuidad	
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos 4		No inferior a 2	
- Resistencia a la penetración de agua		No declarada	
- Resistencia a la propagación de la llama propagador		No	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

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

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

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.



Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.



Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

2.9. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS.

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



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

2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

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

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

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

V.5.3. CONDUCTORES.

Los conductores utilizados se registrarán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.1. MATERIALES.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: unipolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - Tensión de prueba: 2.500 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.031.



- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
 - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
 - Tensión de prueba: 4.000 V.
 - Instalación: al aire o en bandeja.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98% al 100%. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.2. DIMENSIONADO.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.



- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al



conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

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

<u>Tensión nominal instalación</u>	<u>Tensión ensayo corriente continua (V)</u>	<u>Resistencia de aislamiento (MW)</u>
MBTS o MBTP	250	³ 0,25
£ 500 V	500	³ 0,50
> 500 V	1000	³ 1,00

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

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

V.5.4. CAJAS DE EMPALME.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. 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, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí



de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

V.5.5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.

Los interruptores y conmutadores 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 toma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.



En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

V.5.6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.

6.1. CUADROS ELÉCTRICOS.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.



Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.

el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

6.2. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.



En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, 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. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

6.3. GUARDAMOTORES.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.



La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

6.4. FUSIBLES.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:



Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

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

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

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

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

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.



Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ 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 corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

6.6. SECCIONADORES.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.



Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

6.7. EMBARRADOS.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.



En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

V.5.7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.

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

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

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

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



En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

V.5.8. RECEPTORES A MOTOR.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.



Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW:	4,5
De 1,50 kW a 5 kW:	3,0
De 5 kW a 15 kW:	2
Más de 15 kW:	1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total



contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.



Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:



- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

V.5.9. PUESTAS A TIERRA.

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

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

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

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- 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.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

9.1. UNIONES A TIERRA.



Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido</u>
<u>mecánicamente</u>		
Protegido contra Cu	Igual a conductores	16 mm ²
la corrosión Galvanizado	protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Acero
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.



Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

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

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

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

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

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

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.



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

Como conductores de protección pueden utilizarse:

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

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

V.5.10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.



Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

V.5.11. CONTROL.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

V.5.12. SEGURIDAD.

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se



realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.

- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

V.5.13. LIMPIEZA.

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

V.5.14. MANTENIMIENTO.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los



apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

V.5.15. CRITERIOS DE MEDICION.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a los especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones. En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.



V.6 .- CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se deberá tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de c.c. reales, referidas a las condiciones estándar, deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

V.6.1. CRITERIOS ECOLÓGICOS.

El producto llevará el marcado CE de acuerdo con las Directivas 73/23/EC; 93/68/EC y 89/336/CEE según sea aplicable, cumpliendo además los siguientes requisitos:

Criterios ecológicos

- Fomento del reciclado: Utilización preferente de vidrio y aluminio reciclados
- Control de gases especiales: Control adecuado de las emisiones de F, Cl y COV y de la manipulación de gases especiales.
- Compuestos halogenados: Prohibidos.
- Devolución del productos en componentes: Aceptación y tratamiento adecuado de los productos con Marca AENOR usados devueltos.
- Envase: Ley 11/1997.



Requisitos de aptitud para el empleo

- Mercado CE: Conforme.
- Norma UNE-EN 61215: Conforme.

V.6.2. INFORMACION DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS.

2.1. INFORMACION DE LA HOJA DE DATOS.

Certificados

Todos los certificados relevantes deberán listarse en la hoja de datos

Material constructivo

Descripción de los materiales utilizados en la construcción de los siguientes componentes:

- Tipo de célula.
- Marco.
- Cubierta frontal.

Funcionamiento eléctrico

Se indicarán los valores característicos siguientes en las STC (1000 W/m², 25 ±2 °C, AM 1,5):

- Potencia eléctrica máxima (P_{max}).
- Corriente de cortocircuito (I_{sc}).
- Tensión en circuito abierto (V_{oc}).
- Tensión en el punto de máxima potencia (V_{mpp}).

Características generales

Se especificará la información sobre la caja de conexiones, tal como dimensiones, grado de protección IP, técnica para el conexionado eléctrico (por ejemplo, mediante conector o mediante cableado):

- Dimensiones externas (longitud, anchura) del módulo fotovoltaico.
- Espesor total del módulo fotovoltaico.



- Peso.

Características térmicas

Se requiere el valor de la NOCT.

Se requieren los valores de los coeficientes de temperatura.

Valores característicos para la integración de sistemas

Se requieren:

- Tensión de circuito abierto de diseño, tensión máxima permisible en el sistema y clasificación de protección.
- Corriente inversa límite.

Clasificación de potencia y tolerancias de producción

Se precisarán las tolerancias de producción superior e inferior para una potencia máxima dada.

2.2. INFORMACION DE LA PLACA DE CARACTERISTICAS.

- Nombre y símbolo de origen del fabricante o suministrador.
- Designación de tipo.
- Clasificación de protección.
- Máxima tensión permitida en el sistema.
- P_{max} +/- tolerancias de producción, I_{sc} , V_{oc} y V_{mpp} (todos los valores en las STC).

V.6.3. SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS FV DE GENERACION.

3.1. CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACION (CPM).

Este subsistema supervisa la operación global del sistema de generación FV y la interacción entre todos los subsistemas. También podrá interactuar con las cargas.



El CPM debería asegurar la operación del sistema en modo automático o manual.

La función de monitorización del subsistema CPM puede incluir detección y adquisición de señales de datos, procesamiento, registro, transmisión y presentación de datos del sistema según se demande. Esta función puede monitorizar:

- Campo fotovoltaico (FV).
- Acondicionador cc.
- Interfaz de carga cc/cc.
- Subsistema de almacenamiento.
- Interfaz ca/ca.
- Carga.
- Inversor.
- Fuentes auxiliares, etc.
- Interfaz a la red.
- Condiciones ambientales.

Las funciones del subsistema de control pueden incluir, pero no están limitadas a:

- Control de almacenamiento.
- Seguimiento solar.
- Arranque del sistema.
- Control de transmisión de potencia cc.
- Arranque y control del inversor de carga (ca).
- Seguridad.
- Protección contra incendios.
- Arranque y control de fuentes auxiliares.
- Control de la interfaz a la red.
- Arranque y control de funciones de apoyo.

En cualquier diseño particular de sistemas de generación FV, alguno de los subsistemas mostrados podría estar ausente y alguno de los componentes de un subsistema podría estar presente de una o varias formas.

3.2. SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO (FV).

Consiste en un conjunto de componentes integrados mecánica y



eléctricamente que forman una unidad que puede producir potencia en corriente continua (cc) directamente, a partir de la radiación solar.

El subsistema FV puede incluir, pero no está limitado a:

- Módulos.
- Subcampos de módulos.
- Campos fotovoltaicos.
- Interconexiones eléctricas.
- Cimentación.
- Estructuras soporte.
- Dispositivos de protección.
- Puesta a tierra.

3.3. ACONDICIONADOR CORRIENTE CONTINUA (CC).

El acondicionador cc suministra protección para los componentes eléctricos de cc y convierte la tensión del subsistema FV en una instalación de cc utilizable. Generalmente incluye todas las funciones auxiliares (tales como fuentes internas de alimentación, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc) requeridas para su correcta operación.

El acondicionador cc puede estar formado por uno o más, pero no únicamente, de los elementos siguientes:

- Fusible.
- Interruptor.
- Diodo de bloqueo.
- Equipo de protección (unidad de carga, aislamiento).
- Regulador de tensión.
- Seguidor del punto de máxima potencia.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión e intensidad nominales.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
 - Tensión e intensidad.



- Tolerancia en la tensión de salida.
- Limitación de intensidad.
- Características de las cargas.

Otras consideraciones:

- Rendimiento del acondicionador cc.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

3.4. INTERFAZ CC/CC.

Incluye las funciones necesarias para adaptar la tensión cc del sistema FV de generación a la carga cc. También puede conectarse a una fuente de potencia auxiliar cc.

La interfaz cc/cc puede incluir, sin excluir otros elementos, uno o más de los siguientes componentes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión cc/cc.
- Conexión de fuente ca auxiliar de potencia.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
 - Puesta a tierra.
 - Protección contra rayos.
 - Regulador de tensión.
 - Aislamiento eléctrico entrada-salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión e intensidad nominales.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.



- Tensión e intensidad.
 - Tolerancia en la tensión de salida.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
-
- Rendimiento de la interfaz.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

3.5. ALMACENAMIENTO.

El subsistema de almacenamiento suministra el medio para reservar la energía eléctrica para uso posterior bajo demanda. El subsistema puede incluir también dispositivos de control de entrada-salida tales como regulación de carga, protección de sub/sobretensión, limitador de corriente de salida, instrumentación, etc.

Equipo de protección:

- Protección de la unidad.
- Protección de la carga.
- Protección de sub/sobretensión y sub/sobreintensidad.
- Protección del personal.
- Protección del medioambiente.

Las características del subsistema de almacenamiento pueden incluir, entre otros, lo siguiente:

- Tipo de almacenamiento.
- Capacidad de almacenamiento.
- Máxima profundidad de descarga.
- Condiciones medioambientales.
- Ciclos de vida.
- Pérdidas internas de energía (en función del tiempo).



- Energía específica (relación entre energía almacenable y el peso del elemento de almacenamiento).
- Dependencia con la temperatura.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión y rango de tensión nominales.
 - Intensidad de carga máxima.
- Condiciones de salida.
 - Rango de tensión.
 - Intensidad de descarga máxima.
- Rendimiento energético y coulombico.
 - Autodescarga.
 - Condiciones de ciclado.

Otras consideraciones:

- Requisitos de seguridad.
- Interacción con el control principal (CPM).
- Mantenimiento.
- Características mecánicas generales.
- Instrumentación.

3.6. INVERSOR.

El inversor convierte el acondicionador cc y/o salida de la batería de almacenamiento en potencia útil de ca (corriente alterna). Puede incluir control de tensión, fuentes de alimentación internas, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc.

Equipo de protección:

- Protección de la unidad.
- Protección de la carga.
- Aislamiento entre entrada y salida.
- Protecciones de sobretensión y sobreintensidad.

El inversor puede controlar uno o más, pero no está limitado a, los parámetros siguientes:



- Frecuencia.
- Nivel de tensión.
- Encendido y apagado.
- Sincronización.
- Potencia reactiva.
- Forma de la onda de salida.

Aunque el inversor puede especificarse y ensayarse independientemente del sistema de generación FV, las características técnicas dependen de los requisitos del sistema en el que se instale la unidad. Por ejemplo, los parámetros pueden ser distintos en un sistema autónomo y un sistema conectado a red.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión e intensidad nominales.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Variaciones dinámicas de tensión de entrada.
- Condiciones de salida.
 - Número de fases.
 - Tensión e intensidad.
 - Distorsión armónica y frecuencia de salida.
 - Tolerancias de tensión y de frecuencia.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
 - Factor de potencia.
- Rendimiento del inversor.

Otras consideraciones:

- Pérdidas sin carga.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Condiciones mecánicas generales.
- Condiciones de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Generación de ruido acústico.



3.7. INTERFAZ CA/CA.

Incluye las funciones necesarias para convertir la tensión ca del sistema de generación FV a una carga ca. También puede conectarse a una fuente auxiliar de ca.

Un subsistema ca/ca puede incluir uno o más (entre otros) de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión ca/ca.
- Conexión de fuente ca auxiliar.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
 - Puesta a tierra.
 - Dispositivo de protección contra el rayo (pararrayos).
 - Reguladores.
 - Seguridad.
 - Aislamiento entre entrada y salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Número de fases.
 - Tensión (es) e intensidad (es) nominal (es).
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia.
 - Rango de frecuencia.
 - Factor de potencia.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
 - Número de fases.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia y distorsión armónica.
 - Tolerancia de tensión y frecuencia.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
 - Factor de potencia.
 - Equilibrio de fases.



Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.

3.8. INTERFAZ A LA RED.

Conecta eléctricamente la salida del inversor cc/ca y la red de distribución eléctrica. Posibilita al sistema de generación FV operar en paralelo con la red para así entregar o recibir energía eléctrica a o desde la red.

La interfaz a la red puede consistir, entre otros, de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidores de tensión ca/ca.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
 - Puesta a tierra.
 - Pararrayos.
 - Reguladores de tensión.
 - Relés.
 - Transformador de aislamiento.
- Sistemas de acoplo y desacoplo.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Número de fases.
 - Intensidad (es) y tensión (es) nominal (es).
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia.
 - Rango de frecuencia.
 - Factor de potencia.
 - Variaciones dinámicas.



- Condiciones de salida.
 - Número de fases.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia y distorsión armónica.
 - Tolerancia de tensión y frecuencia.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
 - Factor de potencia.
 - Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.

V.6.4. ENSAYOS EN MODULOS FOTOVOLTAICOS.

4.1. ENSAYO ULTRAVIOLETA.

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo cuando se expone a radiación ultravioleta (UV) se realizará según UNE-EN 61435:1999.

Ese ensayo será útil para evaluar la resistencia a la radiación UV de materiales tales como polímeros y capas protectoras.

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del módulo de resistir la exposición a la radiación ultravioleta (UV) entre 280 nm y 400 nm. Antes de realizar este ensayo se realizará el ensayo de envejecimiento por luz u otro ensayo de pre-acondicionamiento conforme a CEI 61215 o CEI 61646.

4.2. ENSAYO DE CORROSION POR NIEBLA SALINA.

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo FV a la corrosión por niebla salina se realizará según UNE-EN 61701:2000.



Este ensayo será útil para evaluar la compatibilidad de materiales, y la calidad y uniformidad de los recubrimientos protectores.

4.3. RESISTENCIA DE ENSAYO AL IMPACTO.

La susceptibilidad de un módulo a sufrir daños por un impacto accidental se realizará según UNE-EN 61721:2000.

V.6.5.- MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1. ESTUDIO Y PLANIFICACION PREVIA.

Para llevar a cabo un buen montaje será necesario subdividir esta fase en tres etapas principales:

- Diseño.
- Planificación.
- Realización.

El diseño del montaje es una tarea que deberá abordarse en la propia fase de diseño general de la instalación, no limitándose ésta al cálculo y dimensionado. En esta etapa deberá quedar completamente definido el conjunto de la instalación, contando siempre con el usuario o propietario de la misma, ya que será entonces cuando deberá tener lugar el planteamiento, el debate y toma de decisiones sobre aspectos prácticos como el control, la monitorización y el mantenimiento, los requisitos estéticos, el impacto visual, los riesgos de robo y actos vandálicos, etc.

Se realizará una instalación, en la medida de lo posible, integrada arquitectónicamente con el entorno.

Se tomarán las debidas precauciones y medidas de seguridad con el fin de evitar los actos vandálicos y el robo de los diferentes elementos de la instalación, en especial del sistema de generación. Si no resulta posible ubicar los paneles en lugares inaccesibles o de muy difícil acceso, a veces no quedará más remedio que diseñar el montaje de los mismos de forma que sea prácticamente imposible desmontarlos sin romperlos y, por lo tanto, hacerlos inservibles.

Entre las posibles medidas extremas que se podrán tomar, pueden citarse:



- Rodear los paneles con un marco o perfil angular de acero.
- Pegar los módulos al marco o perfiles de la estructura con una soldadura química (fría).
- Elevar artificialmente la altura de la estructura soporte.
- Efectuar soldaduras en puntos "estratégicos" como, por ejemplo, alrededor de las tuercas de sujeción, haciendo imposible su manipulación con herramientas comunes.

En cualquier caso, el recinto ocupado por la instalación fotovoltaica, cuando ésta no quede integrada en una edificación o dentro de los límites de una propiedad con acceso restringido, deberá delimitarse por barreras físicas que aunque no puedan evitar la presencia de personas ajenas, sí la dificulten, y sirvan para demarcar los límites de la propiedad privada (además de los de seguridad).

En cuanto a la planificación del montaje, el propósito principal de esta etapa será minimizar los posibles imprevistos que puedan surgir y asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento de plazos y presupuestos.

Será muy recomendable definir de antemano el momento, la secuencia y los tiempos previstos de operaciones, la gestión del personal montador, la gestión del material y de los recursos.

El instalador deberá considerar durante la planificación cómo y qué medida afectará el montaje de la instalación fotovoltaica a las personas ajenas a la misma, a su trabajo y a sus actividades. En este sentido, se deberá informar con la suficiente antelación sobre las operaciones que conlleven cortes de luz, ruido, polvo, obstrucción y/o ocupación de vías de paso (acceso de vehículos, pasillos, etc), utilización de espacios (habitaciones, despachos, etc), necesidad de presencia del propietario, etc.

Por último, la etapa de realización requerirá la utilización de planos, esquemas, manuales de instalación, instrucciones, etc, que especifiquen y faciliten las tareas de montaje. El objetivo de ello será doble: llevar a cabo las operaciones de forma correcta y eficiente, y evitar disconformidades por parte del propietario.



2. LA ESTRUCTURA SOPORTE.

Aunque en determinadas ocasiones es posible el montaje de paneles fotovoltaicos aprovechando un elemento arquitectónico existente, o incluso sustituyéndolo, en la generalidad de los casos dicha estructura se hará indispensable, ya que cumple un triple cometido:

- Actuar de almacén para conferir rigidez al conjunto de módulos, configurando la disposición y geometría del panel que sean adecuados en cada caso.
- Asegurar la correcta inclinación y orientación de los paneles, que serán en general distintas según el tipo de aplicación y la localización geográfica.
- Servir de elemento intermedio para la unión de los paneles y el suelo o elemento constructivo (tejado, pared, etc), que deberá soportar el peso y las fuerzas transmitidas por aquéllos, asegurando un anclaje firme y una estabilidad perfecta y permanente.

La estructura soporte de los paneles será un elemento auxiliar, por lo general metálico (acero galvanizado, aluminio o acero inoxidable). Se considerarán en todo caso las exigencias constructivas y estructurales del CTE, con el fin de garantizar la seguridad de la instalación.

Además del peso de los módulos y de la propia estructura, ésta se verá sometida a la sobrecarga producida por el viento, el cual producirá sobre los paneles una presión dinámica que puede ser muy grande. De ahí la importancia de asegurar perfectamente la robustez, no solamente de la propia estructura, sino también y muy especialmente, del anclaje de la misma.

Además de las fuerzas producidas por el viento, habrá que considerar otras posibles cargas como la de la nieve sobre los paneles.

En base a conseguir una minimización de los costes de instalación sin pérdida de calidad, en el diseño de las estructuras se debería tender a:

- Desarrollar kits de montaje universales.
- Minimizar el número total de piezas necesarias.
- Prever un sistema de ensamblaje sencillo para reducir los costes de mano



de obra.

- Utilizar, en lo posible, partes pre-ensambladas en taller o fábrica.
- Asegurar la máxima protección a los paneles contra el robo o vandalismo.

Preferentemente se realizarán estructuras de acero galvanizado, debiendo poseer un espesor de galvanizado de 120 micras o más, recomendándose incluso 200 micras. Dicho proceso de galvanizado en caliente consistirá en la inmersión de todos los perfiles y piezas que componen la estructura en un baño de zinc fundido. De esta forma, el zinc recubrirá perfectamente todas las hendiduras, bordes, ángulos, soldaduras, etc, penetrando en los pequeños resquicios y orificios del material que, en caso de usar otro método de recubrimiento superficial, quedarían desprotegidos y se convertirían en focos de corrosión.

Toda la tornillería utilizada será de acero inoxidable. Adicionalmente, y para prever los posibles efectos de los pares galvánicos entre paneles y estructura, sobre todo en ambientes fuertemente salinos, conviene instalar unos inhibidores de corrosión galvánica, para evitar la corrosión por par galvánico.

En el diseño de la estructura se deberá tener en cuenta la posibilidad de dilataciones y constricciones, evitando utilizar perfiles de excesiva longitud o interpuestos de forma que dificulten la libre dilatación, a fin de no crear tensiones mecánicas superficiales.

2.1. MONTAJE SOBRE SUELO.

Podrán utilizarse dos tipos de estructuras diferentes: las de único apoyo, en las que un poste metálico o mástil sostiene a los paneles y los soportes de entramado longitudinales (rastrales o racks).

También será utilizado el sistema de poste en el caso de estructuras dotadas de algún mecanismo de movimiento (sistemas de seguimiento solar) para conseguir que los paneles sigan lo mejor posible el curso del sol y obtener así una apreciable ganancia neta de energía en comparación con los sistemas estáticos. Este tipo de estructuras vendrán prefabricadas y con instrucciones de montaje muy precisas.



El proceso de montaje se podrá dividir en las siguientes etapas:

Preparación del terreno

La cimentación de la estructura, bien sea por medio de zapatas aisladas, peana corrida o losa, exigirá una excavación de profundidad suficiente, debiendo ser las dimensiones del hueco tanto mayores cuanto más blando sea el terreno.

El hueco será un paralelepípedo rectangular, es decir, sus caras laterales serán verticales y formando ángulos rectos, y la base quedarán perfectamente horizontal, limpiando y compactando si fuese necesario. Tendrá la orientación adecuada para que a su vez la estructura quede correctamente orientada, debiéndose tener esto muy presente antes de comenzar las excavaciones.

Preparación del hormigón

Si no se utiliza un hormigón preparado, que se vierta directamente desde el camión-hormigonera en los pozos, la labor de dosificación y preparación de los morteros y hormigones deberá encomendarse a un albañil con experiencia en estas tareas.

El cemento, que deberá ser de la categoría adecuada a la normativa vigente, se presenta frecuentemente en sacos de 50 kg, que en volumen ocupan aproximadamente unos 33 litros.

Eligiendo una dosificación volumétrica de cemento-arena-grava igual a 1:2:4, y teniendo en cuenta que el material sólido necesario para conseguir un m³ de hormigón ocupa 1450 l, se necesitarían:

- 205 litros de cemento.
- 415 litros de arena.
- 830 litros de grava.

En cuanto a la cantidad de agua a añadir, en teoría un hormigón es más resistente cuanto menos agua lleve, pero en la práctica, para que el mismo sea manejable y fácil de trabajar, se requerirán al menos 50 ó 55 litros de agua por cada dos sacos de cemento (100 kg).

Si, por ejemplo, se dispone de una hormigonera en obra que en



cada amasada puede proporcionar $1/4$ de m^3 de hormigón, se deberá llenar a razón de una palada de cemento por cada dos de arena y cuatro de grava (sin olvidar también el agua) hasta rebosar.

Si las cargas o la naturaleza del terreno lo requieren, puede ser aconsejable preparar también una primera capa de hormigón, llamada también de "limpieza", que será la que se vierta primero y que tendrá entre 10 cm y 20 cm de espesor, sobre la cual se podrá disponer horizontalmente una armadura o entramado reticulado de barras corrugadas que aumentarán la resistencia de la zapata.

Ejecución de la cimentación

Se podrán utilizar dos técnicas diferentes. La primera, y habitual, consistirá en, una vez realizada la excavación, encofrar para poder conformar la peana o base exterior, posicionar los pernos, mediante una plantilla a propósito o con listones de madera colocados a la distancia precisa y, habiendo comprobado que las posiciones de los pernos son las correctas, proceder con cuidado al vertido del hormigón, evitando que se mueva la plantilla y los pernos, y esperar a que éste fragüe.

La segunda consistirá en encofrar y hormigonar primero y, una vez fraguado el hormigón en todas las cimentaciones, marcar la situación de los orificios donde irán los pernos, mediante una plantilla que debe ser una réplica exacta de las bases de la estructura, y proceder al taladrado del hormigón con el diámetro y profundidad adecuados. A continuación se verterá sobre los orificios así dispuestos un mortero fino o un preparado comercial adecuado para lograr una buena adherencia, e inmediatamente se introducirán los pernos montados en su correspondiente plantilla. Estos deberán quedar perfectamente perpendiculares y, como en el caso anterior, sobresaliendo en la cantidad necesaria para tener en cuenta el grosor tanto de la chapa base de la estructura como de la capa de nivelación que, en su caso, fuese preciso efectuar.

Tanto en uno u otro caso será conveniente que los cables que transportan la energía eléctrica desde los paneles queden lo más ocultos y protegidos posible, para lo cual habrá que prever una canalización dentro de la propia zapata y una salida lateral en la misma. Esto se logrará introduciendo un tubo de diámetro adecuado en el agujero de la excavación antes de verter en éste el hormigón. Dicho tubo deberá sobresalir al menos medio metro en cada extremo. Si se utiliza una plantilla



con orificio central, uno de los extremos del tubo saldrá precisamente por dicho orificio. La plantilla quedará siempre a unos 5 cm, aproximadamente, sobre la superficie.

Es una buena práctica soldar los extremos inferiores de los espárragos a un perfil en L, a fin de aumentar la rigidez del conjunto.

Una vez haya fraguado el hormigón, hay que proceder a la operación de reglaje de la plantilla, que consistirá en asegurarse de que ésta queda perfectamente horizontal.

Actuando sobre las tuercas de nivelación, situadas inmediatamente debajo de la plantilla (conviene que lleven una arandela), se logrará que ésta quede perfectamente horizontal.

A continuación, y después de untar con aceite mineral la parte inferior de la plantilla a fin de evitar que se adhiera el mortero (llamado mortero de reglaje) que hay que introducir bajo la placa, se preparará una mezcla de cemento y arena que constituirá el mortero de alta resistencia que hay que introducir (aprovechando el agujero central de la plantilla) hasta rellenar perfectamente el hueco, de un 5 cm de altura, que debe existir entre la parte inferior de la plantilla y la superficie del hormigón.

Una vez vertido el mortero de reglaje y cuando rebose por los cuatro lados de la plantilla, se alisará con ayuda de la espátula sus zonas visibles, dejándolas con un ángulo de unos 45°.

Cuando el mortero haya fraguado, se retira la chapa de la plantilla, quedando así la cimentación lista para recibir a la estructura metálica.

Anclaje de la estructura

Es preferible que la mayoría de las operaciones puedan realizarse en taller (soldadura de perfiles, etc), aunque por otra parte el traslado de la estructura requerirá medios mecánicos de mayor envergadura.

Situada la estructura (o los pilares de la misma, según el método que se haya elegido) junto a las zapatas de apoyo ya preparadas, se montarán los pilares sobre las mismas, generalmente con ayuda de una grúa, encajando los espárragos en los correspondientes orificios de la base del pilar (que tendrá la misma geometría que la plantilla antes usada).



Una vez colocadas las arandelas, tuercas y contratueras, se procederá a su apriete, efectuando éste en dos pasadas, a fin de no crear tensiones desiguales.

En el caso de que la estructura lleve puesta a tierra (la cual se deberá haber previsto dejando un agujero para el conductor de tierra en la zapata elegida para ello), podrá usarse una pletina independiente que se habrá alojado en cualquiera de los pernos de anclaje y a la cual se conectará el conductor de tierra que llegará hasta el extremo superior de la pica.

Terminación de la estructura

Una vez anclada y asegurada, se completan aquellas partes de la estructura que todavía estuviesen sin montar, de acuerdo con las guías de montaje que siempre deberá proveer a tal efecto el suministrador de la estructura o el encargado de su diseño.

Será preferible que los módulos estén ya pre-ensamblados en grupos antes de ponerlos en la estructura.

2.2. MONTAJE SOBRE CUBIERTA.

Tanto la propia cubierta, bien sea ésta plana o inclinada, como el edificio o construcción al cual pertenezca deberán soportar sin problemas las sobrecargas que produzca la estructura de paneles.

Para el caso de cubiertas planas, y si la resistencia de la misma lo permite, una técnica apropiada será el anclaje de la estructura sobre una losa de hormigón con un peso suficiente para hacer frente a vientos fuertes (todo ello según CTE). La losa podrá, simplemente, descansar sobre la cubierta, sin necesidad de anclaje con la misma.

La segunda alternativa conlleva la perforación de la cubierta y el anclaje de las barras o perfiles metálicos de sustentación de la estructura a las vigas bajo cubierta. Particular cuidado habrá de ponerse en el sellado e impermeabilización de las zonas por donde se hayan efectuado los taladros.

3. ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.

Este apartado comprenderá las tareas de ubicación del campo



fotovoltaico, conexionado y ensamblado de los módulos, e izado y fijación de los paneles a la estructura.

3.1. UBICACION DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.

A la hora de ubicar el campo fotovoltaico se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Elegir un día soleado para la evaluación del emplazamiento.
- En el análisis de la orientación del campo fotovoltaico, manejar una buena brújula (profesional), situarse en un lugar al aire libre y no apoyarla sobre ningún objeto que pueda alterar la indicación de la misma.
- La brújula servirá para precisar, no para determinar. El deberá tener sentido de la orientación, lo que no resultará complicado en un día soleado y conociendo la hora.
- Una vez conocidas las dimensiones de la estructura, será conveniente delimitar y señalizar el perímetro de la misma, lo que facilitará su posterior montaje. Si la estructura se va a colocar próxima a un lugar accesible o susceptible de alguna modificación, será conveniente informar al propietario sobre el espacio que deberá quedar libre de obstáculos que puedan proyectar sombras sobre los paneles.
- Generalmente habrá más de una ubicación posible y adecuada. En estos casos deberá considerarse los aspectos ya mencionados de integración, accesibilidad, etc.

3.2. CONEXIONADO Y ENSAMBLADO DE LOS MODULOS.

Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una o dos cajas de conexiones, donde estarán accesibles los terminales positivo y negativo. Estas cajas dispondrán de unos orificios diseñados para admitir tanto prensaestopas (prensacables), como tubo protector para cables. Se podrán utilizar kits de conexión, compuestos de tubo no metálico flexible con prensaestopas en ambos extremos y ya listos para adaptarse a las cajas de conexión de sus módulos.

Los prensaestopas tendrán doble finalidad, por un lado asegurar que se mantiene la estanquidad en el orificio de la caja, y por otro servir como sujeción del cable, evitando así que cualquier posible esfuerzo se transmita directamente sobre las conexiones del interior. En el caso de utilizar tubo protector, este segundo aspecto quedará asegurado.

Los prensaestopas serán adecuados para la sección del cable a



utilizar.

Aunque las cajas de conexiones tengan el grado de protección adecuado (aptas para la intemperie), será una buena práctica sellar todas las juntas y orificios con algún tipo de cinta, o sustancia especial para esta función.

Cuando exista una configuración serie-paralelo de cierta complejidad, el montaje de los módulos requerirá el manejo de un plano o esquema donde se refleje dicha configuración, con el fin de no cometer errores y facilitar la tarea de interconexión.

La secuencia de operaciones a seguir durante el montaje de los módulos dependerá en gran medida de las características de la estructura soporte. Cuando se permite con facilidad el acceso a la parte trasera de los módulos, el conexionado de los mismos podrá realizarse una vez fijados éstos a la estructura. En caso contrario, el conexionado será previo a su fijación en la estructura.

Durante el conexionado de los módulos deberá tenerse en cuenta la presencia de tensión en sus terminales cuando incide la radiación solar sobre ellos, por lo tanto, durante su manipulación, se recomienda cubrir completamente los módulos con un material opaco.

3.3. IZADO Y FIJACION DE LOS PANELES A LA ESTRUCTURA.

Si no es posible colocar la estructura en su posición definitiva habiendo montado ya previamente en aquella los paneles, éstos se agruparán para ser izados (generalmente mediante medios mecánicos), hasta el lugar donde vayan a ser instalados.

Esta operación puede ser delicada, tanto para los paneles como para las personas, por ello convendrá proteger los paneles para evitar golpes accidentales durante las maniobras y adoptar las medidas de seguridad personal adecuadas.

Para la fijación de los módulos a la estructura, o al bastidor que conforma el panel, se utilizarán únicamente los taladros que ya existan de fábrica en el marco de los mismos. Nunca se deberán hacer nuevos taladros en dicho marco, pues se correría el riesgo de dañar el módulo y el orificio practicado carecería del tratamiento superficial al que el fabricante ha sometido el marco. Si son necesarios, los taladros se



efectuarán en una pieza adicional que se interpondrá entre los módulos y el cuerpo principal de la estructura. Toda la tornillería será de acero inoxidable, observando siempre las indicaciones facilitadas por el fabricante.

4. INSTALACION DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES.

Según UNE-EN 61173:1998 se podrán adoptar cualesquiera de los tres métodos siguientes:

- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc).
- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc) y del sistema. La puesta a tierra del sistema se consigue conectando un conductor eléctrico en tensión a la tierra del equipo, y puede ser importante porque puede servir para estabilizar la tensión del sistema respecto a tierra durante la operación normal del sistema; también puede mejorar la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes en caso de fallo.
- Punto central del sistema y equipos electrónicos conectados a una tierra común.

Si se utiliza el sistema de puesta a tierra, uno de los conductores del sistema bifásico o el neutro en un sistema trifásico deberá sólidamente conectado a tierra de acuerdo a lo siguiente:

- La conexión a tierra del circuito de corriente continua puede hacerse en un punto único cualquiera del circuito de salida del campo FV. Sin embargo, un punto de conexión a tierra tan cerca como sea posible de los módulos FV y antes que cualquier otro elemento, tal como interruptores, fusibles y diodos de protección, protegerá mejor el sistema contra las sobretensiones producidas por rayos.
- La tierra de los sistemas o de los equipos no debería ser interrumpida cuando se desmonte un módulo del campo.
- Es conveniente utilizar el mismo electrodo de tierra para la puesta a tierra del circuito de CC y la puesta a tierra de los equipos. Dos o más electrodos conectados entre sí serán considerados como un único electrodo para



este fin. Además, es conveniente que esta puesta a tierra sea conectada al neutro de la red principal, si existe. Todas las tierras de los sistemas de CC y CA deberían ser comunes.

Caso de no utilizar un sistema de puesta a tierra para reducir las sobretensiones, se deberá emplear cualesquiera de los siguientes métodos (según UNE-EN 61173:1998) :

- Métodos equipotenciales (cableado).
- Blindaje.
- Interceptación de las ondas de choque.
- Dispositivos de protección.

5. MONTAJE DE LA BATERIA DE ACUMULADORES.

El transporte y manipulación de baterías pesadas requerirá el empleo de medios materiales y técnicos adecuados para dichas tareas.

El lugar donde se alojen los acumuladores deberá tener unas características muy concretas:

- Seco, fresco y protegido de la intemperie.
- Provisto de ventilación adecuada.
- Suficientemente alejado de aparatos que puedan provocar chispas o llamas.
- De acceso restringido.
- Con las señalizaciones pertinentes: peligro eléctrico, prohibido fumar, material corrosivo, etc.

Cuando se coloquen en un local, las baterías deberán estar aisladas eléctricamente del suelo por medio de una estructura (bancada) que suele ser de madera o metálica y resistente al ácido. La superficie del local deberá soportar, de forma estable, el elevado peso que puede llegar a tener todo el sistema (bancada y baterías), y la colocación de las baterías sobre la bancada deberá realizarse de forma que no tengan lugar situaciones inestables en la misma (debido a la mala distribución de la carga) que provoquen la caída de las baterías. Esta colocación deberá llevarse a cabo teniendo en cuenta en interconexionado final, de modo que la situación relativa de los distintos bornes deberá respetar su diseño.

Deberá realizarse un conexionado de baterías de tal forma que la corriente se distribuya por igual en todas ellas, evitando caminos



preferentes para la corriente (el conexionado tipo "cruzada" será adecuado). Otra práctica recomendada es el empleo del cableado de igualación, consistente en conectar los bornes de las baterías situadas en filas en paralelo que deberían tener la misma tensión.

Se deberá proteger el conjunto de la conexión cable-terminal-borne con una cubierta protectora que impida el contacto humano accidental con partes activas (bajo tensión) y los contactos accidentales entre bornes causados por útiles mecánicos y otros cables.

En cuanto a los cables de interconexión de baterías, deberá evitarse que su conexión con los bornes suponga un esfuerzo o tensión que provoque su movimiento en caso de desconexión accidental o intencionada. Será, pues, necesario que antes de la conexión el cable pueda adoptar de forma estable la posición que tendrá una vez conectado.

6. MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.

Para el montaje de los componentes específicos como reguladores, inversores, etc, se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Respecto al tendido de líneas, a veces será preciso sacrificar la elección del camino o recorrido ideal del cableado para salvar dificultades u obstáculos que supondrían un riesgo o encarecimiento de la mano de obra de la instalación. Se recomienda el uso de un lubricante en gel para el tendido de cables bajo tubo.

Se deberán identificar adecuadamente todos los elementos de desconexión de la instalación, así como utilizar uniformemente el color de los cables de igual polaridad (incluidos los del campo fotovoltaico). El color rojo se suele reservar para el polo positivo y el negro para el polo negativo.

V.6..6.- MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1. GENERALIDADES.

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos de tres años.



El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los fabricantes.

2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

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

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

El plan de mantenimiento preventivo engloba las operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deberán permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El plan de mantenimiento correctivo engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil. Incluirá:

- La visita a la instalación en los plazos siguientes:
 - Aislada de red: 48 horas si la instalación no funciona o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
 - Conectada a red: 1 semana ante cualquier incidencia y resolución de la avería en un plazo máximo de 15 días.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.



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

En instalaciones aisladas de red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

En instalaciones conectadas a red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en instalaciones de potencia inferior a 5 kWp y semestral para el resto, en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original y verificación del estados de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se



refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

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

Jaén, Junio de 2.015

D. José Álvaro López Díaz.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA CENTRO COMERCIAL.

Autor: D. José Álvaro López Díaz.
Asignatura: Proyecto Fin de Grado.
Tutor: D. Pedro J. García Molina
Fecha: Junio 2.015

VI.- PRESUPUESTO.

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 MEDIA TENSION									
SUBCAPÍTULO 01.01 LINEA MEDIA TENSIÓN									
01.01.01	ML RED M.T. 3x240mm ² , 18/30 kV								
	ml.- Línea subterránea de M.T. , formada por conductores de sección 3(1x240)mm ² , AL 18/30 kV E.P.R.								
	ENTRONQUE - CT1	302				302,00			
	CT1-CT2	195				195,00			
	CT2-CT3	169				169,00			
	CT3-CT4	15				15,00			
	CT4-CT5	115				115,00			
	CT5-CT6	118				118,00			
	CT6-CT7	28				28,00			
	CT7-CT8	260				260,00			
	CT8-ENTRONQUE 2	218				218,00			
	.								
							1.420,00	40,36	57.311,20
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 LINEA MEDIA TENSIÓN.....									57.311,20
SUBCAPÍTULO 01.02 CT1									
01.02.01	UD C.T. PREFABRICADO PFU-4								
	Ud.-Centro de Transformación prefabricado tipo PFU-4 o similar, formado por placas de hormigón con juntas de neopreno, unidas entre si mediante tornillos. Las puertas y persianas son de acero galvanizado de 2 mm pintadas. Las dimensiones útiles son: 4.280 x 2.380 x 3.045 .								
		1				1,00			
							1,00	7.080,80	7.080,80
01.02.02	UD P.A.T HERRAJES C.T.								
	"Ud.- Sistema de Puesta a tierra de protección , según sistema N°7 de J.M.C , formado por 8 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ; con conductor de Cu desnudo de 50 mm ² de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex", incluido soldaduras aluminotermicas y p./p. de pequeño material.								
		1				1,00			
							1,00	281,93	281,93
01.02.03	UD P.A.T. NEUTRO TRAFO								
	Ud.- Puesta a Tierra del Neutro del Transformador, formada por 4 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ;con una separación de 50 cm; unidas entre ellas con conductor de Cu desnudo de 50 mm ² de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex								
		1				1,00			
							1,00	157,55	157,55
01.02.04	UD CELDA LINEA ORM. CML-24								
	Ud.-Celda de línea Ormazabal tipo CML (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/ Seccionador de tres posiciones ,bornas para conductor 240mm ² 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión.								
		2				2,00			
							2,00	3.296,90	6.593,80

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.02.05	UD CELDA PROTECCION ORM CMP-24 Ud.-Celda de protección Ormazabal tipo CMP (Hexafluoruro con Ruptofusibles) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionador de tres posiciones , bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión, incluso fusibles A.P.R. 63 A	1				1,00			
							1,00	3.676,39	3.676,39
01.02.06	UD INTERCONEXION A.T 20 KV Ud.- Interconexión con Transformador con cables de Aislamiento en seco 12/20 kV, 3x (1x95) mm2 Al, incluso Kit terminal Interior retráctil en frío y terminales cilindricos de conexión por presión para Aluminio de 95 mm2.	1				1,00			
							1,00	968,00	968,00
01.02.07	UD TRAFO 630 KVA , 20 kV/ 420-242 V Ud.- Transformador de Potencia 630 kVA con tensión primaria de 20 kV y secundaria de 420 / 242 V , construido según recomendaciones UNESA 5201-D.	1				1,00			
							1,00	8.606,36	8.606,36
01.02.08	UD DESCARGA B.T. 3(3x240)+0(2x240) "Ud.- Descarga del Transformador a Cuadro de Baja tensión formada por conductor Al ; 0,6/1kV 3x(3x240) + 0(2x240)mm2."	1				1,00			
							1,00	301,92	301,92
01.02.09	UD CUADRO 4 SALIDAS B.T. Ud.- Cuadro de Baja Tensión para 4 salidas de 400 A, con 12 Portafusibles unipolares de 400 A , incluso P.P de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	1.556,49	1.556,49
01.02.11	M2 GOMA AISLANTE PIRELLI m2.- Goma Aislante tipo Pirelli ,negra a circulos con un espesor de 6 mm y una resistencia de 1012 Ohmios por placa de 30 cm2.	8				8,00			
							8,00	38,46	307,68
01.02.12	UD KIT S.O.S "Ud.- Kit elementos de Primeros Auxilios , incluye placa de peligro de muerte, banqueta aislante, insuflador, Guantes de A.T. y cuadro de primeros auxilios."	1				1,00			
							1,00	235,53	235,53
01.02.13	UD EXTINTOR+PERTIGA Extintor CO2 y pertiga 36 kV homologada para trabajos en M.T, incluso fijación del extintor a una altura h<1,70 m , y p.p. de accesorios.	1				1,00			
							1,00	218,22	218,22

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.02.14	UD INSTALACION ELECTRICA Instalación Eléctrica Interior del C.T compuesto por la colocación de 2 pantallas estancas 2x36 W, una toma de corriente Schuko16 A,y un equipo autonomo de emergencia de 60 Lum/1 h; en montaje superficial bajo tubo PVC, con P.P de accesorios."	1				1,00			
							1,00	185,99	185,99
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 CT1.....									30.170,66
SUBCAPÍTULO 01.03 CT2									
01.03.01	UD P.A.T HERRAJES C.T. "Ud.- Sistema de Puesta a tierra de protección , según sistema N°7 de J.M.C , formado por 8 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ; con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex", incluido soldaduras aluminotermicas y p.p. de pequeño material.	1				1,00			
							1,00	281,93	281,93
01.03.02	UD P.A.T. NEUTRO TRAF0 Ud.- Puesta a Tierra del Neutro del Transformador, formada por 4 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ;con una separación de 50 cm; unidas entre ellas con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex	1				1,00			
							1,00	157,55	157,55
01.03.03	UD CELDA LINEA ORM. CML-24 Ud.-Celda de línea Ormazabal tipo CML (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/ Seccionadorde tres posiciones ,bomas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión.	2				2,00			
							2,00	3.296,90	6.593,80
01.03.04	UD CELDA INT. PASANTE ORM 24 kV Ud.-Celda de Interruptor Pasante Ormazabal tipo CMIP (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionador de dos posiciones ,incluso p.p. de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	2.704,55	2.704,55
01.03.05	UD CELDA INT.AUT. ORM 24 kV Ud.- Celda de protección general con interruptor automatico de corte en SF6, con aislamiento 24 kV / 400 A / 16 kA , incluso toroidales y relé de protección RPGM-3111 de Ormazabal.	1				1,00			
							1,00	9.015,18	9.015,18
01.03.06	UD CELDA MEDIDA ORM.24 kV Ud.- Celda de medida en A.T. 24 kV , de Ormazabal , conteniendo en su interior debidamente montados 3 Transformadores de Intensidad doble relación X-Y/5 A y 3 Transformadores de Tensión simple relación , incluso p.p. de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	5.859,87	5.859,87

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.03.07	UD INTERCONEXION A.T 20 KV Ud.- Interconexión con Transformador con cables de Aislamiento en seco 12/20 kV, 3x (1x95) mm ² Al, incluso Kit terminal Interior retráctil en frío y terminales cilíndricos de conexión por presión para Aluminio de 95 mm ² .	1				1,00			
							1,00	968,00	968,00
01.03.08	UD TRAF0 1000 KVA, 20 kV/ 420-242 V Ud.- Transformador de Potencia 1.000 kVA con tensión primaria de 20 kV y secundaria de 420 / 242 V , construido según recomendaciones UNESA 5201-D.	1				1,00			
							1,00	8.113,66	8.113,66
01.03.09	UD DESCARGA B.T. 3(4x240)+0(2x240) "Ud.- Descarga del Transformador a Cuadro de Baja tensión formada por conductor Al ; 0,6/1kV 3x(4x240) + 0(2x240)mm ² ."	1				1,00			
							1,00	349,78	349,78
01.03.12	M2 GOMA AISLANTE PIRELLI m2.- Goma Aislante tipo Pirelli ,negra a circulos con un espesor de 6 mm y una resistencia de 1012 Ohmios por placa de 30 cm ² .	8				8,00			
							8,00	38,46	307,68
01.03.13	UD KIT S.O.S "Ud.- Kit elementos de Primeros Auxilios , incluye placa de peligro de muerte, banqueta aislante, insuflador, Guantes de A.T. y cuadro de primeros auxilios."	1				1,00			
							1,00	235,53	235,53
01.03.14	UD EXTINTOR+PERTIGA Extintor CO2 y pertiga 36 kV homologada para trabajos en M.T, incluso fijación del extintor a una altura h<1,70 m , y p.p. de accesorios.	1				1,00			
							1,00	218,22	218,22
01.03.15	UD INSTALACION ELECTRICA Instalación Eléctrica Interior del C.T compuesto por la colocación de 2 pantallas estancas 2x36 W, una toma de corriente Schuko16 A,y un equipo autonomo de emergencia de 60 Lum/1 h; en montaje superficial bajo tubo PVC, con P.P de accesorios."	1				1,00			
							1,00	185,99	185,99
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 CT2.....									34.991,74

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.04 CT3									
01.04.01	UD P.A.T HERRAJES C.T. "Ud.- Sistema de Puesta a tierra de protección , según sistema N°7 de J.M.C , formado por 8 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ; con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex", incluido soldaduras aluminotermicas y p.p. de pequeño material.	1				1,00			
							1,00	281,93	281,93
01.04.02	UD P.A.T. NEUTRO TRAFIO Ud.- Puesta a Tierra del Neutro del Transformador, formada por 4 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ;con una separación de 50 cm; unidas entre ellas con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex	1				1,00			
							1,00	157,55	157,55
01.04.03	UD CELDA LINEA ORM. CML-24 Ud.-Celda de línea Ormazabal tipo CML (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/ Seccionadorde tres posiciones ,bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión.	2				2,00			
							2,00	3.296,90	6.593,80
01.04.04	UD CELDA INT. PASANTE ORM 24 kV Ud.-Celda de Interruptor Pasante Ormazabal tipo CMIP (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionador de dos posiciones ,incluso p.p. de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	2.704,55	2.704,55
01.04.05	UD CELDA PROTECCION ORM CMP-24 Ud.-Celda de protección Ormazabal tipo CMP (Hexafluoruro con Ruptofusibles) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionadorde tres posiciones , bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión, incluso fusibles A.P.R. 63 A	1				1,00			
							1,00	3.676,39	3.676,39
01.04.06	UD RELE PARA CELDAS CMP-F Ud.- Relé de protección RPTA de Ormazabal, para celdas de protección por ruptofusibles , incluso bobina de disparo y toroidales.	1				1,00			
							1,00	1.622,73	1.622,73
01.04.07	UD CELDA MEDIDA ORM.24 kV Ud.- Celda de medida en A.T. 24 kV , de Ormazabal , conteniendo en su interior debidamente montados 3 Transformadores de Intensidad doble relación X-Y/5 A y 3 Transformadores de Tensión simple relación , incluso p.p. de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	5.859,87	5.859,87

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04.08	UD INTERCONEXION A.T 20 KV Ud.- Interconexión con Transformador con cables de Aislamiento en seco 12/20 kV, 3x (1x95) mm ² Al, incluso Kit terminal Interior retráctil en frío y terminales cilíndricos de conexión por presión para Aluminio de 95 mm ² .	1				1,00			
							1,00	968,00	968,00
01.04.09	UD TRAFO 630 KVA , 20 kV/ 420-242 V Ud.- Transformador de Potencia 630 kVA con tensión primaria de 20 kV y secundaria de 420 / 242 V , construido según recomendaciones UNESA 5201-D.	1				1,00			
							1,00	8.606,36	8.606,36
01.04.10	UD DESCARGA B.T. 3(3x240)+0(2x240) "Ud.- Descarga del Transformador a Cuadro de Baja tensión formada por conductor Al ; 0,6/1kV 3x(3x240) + 0(2x240)mm ² ."	1				1,00			
							1,00	301,92	301,92
01.04.13	M2 GOMA AISLANTE PIRELLI m2.- Goma Aislante tipo Pirelli ,negra a circulos con un espesor de 6 mm y una resistencia de 1012 Ohmios por placa de 30 cm ² .	8				8,00			
							8,00	38,46	307,68
01.04.14	UD KIT S.O.S "Ud.- Kit elementos de Primeros Auxilios , incluye placa de peligro de muerte, banqueta aislante, insuflador, Guantes de A.T. y cuadro de primeros auxilios."	1				1,00			
							1,00	235,53	235,53
01.04.15	UD EXTINTOR+PERTIGA Extintor CO2 y pertiga 36 kV homologada para trabajos en M.T, incluso fijación del extintor a una altura h<1,70 m , y p.p. de accesorios.	1				1,00			
							1,00	218,22	218,22
01.04.16	UD INSTALACION ELECTRICA Instalación Eléctrica Interior del C.T compuesto por la colocación de 2 pantallas estancas 2x36 W, una toma de corriente Schuko16 A,y un equipo autonomo de emergencia de 60 Lum/1 h; en montaje superficial bajo tubo PVC, con P.P de accesorios."	1				1,00			
							1,00	185,99	185,99
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 CT3.....									31.720,52

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.05 CT4									
01.05.01	UD P.A.T HERRAJES C.T. "Ud.- Sistema de Puesta a tierra de protección , según sistema N°7 de J.M.C , formado por 8 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ; con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex", incluido soldaduras aluminotermicas y p.p. de pequeño material.	1				1,00			
							1,00	281,93	281,93
01.05.02	UD P.A.T. NEUTRO TRAFIO Ud.- Puesta a Tierra del Neutro del Transformador, formada por 4 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ;con una separación de 50 cm; unidas entre ellas con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex	1				1,00			
							1,00	157,55	157,55
01.05.03	UD CELDA LINEA ORM. CML-24 Ud.-Celda de línea Ormazabal tipo CML (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/ Seccionadorde tres posiciones ,bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión.	2				2,00			
							2,00	3.296,90	6.593,80
01.05.04	UD CELDA INT. PASANTE ORM 24 kV Ud.-Celda de Interruptor Pasante Ormazabal tipo CMIP (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionador de dos posiciones ,incluso p.p. de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	2.704,55	2.704,55
01.05.05	UD CELDA PROTECCION ORM CMP-24 Ud.-Celda de protección Ormazabal tipo CMP (Hexafluoruro con Ruptofusibles) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionadorde tres posiciones , bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión, incluso fusibles A.P.R. 63 A	1				1,00			
							1,00	3.676,39	3.676,39
01.05.06	UD RELE PARA CELDAS CMP-F Ud.- Relé de protección RPTA de Ormazabal, para celdas de protección por ruptofusibles , incluso bobina de disparo y toroidales.	1				1,00			
							1,00	1.622,73	1.622,73
01.05.07	UD CELDA MEDIDA ORM.24 kV Ud.- Celda de medida en A.T. 24 kV , de Ormazabal , conteniendo en su interior debidamente montados 3 Transformadores de Intensidad doble relación X-Y/5 A y 3 Transformadores de Tensión simple relación , incluso p.p. de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	5.859,87	5.859,87

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.05.08	UD INTERCONEXION A.T 20 KV Ud.- Interconexión con Transformador con cables de Aislamiento en seco 12/20 kV, 3x (1x95) mm ² Al, incluso Kit terminal Interior retráctil en frío y terminales cilíndricos de conexión por presión para Aluminio de 95 mm ² .	1				1,00			
							1,00	968,00	968,00
01.05.09	UD TRAFO 400 KVA , 20 kV/ 420-242 V Ud.- Transformador de Potencia 400 kVA con tensión primaria de 20 kV y secundaria de 420 / 242 V , construido según recomendaciones UNESA 5201-D.	1				1,00			
							1,00	4.531,50	4.531,50
01.05.10	UD DESCARGA B.T. 3(2x240)+0(1x240) "Ud.- Descarga del Transformador a Cuadro de Baja tensión formada por conductor Al ; 0,6/1kV 3x(2x240) + 0(1x240)mm ² ."	1				1,00			
							1,00	238,11	238,11
01.05.13	M2 GOMA AISLANTE PIRELLI m2.- Goma Aislante tipo Pirelli ,negra a circulos con un espesor de 6 mm y una resistencia de 1012 Ohmios por placa de 30 cm ² .	8				8,00			
							8,00	38,46	307,68
01.05.14	UD KIT S.O.S "Ud.- Kit elementos de Primeros Auxilios , incluye placa de peligro de muerte, banqueta aislante, insuflador, Guantes de A.T. y cuadro de primeros auxilios."	1				1,00			
							1,00	235,53	235,53
01.05.15	UD EXTINTOR+PERTIGA Extintor CO2 y pertiga 36 kV homologada para trabajos en M.T, incluso fijación del extintor a una altura h<1,70 m , y p.p. de accesorios.	1				1,00			
							1,00	218,22	218,22
01.05.16	UD INSTALACION ELECTRICA Instalación Eléctrica Interior del C.T compuesto por la colocación de 2 pantallas estancas 2x36 W, una toma de corriente Schuko16 A,y un equipo autonomo de emergencia de 60 Lum/1 h; en montaje superficial bajo tubo PVC, con P.P de accesorios."	1				1,00			
							1,00	185,99	185,99
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 CT4.....									27.581,85

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.06 CT5									
01.06.01	UD P.A.T HERRAJES C.T. "Ud.- Sistema de Puesta a tierra de protección , según sistema N°7 de J.M.C , formado por 8 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ; con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex", incluido soldaduras aluminotermicas y p.p. de pequeño material.	1				1,00			
							1,00	281,93	281,93
01.06.02	UD P.A.T. NEUTRO TRAFIO Ud.- Puesta a Tierra del Neutro del Transformador, formada por 4 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ;con una separación de 50 cm; unidas entre ellas con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex	1				1,00			
							1,00	157,55	157,55
01.06.03	UD CELDA LINEA ORM. CML-24 Ud.-Celda de línea Ormazabal tipo CML (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/ Seccionadorde tres posiciones ,bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión.	2				2,00			
							2,00	3.296,90	6.593,80
01.06.04	UD CELDA INT. PASANTE ORM 24 kV Ud.-Celda de Interruptor Pasante Ormazabal tipo CMIP (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionador de dos posiciones ,incluso p.p. de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	2.704,55	2.704,55
01.06.05	UD CELDA PROTECCION ORM CMP-24 Ud.-Celda de protección Ormazabal tipo CMP (Hexafluoruro con Ruptofusibles) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionadorde tres posiciones , bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión, incluso fusibles A.P.R. 63 A	1				1,00			
							1,00	3.676,39	3.676,39
01.06.06	UD RELE PARA CELDAS CMP-F Ud.- Relé de protección RPTA de Ormazabal, para celdas de protección por ruptofusibles , incluso bobina de disparo y toroidales.	1				1,00			
							1,00	1.622,73	1.622,73
01.06.07	UD CELDA MEDIDA ORM.24 kV Ud.- Celda de medida en A.T. 24 kV , de Ormazabal , conteniendo en su interior debidamente montados 3 Transformadores de Intensidad doble relación X-Y/5 A y 3 Transformadores de Tensión simple relación , incluso p.p. de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	5.859,87	5.859,87

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.06.08	UD INTERCONEXION A.T 20 KV Ud.- Interconexión con Transformador con cables de Aislamiento en seco 12/20 kV, 3x (1x95) mm ² Al, incluso Kit terminal Interior retráctil en frío y terminales cilíndricos de conexión por presión para Aluminio de 95 mm ² .	1				1,00			
							1,00	968,00	968,00
01.06.09	UD TRAFO 400 KVA , 20 kV/ 420-242 V Ud.- Transformador de Potencia 400 kVA con tensión primaria de 20 kV y secundaria de 420 / 242 V , construido según recomendaciones UNESA 5201-D.	1				1,00			
							1,00	4.531,50	4.531,50
01.06.10	UD DESCARGA B.T. 3(2x240)+0(1x240) "Ud.- Descarga del Transformador a Cuadro de Baja tensión formada por conductor Al ; 0,6/1kV 3x(2x240) + 0(1x240)mm ² ."	1				1,00			
							1,00	238,11	238,11
01.06.13	M2 GOMA AISLANTE PIRELLI m2.- Goma Aislante tipo Pirelli ,negra a circulos con un espesor de 6 mm y una resistencia de 1012 Ohmios por placa de 30 cm ² .	8				8,00			
							8,00	38,46	307,68
01.06.14	UD KIT S.O.S "Ud.- Kit elementos de Primeros Auxilios , incluye placa de peligro de muerte, banqueta aislante, insuflador, Guantes de A.T. y cuadro de primeros auxilios."	1				1,00			
							1,00	235,53	235,53
01.06.15	UD EXTINTOR+PERTIGA Extintor CO2 y pertiga 36 kV homologada para trabajos en M.T, incluso fijación del extintor a una altura h<1,70 m , y p.p. de accesorios.	1				1,00			
							1,00	218,22	218,22
01.06.16	UD INSTALACION ELECTRICA Instalación Eléctrica Interior del C.T compuesto por la colocación de 2 pantallas estancas 2x36 W, una toma de corriente Schuko16 A,y un equipo autonomo de emergencia de 60 Lum/1 h; en montaje superficial bajo tubo PVC, con P.P de accesorios."	1				1,00			
							1,00	185,99	185,99
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.06 CT5.....									27.581,85

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.07 CT6									
01.07.01	UD P.A.T HERRAJES C.T. "Ud.- Sistema de Puesta a tierra de protección , según sistema N°7 de J.M.C , formado por 8 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ; con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex", incluido soldaduras aluminotermicas y p./p. de pequeño material.	1				1,00			
							1,00	281,93	281,93
01.07.02	UD P.A.T. NEUTRO TRAF0 Ud.- Puesta a Tierra del Neutro del Transformador, formada por 4 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ;con una separación de 50 cm; unidas entre ellas con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex	1				1,00			
							1,00	157,55	157,55
01.07.03	UD CELDA LINEA ORM. CML-24 Ud.-Celda de línea Ormazabal tipo CML (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/ Seccionadorde tres posiciones ,bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión.	2				2,00			
							2,00	3.296,90	6.593,80
01.07.04	UD CELDA PROTECCION ORM CMP-24 Ud.-Celda de protección Ormazabal tipo CMP (Hexafluoruro con Ruptofusibles) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionadorde tres posiciones , bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión, incluso fusibles A.P.R. 63 A	1				1,00			
							1,00	3.676,39	3.676,39
01.07.05	UD INTERCONEXION A.T 20 KV Ud.- Interconexión con Transformador con cables de Aislamiento en seco 12/20 kV, 3x (1x95) mm2 Al, incluso Kit terminal Interior retráctil en frío y terminales cilindricos de conexión por presión para Aluminio de 95 mm2.	1				1,00			
							1,00	968,00	968,00
01.07.06	UD TRAF0 630 KVA , 20 kV/ 420-242 V Ud.- Transformador de Potencia 630 kVA con tensión primaria de 20 kV y secundaria de 420 / 242 V , construido según recomendaciones UNESA 5201-D.	1				1,00			
							1,00	8.606,36	8.606,36
01.07.07	UD DESCARGA B.T. 3(3x240)+0(2x240) "Ud.- Descarga del Transformador a Cuadro de Baja tensión formada por conductor Al ; 0,6/1kV 3x(3x240) + 0(2x240)mm2."	1				1,00			
							1,00	301,92	301,92
01.07.08	UD CUADRO 4 SALIDAS B.T. Ud.- Cuadro de Baja Tensión para 4 salidas de 400 A, con 12 Portafusibles unipolares de 400 A , incluso P.P de accesorios y conexiones.								

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1				1,00			
							1,00	1.556,49	1.556,49
01.07.10	M2 GOMA AISLANTE PIRELLI m2.- Goma Aislante tipo Pirelli ,negra a circulos con un espesor de 6 mm y una resistencia de 1012 Ohmios por placa de 30 cm2.	8				8,00			
							8,00	38,46	307,68
01.07.11	UD KIT S.O.S "Ud.- Kit elementos de Primeros Auxilios , incluye placa de peligro de muerte, banqueta aislante, insuflador, Guantes de A.T. y cuadro de primeros auxilios."	1				1,00			
							1,00	235,53	235,53
01.07.12	UD EXTINTOR+PERTIGA Extintor CO2 y pertiga 36 kV homologada para trabajos en M.T, incluso fijación del extintor a una altura h<1,70 m , y p.p. de accesorios.	1				1,00			
							1,00	218,22	218,22
01.07.13	UD INSTALACION ELECTRICA Instalación Eléctrica Interior del C.T compuesto por la colocación de 2 pantallas estancas 2x36 W, una toma de corriente Schuko16 A,y un equipo autonomo de emergencia de 60 Lum/1 h; en montaje superficial bajo tubo PVC, con P.P de accesorios."	1				1,00			
							1,00	185,99	185,99
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.07 CT6.....									23.089,86
SUBCAPÍTULO 01.08 CT7									
01.08.01	UD P.A.T HERRAJES C.T. "Ud.- Sistema de Puesta a tierra de protección , según sistema N°7 de J.M.C , formado por 8 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ; con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex", incluido soldaduras aluminotermicas y p./p. de pequeño material.	1				1,00			
							1,00	281,93	281,93
01.08.02	UD P.A.T. NEUTRO TRAFO Ud.- Puesta a Tierra del Neutro del Transformador, formada por 4 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ;con una separación de 50 cm; unidas entre ellas con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex	1				1,00			
							1,00	157,55	157,55
01.08.03	UD CELDA LINEA ORM. CML-24 Ud.-Celda de línea Ormazabal tipo CML (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/ Seccionadorde tres posiciones ,bomas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión.	2				2,00			
							2,00	3.296,90	6.593,80

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.08.04	UD CELDA INT. PASANTE ORM 24 kV Ud.-Celda de Interruptor Pasante Ormazabal tipo CMIP (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionador de dos posiciones ,incluso p.p. de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	2.704,55	2.704,55
01.08.05	UD CELDA PROTECCION ORM CMP-24 Ud.-Celda de protección Ormazabal tipo CMP (Hexafluoruro con Ruptofusibles) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionador de tres posiciones , bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión, incluso fusibles A.P.R. 63 A	1				1,00			
							1,00	3.676,39	3.676,39
01.08.06	UD RELE PARA CELDAS CMP-F Ud.- Relé de protección RPTA de Ormazabal, para celdas de protección por ruptofusibles , incluso bobina de disparo y toroidales.	1				1,00			
							1,00	1.622,73	1.622,73
01.08.07	UD CELDA MEDIDA ORM.24 kV Ud.- Celda de medida en A.T. 24 kV , de Ormazabal , conteniendo en su interior debidamente montados 3 Transformadores de Intensidad doble relación X-Y/5 A y 3 Transformadores de Tensión simple relación , incluso p.p. de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	5.859,87	5.859,87
01.08.08	UD INTERCONEXION A.T 20 KV Ud.- Interconexión con Transformador con cables de Aislamiento en seco 12/20 kV, 3x (1x95) mm2 Al, incluso Kit terminal Interior retráctil en frío y terminales cilindricos de conexión por presión para Aluminio de 95 mm2.	1				1,00			
							1,00	968,00	968,00
01.08.09	UD TRAFO 630 KVA , 20 kV/ 420-242 V Ud.- Transformador de Potencia 630 kVA con tensión primaria de 20 kV y secundaria de 420 / 242 V , construido según recomendaciones UNESA 5201-D.	1				1,00			
							1,00	8.606,36	8.606,36
01.08.10	UD DESCARGA B.T. 3(3x240)+0(2x240) "Ud.- Descarga del Transformador a Cuadro de Baja tensión formada por conductor Al ; 0,6/1kV 3x(3x240) + 0(2x240)mm2."	1				1,00			
							1,00	301,92	301,92
01.08.13	M2 GOMA AISLANTE PIRELLI m2.- Goma Aislante tipo Pirelli ,negra a circulos con un espesor de 6 mm y una resistencia de 1012 Ohmios por placa de 30 cm2.	8				8,00			
							8,00	38,46	307,68

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.08.14	UD KIT S.O.S "Ud.- Kit elementos de Primeros Auxilios , incluye placa de peligro de muerte, banqueta aislante, insuflador, Guantes de A.T. y cuadro de primeros auxilios."	1				1,00			
							1,00	235,53	235,53
01.08.15	UD EXTINTOR+PERTIGA Extintor CO2 y pertiga 36 kV homologada para trabajos en M.T, incluso fijación del extintor a una altura h<1,70 m , y p.p. de accesorios.	1				1,00			
							1,00	218,22	218,22
01.08.16	UD INSTALACION ELECTRICA Instalación Eléctrica Interior del C.T compuesto por la colocación de 2 pantallas estancas 2x36 W, una toma de corriente Schuko16 A,y un equipo autonomo de emergencia de 60 Lum/1 h; en montaje superficial bajo tubo PVC, con P.P de accesorios."	1				1,00			
							1,00	185,99	185,99
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.08 CT7.....									31.720,52
SUBCAPÍTULO 01.09 CT8									
01.09.01	UD P.A.T HERRAJES C.T. "Ud.- Sistema de Puesta a tierra de protección , según sistema N°7 de J.M.C , formado por 8 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ; con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex", incluido soldaduras aluminotermicas y p./p. de pequeño material.	1				1,00			
							1,00	281,93	281,93
01.09.02	UD P.A.T. NEUTRO TRAFO Ud.- Puesta a Tierra del Neutro del Transformador, formada por 4 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ;con una separación de 50 cm; unidas entre ellas con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex	1				1,00			
							1,00	157,55	157,55
01.09.03	UD CELDA LINEA ORM. CML-24 Ud.-Celda de línea Ormazabal tipo CML (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/ Seccionadorde tres posiciones ,bomas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión.	2				2,00			
							2,00	3.296,90	6.593,80
01.09.04	UD CELDA INT. PASANTE ORM 24 kV Ud.-Celda de Interruptor Pasante Ormazabal tipo CMIP (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionador de dos posiciones ,incluso p.p. de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	2.704,55	2.704,55

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.09.05	UD CELDA PROTECCION ORM CMP-24 Ud.-Celda de protección Ormazabal tipo CMP (Hexafluoruro con Ruptofusibles) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionador de tres posiciones , bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión, incluso fusibles A.P.R. 63 A	1				1,00			
							1,00	3.676,39	3.676,39
01.09.06	UD RELE PARA CELDAS CMP-F Ud.- Relé de protección RPTA de Ormazabal, para celdas de protección por ruptofusibles , incluso bobina de disparo y toroidales.	1				1,00			
							1,00	1.622,73	1.622,73
01.09.07	UD CELDA MEDIDA ORM.24 kV Ud.- Celda de medida en A.T. 24 kV , de Ormazabal , conteniendo en su interior debidamente montados 3 Transformadores de Intensidad doble relación X-Y/5 A y 3 Transformadores de Tensión simple relación , incluso p.p. de accesorios y conexiones.	1				1,00			
							1,00	5.859,87	5.859,87
01.09.08	UD INTERCONEXION A.T 20 KV Ud.- Interconexión con Transformador con cables de Aislamiento en seco 12/20 kV, 3x (1x95) mm2 Al, incluso Kit terminal Interior retráctil en frío y terminales cilindricos de conexión por presión para Aluminio de 95 mm2.	1				1,00			
							1,00	968,00	968,00
01.09.09	UD TRAFO 400 KVA , 20 kV/ 420-242 V Ud.- Transformador de Potencia 400 kVA con tensión primaria de 20 kV y secundaria de 420 / 242 V , construido según recomendaciones UNESA 5201-D.	1				1,00			
							1,00	4.531,50	4.531,50
01.09.10	UD DESCARGA B.T. 3(2x240)+0(1x240) "Ud.- Descarga del Transformador a Cuadro de Baja tensión formada por conductor Al ; 0,6/1kV 3x(2x240) + 0(1x240)mm2."	1				1,00			
							1,00	238,11	238,11
01.09.13	M2 GOMA AISLANTE PIRELLI m2.- Goma Aislante tipo Pirelli ,negra a circulos con un espesor de 6 mm y una resistencia de 1012 Ohmios por placa de 30 cm2.	8				8,00			
							8,00	38,46	307,68
01.09.14	UD KIT S.O.S "Ud.- Kit elementos de Primeros Auxilios , incluye placa de peligro de muerte, banqueta aislante, insuflador, Guantes de A.T. y cuadro de primeros auxilios."	1				1,00			
							1,00	235,53	235,53

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.09.15	UD EXTINTOR+PERTIGA Extintor CO2 y pertiga 36 kV homologada para trabajos en M.T, incluso fijación del extintor a una altura h<1,70 m , y p.p. de accesorios.	1				1,00			
							1,00	218,22	218,22
01.09.16	UD INSTALACION ELECTRICA Instalación Eléctrica Interior del C.T compuesto por la colocación de 2 pantallas estancas 2x36 W, una toma de corriente Schuko16 A,y un equipo autonomo de emergencia de 60 Lum/1 h; en montaje superficial bajo tubo PVC, con P.P de accesorios."	1				1,00			
							1,00	185,99	185,99
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.09 CT8.....									27.581,85
SUBCAPÍTULO 01.10 CT9									
01.10.01	UD C.T. PREFABRICADO PFU-4 Ud.-Centro de Transformación prefabricado tipo PFU-4 o similar, formado por placas de hormigón con juntas de neopreno, unidas entre si mediante tornillos. Las puertas y persianas son de acero galvanizado de 2 mm pintadas. Las dimensiones utiles son: 4.280 x 2.380 x 3.045 .								
							1,00	7.080,80	7.080,80
01.10.02	UD P.A.T HERRAJES C.T. "Ud.- Sistema de Puesta a tierra de protección , según sistema N°7 de J.M.C , formado por 8 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ; con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex", incluido soldaduras aluminotermicas y p.p. de pequeño material.	1				1,00			
							1,00	281,93	281,93
01.10.03	UD P.A.T. NEUTRO TRAFIO Ud.- Puesta a Tierra del Neutro del Transformador, formada por 4 picas cobreizadas de 14 mm de diametro y 2 m de longitud ;con una separación de 50 cm; unidas entre ellas con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex	2				2,00			
							2,00	157,55	315,10
01.10.04	UD CELDA LINEA ORM. CML-24 Ud.-Celda de línea Ormazabal tipo CML (Hexafluoruro) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/ Seccionadorde tres posiciones ,bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión.	2				2,00			
							2,00	3.296,90	6.593,80
01.10.05	UD CELDA PROTECCION ORM CMP-24 Ud.-Celda de protección Ormazabal tipo CMP (Hexafluoruro con Ruptofusibles) 24 kV, 400 A; incorpora en su interior un Interruptor/Seccionadorde tres posiciones , bornas para conductor 240mm2 18/30kV, pasatapas, embarrado y dispositivos de señalización , tanto de maniobra como de presencia de tensión, incluso fusibles A.P.R. 63 A	2				2,00			
							2,00	3.676,39	7.352,78

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.10.06	UD INTERCONEXION A.T 20 KV Ud.- Interconexión con Transformador con cables de Aislamiento en seco 12/20 kV, 3x (1x95) mm ² Al, incluso Kit terminal Interior retráctil en frío y terminales cilíndricos de conexión por presión para Aluminio de 95 mm ² .	2				2,00			
							2,00	968,00	1.936,00
01.10.07	UD TRAFO 630 KVA , 20 kV/ 420-242 V Ud.- Transformador de Potencia 630 kVA con tensión primaria de 20 kV y secundaria de 420 / 242 V , construido según recomendaciones UNESA 5201-D.	2				2,00			
							2,00	8.606,36	17.212,72
01.10.08	UD DESCARGA B.T. 3(3x240)+0(2x240) "Ud.- Descarga del Transformador a Cuadro de Baja tensión formada por conductor Al ; 0,6/1kV 3x(3x240) + 0(2x240)mm ² ."	2				2,00			
							2,00	301,92	603,84
01.10.09	UD CUADRO 4 SALIDAS B.T. Ud.- Cuadro de Baja Tensión para 4 salidas de 400 A, con 12 Portafusibles unipolares de 400 A , incluso P.P de accesorios y conexiones.	2				2,00			
							2,00	1.556,49	3.112,98
01.10.10	UD CUADRO AMPLIACION 4 SALIDAS B.T. Ud.- Cuadro de Ampliación de Baja Tensión para 4 salidas de 400 A, con 12 Portafusibles unipolares de 400 A , incluso P.P de accesorios y conexiones.	2				2,00			
							2,00	790,20	1.580,40
01.10.11	M2 GOMA AISLANTE PIRELLI m ² .- Goma Aislante tipo Pirelli ,negra a circulos con un espesor de 6 mm y una resistencia de 1012 Ohmios por placa de 30 cm ² .	12				12,00			
							12,00	38,46	461,52
01.10.12	UD KIT S.O.S "Ud.- Kit elementos de Primeros Auxilios , incluye placa de peligro de muerte, banqueta aislante, insuflador, Guantes de A.T. y cuadro de primeros auxilios."	1				1,00			
							1,00	235,53	235,53
01.10.13	UD EXTINTOR+PERTIGA Extintor CO ₂ y pertiga 36 kV homologada para trabajos en M.T, incluso fijación del extintor a una altura h<1,70 m , y p.p. de accesorios.	1				1,00			
							1,00	218,22	218,22
01.10.14	UD INSTALACION ELECTRICA Instalación Eléctrica Interior del C.T compuesto por la colocación de 2 pantallas estancas 2x36 W, una toma de corriente Schuko16 A,y un equipo autonomo de emergencia de 60 Lum/1 h; en montaje superficial bajo tubo PVC, con P.P de accesorios."								

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1				1,00			
							1,00	185,99	185,99
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.10 CT9.....								47.171,61
	TOTAL CAPÍTULO 01 MEDIA TENSION.....								338.921,66

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 RED SUBTERRANEA DE BAJA TENSIÓN									
02.01	ML 3(1x150)+0x95mm ² , Al,RV 0,6/1kV ml.- Línea Subterránea de Baja Tensión formada por conductores de Al , con aislamiento RV 0,6/1 kV y 3x150mm ² + 0x 95 mm ² , medida la línea tendida bajo canalización subterránea i/medios y ayudas auxiliares para el tendido de los conductores.								
	RED BT 4	140				140,00			
						x 0,80	140,00	12,94	1.449,28
02.02	ML 3(1x240)+0x150mm ² , Al,RV 0,6/1kV ml.- Línea Subterránea de Baja Tensión formada por conductores de Al , con aislamiento RV 0,6/1 kV y 3x240mm ² + 0x 150 mm ² , medida la línea tendida bajo canalización subterránea i/medios y ayudas auxiliares para el tendido de los conductores.								
	RED BT 1	215				215,00			
	RED BT 2	70				70,00			
	RED BT 3	320				320,00			
						x 0,80	605,00	18,05	8.736,20
02.03	UD P.A.T NEUTRO RED SUBT. Ud.- Puesta a tierra del neutro de la red subterránea B.T, mediante pica de acero cobreizado de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud; incluso p.p de soldadura aluminotermica y pequeño material.								
		7				7,00			
							7,00	12,11	84,77
TOTAL CAPÍTULO 02 RED SUBTERRANEA DE BAJA TENSIÓN.....									10.270,25

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 ALUMBRADO EXTERIOR									
03.01	Ud CUADRO GENERAL MANDO AL.EXTERIOR Cuadro de mando y protección para alumbrado exterior, modelo INDALO 750 de CAHORS, formado por envoltorio de poliester reforzado de dimensiones 1526x790x338, con capacidad para alojar contadores de activa+reactiva, conteniendo en su interior la parte de control, protección general, conmutador automatico manual, reloj astronomico, protección y control para circuitos, incluso p.p. de accesorios y conexiones; según esquema electrico.	1				1,00			
							1,00	3.654,91	3.654,91
03.02	ud LUM.DURAL LED 150W Ud.- Luminaria de aluminio inyectado con inclinación 10º, optica de policarbonato incorporada a los LEDs, con LEDs Osram Golden Dragon Plus de 40.000 h de vida util, modelo DURAL LED de Secom o similar, con IP65 i/ lámparas LEDs de 1500W, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.	125				125,00			
							125,00	672,20	84.025,00
03.03	UD COLUMNa 8m IEP mod CL-1 Ud. Columna de 8 m. de altura ,tipo CL1 de IEP ref. S583008, troncocónica construida en chapa de acero galvanizado, i/ placa de asiento, anclaje a dado de hormigón (sin incluir éste), replanteo, montaje, pequeño material ,cableado interior , caja de fusibles APR 6 A y conexionado.	117				117,00			
							117,00	561,34	65.676,78
03.04	Ud TOMA TIERRA (PICA) UD. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm2. conexionado mediante soldadura aluminotérmica.	117				117,00			
							117,00	19,15	2.240,55
03.05	ML MANGUERA 1x6, 1kV ML. Conductor 1x6 mm2, realizado con manguera unipolar RV 0,6/1 kV de cobre, incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión. RED 1 RED 2 RED 3 RED 4 TOTEM	1908 3116 2424 752 700				1.908,00 3.116,00 2.424,00 752,00 700,00			
							8.900,00	4,25	37.825,00
03.06	ML CONDUCTOR A/V 1x16mm2, 450/750V ml.- Conductor de Tierra, Amarillo/Verde, de sección 1x16mm2 y aislamiento 450/750V, tendido en canalización subterránea para puesta a tierra de puntos de luz, incluido p.p de ayudas y conexionado mediante soldadura aluminotermica.	2300				2.300,00			
							2.300,00	4,22	9.706,00
TOTAL CAPÍTULO 03 ALUMBRADO EXTERIOR.....									203.128,24

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 CENTRALIZACION CONTADORES Y DERIVACIONES INDIVIDUALES									
04.01	Ud EQUIPO DE MEDIDA BT EXTERIOR								
	Ud.- Equipo de medida CAHORS, formado por: Envolvente de poliéster con fibra de vidrio reforzado, tipo SUPERINTER SI 1010T, con herraje de candado.Regleta de verificación normalizada por ENDESA.Placa troquelada para contador electrónico.Borne de tierra.Puente transformadores intensidad.Prensaestopas para entrada y salida de cables.Mirilla para lectura de contador.Tornillería de conexión de acero inoxidable.Cableado con conductores de cobre rígido, clase 5 de 4 mm2 para la conexión del circuito de intensidad, 1,5 mm2 para el de tensión y 1,5 mm2 para auxiliares.Placa de policarbonato protegiendo los transformadores; medida la unidad instalada.								
	LOCAL 1.1	1				1,00			
	LOCAL 1.2	1				1,00			
	LOCAL 1.3	1				1,00			
	LOCAL 1.4	1				1,00			
	LOCAL 1.5	1				1,00			
	LOCAL 1.7	1				1,00			
	LOCAL 1.10	1				1,00			
	LOCAL 1.11	1				1,00			
	LOCAL 1.12	1				1,00			
							9,00	568,18	5.113,62
04.02	Ud EQUIPO DE MEDIDA BT INTERIOR								
	Ud.- Equipo de medida CAHORS, formado por:Envolvente de poliéster con fibra de vidrio reforzado, tipo UNINTER.Tapa de policarbonato transparente y precintable, resistente a los U.V.Regleta de verificación normalizada por ENDESA.Módulo de contador electrónico.Borne de tierra.Puente transformadores intensidad.Cableado con conductores de cobre rígido, clase 5 de 4 mm2 para la conexión del circuito de intensidad, 1,5 mm2 para el de tensión y 1,5 mm2 para auxiliaresSección pletinas 50x6 ; medida la unidad instalada.								
	CC. CT-6	1				1,00			
	CC. CT-9	7				7,00			
							8,00	496,78	3.974,24
04.03	Ud INT.CORTE CARGA 4P. 250 A								
	Ud.- Interruptor de Corte en Carga de 4 polos 250 A, para corte general en centralización de contadores, incluso p.p. de accesorios y elementos de fijación.								
	CC. CT-6	4				4,00			
	CC. CT-9	2				2,00			
							6,00	235,44	1.412,64
04.04	Ud COLUMNA 9 CONTADORES								
	UD. Columna para centralización de contadores, con capacidad para albergar 9 contadores trifásicos , homologado por la Compañía suministradora, incluido cableado y protección respectiva. (Contadores a alquilar).								
	CC. CT-6	4				4,00			
	CC.- CT-9	2				2,00			
							6,00	584,63	3.507,78
04.05	ML DERIVACIION INDIVIDUAL 5x10 , 1 kV								
	ML. Derivación Individual 5x10 mm2, realizado con manguera RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifásico, (activos , neutro y protección), en instalación sobre bandeja portacables.								
	LOCALES								
	2.6	63				63,00			
	2.7	57				57,00			
	2.8	51				51,00			

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	2.9	39				39,00			
	2.11	36				36,00			
	2.12	45				45,00			
	2.43	48				48,00			
	2.44	48				48,00			
	2.45	53				53,00			
	2.46	58				58,00			
	2.47	64				64,00			
	2.21	62				62,00			
	2.22	52				52,00			
	2.23	45				45,00			
	2.53	56				56,00			
							777,00	9,03	7.016,31
04.06	ML DERIVACION INDIVIDUAL 5x16 , 1 kV								
	ML. Derivación Individual 5x16 mm2, realizado con manguera RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifasico, (activos , neutro y protección), en instalación sobre bandeja portacables.								
	LOCALES								
	2.3	105				105,00			
	2.4	99				99,00			
	2.5	93				93,00			
	2.13	54				54,00			
	2.14	62				62,00			
	2.16	96				96,00			
	2.17	104				104,00			
	2.36	98				98,00			
	2.37	93				93,00			
	2.38	88				88,00			
	2.39	80				80,00			
	2.40	72				72,00			
	2.41	64				64,00			
	2.42	56				56,00			
	2.48	77				77,00			
	2.50	94				94,00			
	2.25	77				77,00			
	2.26	83				83,00			
	2.27	89				89,00			
	2.51	75				75,00			
	2.52	68				68,00			
	2.54	56				56,00			
							1.783,00	14,03	25.015,49
04.07	ML DERIVACION INDIVIDUAL 5x25 , 1 kV								
	ML. Derivación Individual 5x25 mm2, realizado con manguera RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifasico, (activos , neutro y protección), en instalación sobre bandeja portacables.								
	LOCALES								
	2.1	118				118,00			
	2.2	111				111,00			
	2.18	109				109,00			
	2.49	86				86,00			
	2.29	107				107,00			
	2.30	111				111,00			

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	2.31	116				116,00			
	2.55	74				74,00			
	2.56	88				88,00			
	2.57	121				121,00			
							1.041,00	15,21	15.833,61
04.08	ML DERIVACION INDIVIDUAL 3,5x35 , 1 kV								
	ML. Derivación Individual 3,5x35 mm2, realizado con conductores unipolares RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifasico, (activos , neutro y protección), en instalación sobre bandeja portacables.								
	LOCALES								
	2.60	113				113,00			
	2.58	131				131,00			
							244,00	21,58	5.265,52
04.09	ML DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3.5x50 , 1 kV								
	ML. Derivación Individual 3,5x50 mm2, realizado con conductores unipolares RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifasico, (activos , neutro y protección), en instalación sobre bandeja portacables.								
	LOCALES								
	2.35	120				120,00			
							120,00	30,45	3.654,00
04.10	ML DERIVACION INDIVIDUAL 3.5x95 , 1kV								
	ML. Derivación Individual 3,5x95 mm2, realizado con conductores unipolares RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifasico, (activos , neutro y protección), en instalación sobre bandeja portacables.								
	LOCALES								
	2.34	132				132,00			
	2.28	94				94,00			
	2.33	146				146,00			
	2.59	140				140,00			
							512,00	38,00	19.456,00
04.11	UD DERIVACION INDIVIDUAL 3,5x150, 1kV								
	ML. Derivación Individual 3,5x150 mm2, realizado con conductores unipolares RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifasico, (activos , neutro y protección), en instalación sobre bandeja portacables.								
	LOCALES								
	2.32	124				124,00			
	2.20	71				71,00			
							195,00	42,27	8.242,65
04.12	UD DERIVACION INDIVIDUAL 3,5x240, 1Kv								
	ML. Derivación Individual 3,5x150 mm2, realizado con conductores unipolares RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifasico, (activos , neutro y protección), en instalación sobre bandeja portacables.								
	LOCALES								
	2.19	88				88,00			
	2.24	51				51,00			
							139,00	47,00	6.533,00

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.13	mI CANAL PARA DISTRIBUCIÓN DE CABLES 600x100								
	ml.- Canal aislante para distribución de cables, formado por bandeja lisa con tapa de cierre ciega, de 600x100, con p.p de soportes de fijación a techo cada 1,5m, incluso ayudas de albañilería y de tendido de conductores.								
	CC1	131				131,00			
		109				109,00			
	CC2	88				88,00			
		70				70,00			
		40				40,00			
		124				124,00			
		55				55,00			
							617,00	63,28	39.043,76
TOTAL CAPÍTULO 04 CENTRALIZACION CONTADORES Y DERIVACIONES INDIVIDUALES.....									144.068,62

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 05 GALERIA COMERCIAL									
05.01	UD CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION								
	UD. Cuadro General de Mando y Protección formado por una envolvente de superficie, metálica con puerta y cerradura , incluido embarrado de protección, puesta a tierra tanto de la envolvente como de la puerta, cableado interior con conductor de sección mínima 6mm ² y con aislamientos ES07Z1-K(AS+); RZ1-K(AS+); con fichas de conexión en los terminales, protecciones magnetotermicas y diferenciales de HAGER o similar, según esquema unifilar de proyecto.	1				1,00			
							1,00	20.627,79	20.627,79
05.02	UD CUADRO TIPO LOCAL TECNICO								
	UD. Cuadro General de Mando y Protección formado por una envolvente de superficie, metálica con puerta y cerradura , incluido embarrado de protección, puesta a tierra tanto de la envolvente como de la puerta, cableado interior con conductor de sección mínima 6mm ² y con aislamientos ES07Z1-K(AS+); RZ1-K(AS+); con fichas de conexión en los terminales, protecciones magnetotermicas y diferenciales de HAGER o similar, según esquema unifilar de proyecto.	7				7,00			
							7,00	359,36	2.515,52
05.03	UD CUADRO LOCAL TECNICO LT5								
	UD. Cuadro General de Mando y Protección formado por una envolvente de superficie, metálica con puerta y cerradura , incluido embarrado de protección, puesta a tierra tanto de la envolvente como de la puerta, cableado interior con conductor de sección mínima 6mm ² y con aislamientos ES07Z1-K(AS+); RZ1-K(AS+); con fichas de conexión en los terminales, protecciones magnetotermicas y diferenciales de HAGER o similar, según esquema unifilar de proyecto.	1				1,00			
							1,00	725,84	725,84
05.04	ml CANAL PARA DISTRIBUCIÓN DE CABLES 600x100								
	ml.- Canal aislante para distribución de cables, formado por bandeja lisa con tapa de cierre ciega, de 600x100, con p.p de soportes de fijación a techo cada 1,5m, incluso ayudas de albañilería y de tendido de conductores.	405				405,00			
							405,00	63,28	25.628,40
05.05	ML MANGUERA 2x4 , 1kV								
	ML. Circuito monofásico 2x4 mm ² , realizado con manguera bipolar RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema monofásico, (activo y neutro), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.	450				450,00			
							450,00	1,86	837,00
05.06	ML MANGUERA 3x1.5 , 1kV								
	ML. Circuito monofásico 3x1,5 mm ² , realizado con manguera bipolar RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema monofásico, (activo , neutro y protección), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.	2400				2.400,00			
							2.400,00	1,16	2.784,00
05.07	ML MANGUERA 5x1.5 1KV								
	ML. Circuito trifásico 5x1.5 mm ² , realizado con manguera RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifásico, (activos , neutro y protección), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.								

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1500				1.500,00			
							1.500,00	4,26	6.390,00
05.08	ML MANQUERA 5x2.5, 1 kV ML. Circuito trifásico 5x2.5 mm2, realizado con manguera RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifásico, (activos , neutro y protección), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	2200				2.200,00			
							2.200,00	5,26	11.572,00
05.09	ML MANGUERA 5x6 , 1 kV ML. Circuito trifásico 5x6 mm2, realizado con manguera RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifásico, (activos , neutro y protección), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	700				700,00			
							700,00	5,26	3.682,00
05.10	ML MANGUERA 4x95 , 1kV ML. Circuito trifásico 3x95+0x95 mm2, realizado con conductores unipolares RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifásico, (activos y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	300				300,00			
							300,00	7,51	2.253,00
05.11	ML CIRC.TRIF. 3.5x150 , 400°C/2h ML. Circuito trifásico 3x150+0x95 mm2, realizado con conductores unipolares RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifásico, (activos y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	93				93,00			
							93,00	78,37	7.288,41
05.12	ML CIRC.TRIF. 3.5x150 ML. Circuito trifásico 3x150+0x95 mm2, realizado con conductores unipolares RZ1-K(AS) 0,6/1 kV con conductores de cobre , en sistema trifásico, (activos y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	160				160,00			
							160,00	78,37	12.539,20
05.13	Ud BASE ENCHUFE "SCHUKO" JUNG LS-990 UD. Base enchufe con toma de tierra lateral realizado en tubo PVC corrugado de D=13/gp.5 y conductor de cobre unipolar, aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 2,5 mm2., (activo, neutro y protección), incluido caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, base enchufe 10/16 A (II+T.T.), sistema "Schuko" JUNG LS-990, así como marco respectivo, totalmente montado e instalado.	17				17,00			
	O/U GALERIA						17,00	20,00	340,00
05.14	Ud PUNT.LUZ LEGRAND TUBO PVC UD. Unidad de punto de luz individual de 10 A superficial, realizado en tubo PVC rígido D=13/gp7 y conductor de cobre unipolar rígido de 1,5 mm2., así como interruptor superficie "plexo" Legrand, caja de registro "plexo" D=70 y regletas de conexión, totalmente montado e instalado.	7				7,00			
							7,00	22,25	155,75

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05.15	Ud BASE ENCHUFE LEGRAND TUBO PVC UD. Base enchufe con toma tierra lateral de 10/16A(II+T.T) superficial realizado en tubo PVC rígido D=13/gp7 y conductor de cobre unipolar, aislados para una tensión nominal de 750V. y sección 2,5 mm2 (activo, neutro y protección), incluido caja de registro "plexo" D=70 toma de corriente superficial "plexo"LEGRAND y regletas de conexión, totalmente montado e instalado.	8				8,00			
							8,00	23,79	190,32
05.16	UD BASE CETAT 3P 16 A + TT UD. Base enchufe tipo Cetat III-16 A+TT , superficial realizado en tubo PVC rígido D=16/gp7 y conductor de cobre unipolar, aislados para una tensión nominal de 750V. y sección 2,5 mm2 (activos y protección), incluido caja de registro "plexo" D=70 toma de corriente superficial y regletas de conexión, totalmente montado e instalado.	8				8,00			
							8,00	24,79	198,32
05.17	UD PUESTO DE TRABAJO UD.- Puesto de trabajo, compuesto por dos bases de enchufe 16 A para energía limpia, dos bases de enchufe 16 A para energía sucia, dos RJ-45 para ordenador y telefono	8				8,00			
							8,00	150,00	1.200,00
05.18	uD LUM.IND. LED 150W - KONAK Ud. Luminaria industrial LED 150W , modelo KONAK, referencia 4290581585 de SECOM ILUMINACION., para colgar en estructura protección IP 65, angulo de apertura 150º, Tª color 5000ºK, cuerpo en fundición de aluminio, sistema de cuelgue hasta 2m, replanteo, pequeño material y conexionado.	362				362,00			
							362,00	331,23	119.905,26
05.19	UD PANT. EMP. EST. VIRTUS 4x18W / IP65 Ud. Luminaria empotrar 4x18 W estanca IP65, modelo VIRTUS , referencia 906Q65 418 84 de SECOM con reflector parabolico de aluminio, de medidas 575x575 mm, con difusor opal hermetico IP-65/CLASE I, cuerpo de chapa de acero, color blanco, equipo eléctrico , piezas de anclaje lateral con posibilidad de reglaje de altura o bien varilla roscada o ganchos en techo de luminaria, electrificación con balasto electronico, regleta de conexión toma de tierra, portalámparas... etc, i/lámparas fluorescentes T8 18W/Luz 84, replanteo, pequeño material y conexionado.	18				18,00			
							18,00	238,53	4.293,54
05.20	UD PANTALLA ESTANCA BERNA 2x58W Ud. Luminaria plástica estanca de 2x58 W SECOM ref.907 258 BE, con protección IP 65 , IK 8, clase I, cuerpo cuerpo y difusor de policarbonato traslucido de 2 mm de espesor con abatimiento lateral, electrificación con: balasto electronico, regleta de conexión con toma de tierra, portalámparas.. etc, i/ lámparas fluorescentes T5, sistema de cuelgue, replanteo, pequeño material y conexionado.	63				63,00			
							63,00	74,53	4.695,39
05.21	Ud FOCO LED 5 W, EMP. Ud. Foco para lampara LED de 5 W, de DIGILAMP, con protección IP 20/CLASE I, con cuerpo metálico lacado al horno lámpara halógena 3 w/12v, i/transformador, replanteo, sistema de fijación, pequeño material y conexionado.	42				42,00			

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							42,00	42,21	1.772,82
05.22	UD EMERGENCIA 180 Lum/1h								
	UD. Equipo autonomo de emergencia y señalización de 180 lumenes/1h,modelo de ETAP o similar.	53				53,00			
							53,00	51,09	2.707,77
05.23	UD EMERGENCIA 583 Lum/1h								
	UD. Equipo autonomo de emergencia y señalización de 583 lumenes/1h,modelo K10F78 de ETAO o similar.	99				99,00			
							99,00	58,60	5.801,40
TOTAL CAPÍTULO 05 GALERIA COMERCIAL.....									238.103,73

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 06 GRUPO ELECTROGENO								
06.01	UD P.A.T. NEUTRO TRAFIO								
	Ud.- Puesta a Tierra del Neutro del Transformador, formada por 4 picas cobreizadas de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud ;con una separación de 50 cm; unidas entre ellas con conductor de Cu desnudo de 50 mm2 de sección y unidos al C.T. Con conductor Cu 0,6/1 kV bajo tubo Canaflex	1				1,00			
							1,00	157,55	157,55
06.02	UD COSIDO TIERRAS								
	Ud.- Cosido de Tierras, con conductor de Cobre desnudo de 50mm de diámetro , con P.P de accesorios de fijación, con todas las uniones realizadas mediante Soldadura tipo CALDWELD.	1				1,00			
							1,00	181,99	181,99
06.03	UD GRUPO ELECTROGENO 170KVA								
	1 Ud. Grupo electrógeno de 170kVA de potencia en PRINCIPAL (PRP) y 216kVA de potencia en EMERGENCIA (ESP) equipado con: Cuadro de arranque y control tipo Automático montado sobre el grupo mod. S3500 NEXYS Interruptor automático de mando manual 4x 250 A . Motor GASOIL JOHN DEERE modelo 6068TF220 1500 rpm refrigerado por agua mediante Radiador Alternador Síncrono Trifásico LEROY SOMER modelo LSA 44.3 M6 a 400 V. Silencioso de escape de 27 dBA de atenuación . Regulador de velocidad tipo Mecánica Dimensiones: 3580x1350x1910mm , peso: 2238 kg ODM (a confirmar con el pedido). Consumo 18,5 l/h Depósito de combustible de 340 litros de capacidad con indicador de nivel. Autonomía de 18 h Chasis mecano soldado con amortiguadores de vibración dispuestos entre el conjunto motor alternador y la bancada. Marcado CE. El capotaje M226 está fabricado en chapa de acero a base de paneles desmontables. Constitución: - Estructura de chapa de acero plegada, compuesta por paneles unidos mediante tornillos de acero inoxidable permitiendo un desmontaje rápido en caso de necesidad. - Puertas, fundas y techo en chapa de acero electrocincado. - Pasos en zigzag en las entradas y salidas de aire. - Revestimiento interior de las paredes mediante materiales absorbentes. - Puertas de acceso lateral con cerraduras de llave única y de amplias dimensiones para un cómodo acceso. - Puntos de izado. - Tornillería exterior de acero inoxidable. - Acceso exterior para cables de potencia. - Ventana transparente para visualización del frontal del cuadro de control. - Pintura: . Primera capa EPOXY: de 20 a 40 micras . Capa final POLIURETANO: de 40 a 70 micras . Acabado del capotaje en color azul RAL 5007 . Acabado de la bancada en color negro RAL 9005 - Colector de salida de escape. - Nivel de presión acústica medio 75 dBA a 1m a 3/4 de carga medidos según ISO8528-10. Medida la unidad instalada y funcionando, incluso p.p. de ayudas de albañilería.								

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1				1,00			
							1,00	21.847,38	21.847,38
	TOTAL CAPÍTULO 06 GRUPO ELECTROGENO.....								22.186,92

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 07 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.									
07.01	UD YINGLI YL260C-30b Modulo fotovoltaico YINGLI SOLAR YL260C-30b, de 260 Wp , Vmpp= 29,7V , Voc=38,10V , Imp=8,74A , Isc=9,35A, dimensiones 1640x990x40mm , 18,50kg, con conexión QUAD IP54 y conector MC4, medida la unidad instalada sobre estructura portante y conexionada según proyecto.	480				480,00			
							480,00	465,61	223.492,80
07.02	Ud ESTRUCTURA TIPO 2 Ud. Estructura soporte para una superficie de 65 m2 de captadores a 30º de inclinación sobre horizontal, para terreno, a atornillar en anclajes embebidos en zapatas de hormigón (no incluidas), formado por perfiles de acero IPE, incluso imprimación como protección antioxidante, accesorios y pequeño material necesario. Completamente montado, probado y funcionando.	12				12,00			
							12,00	3.744,26	44.931,12
07.03	UD INVERSOR INGECONSUN 100 Ud.- Inversor INGECONSUN 100 de Intetteam , 400VAC, 50 Hz , Pot.Nominal 100.000W , con MPPT, 4 entradas DC de 405 a 750V DC , regulación de factor de potencia, Aislamiento galvánico entre la parte DC y la parte AC, protección contra Polarizaciones inversas , Cortocircuitos y sobrecargas en la salida, Fallos de aislamiento, Anti-Isla con desconexión automática., Seccionador en carga DC, Fusibles DC, Seccionador Magnetotérmico AC, Descargador de sobretensiones DC, Descargador de sobretensiones AC ; incluso accesorios de : Comunicación remota GSM/GPRS mediante módem, Software para visualización de parámetros y registro de datos, Visualización de datos a través de internet, Monotorización de las corrientes de string del campo fotovoltaico, Kit de puesta a tierra para los módulos FV que lo requieran ; medida la unidad instalada, conexionada, probada y funcionando.	1				1,00			
							1,00	21.580,00	21.580,00
07.04	Ud C. M. P. PARA 50 kW C.C. Ud. Cuadro para protección contra sobretensiones en el lado de corriente continua formado por caja estanca, con grado de protección IP55 y ventana transparente precintable, preparado para recibir 6 strings con dos fusibles por línea y dos descargadores de sobretención, unipolares, para 40kA y 600V, marca CIRPROTEC, modelo MS1C40/600, incluso accesorios y pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	12				12,00			
							12,00	533,17	6.398,04
07.05	MI RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 4 mm2 GRAPEADA MI. Metro lineal de cable RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 4 mm2 grapeado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.	480	1,00			480,00			
	conexión entre módulos	24	2,00			48,00			
	Conexión string- Cajas DC						528,00	18,53	9.783,84
07.06	MI RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2 GRAPEADA MI. Metro lineal de cable RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2 grapeado/bajo canal cerrada, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.	4	6,00			24,00			
	Conexión cajas DC , C1-C2	4	6,00			24,00			
	Conexión cajas DC, C2-C1						48,00	19,07	915,36

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
07.07	MI RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 25 mm ² GRAPEADA								
	MI. Metro lineal de cable RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 25 mm ² grapeado/bajo canal cerrada, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.								
	Conexión caja A/C3-Inversor	80				80,00			
	Conexión caja B/C3-Inversor	60				60,00			
	Conexión caja C/C3-Inversor	80				80,00			
	Conexión caja D/C3-Inversor	75				75,00			
							295,00	36,81	10.858,95
07.08	mI CANAL PARA DISTRIBUCIÓN DE CABLES 300x100								
	ml.- Canal aislante para distribución de cables, apto para instalación en intemperie, formado por bandeja lisa con tapa de cierre ciega, de 600x100, con p.p de soportes de fijación a techo cada 1,5m, incluso ayudas de albañilería y de tendido de conductores.								
		90				90,00			
							90,00	22,91	2.061,90
07.09	Ud TOMA TIERRA (PICA)								
	UD. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm ² . conexionado mediante soldadura aluminotérmica.								
		8				8,00			
							8,00	19,15	153,20
07.10	MI CONDUCTOR Cu DESNUDO 35mm ²								
	MI. Cable de cobre desnudo de 1x35 m ² con conexiones mediante elementos mecánicos, en instalación sobre bandeja metálica.								
		30				30,00			
							30,00	3,46	103,80
	TOTAL CAPÍTULO 07 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....								320.279,01
	TOTAL.....								1.276.958,43

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	MEDIA TENSION.....	338.921,66	26,54
02	RED SUBTERRANEA DE BAJA TENSIÓN.....	10.270,25	0,80
03	ALUMBRADO EXTERIOR.....	203.128,24	15,91
04	CENTRALIZACION CONTADORES Y DERIVACIONES INDIVIDUALES.....	144.068,62	11,28
05	GALERIA COMERCIAL.....	238.103,73	18,65
06	GRUPO ELECTROGENO.....	22.186,92	1,74
07	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	320.279,01	25,08
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		1.276.958,43	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

JUNIO 2015.



JOSE ALVARO LOPEZ DIAZ



INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA CENTRO COMERCIAL.

Autor: D. José Álvaro López Díaz.
Asignatura: Proyecto Fin de Grado.
Tutor: D. Pedro J. García Molina
Fecha: Junio 2.015

VII.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.



VII.-ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

Índice.

VII.1.- DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	3
VII.1.1.- INTRODUCCION.....	3
VII.1.2.- OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.	3
VII.2.1.- INTRODUCCION.....	7
VII.2.2.- ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	8
VII.2.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.	8
VII.2.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.	10
VII.2.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.....	12
VII.2.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.	14
VII.4.-PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO A UTILIZAR.	15
VII.5.-ORGANIZACION DE SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS :	16
VII.5.1. RESPONSABLE DE LOS TRABAJOS CONTRATADOS.	16
VII.5.2. RESPONSABLE DE SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS.....	16
VII.5.3 MODELO DE ORGANIZACIÓN PREVENTIVA Y ASISTENCIA SANITARIA EN LOS TRABAJOS.	16
VII.5.4 MATERIALES, MEDIOS Y RECURSOS PARA LA SEGURIDAD.....	16
VII.5.4.1 Protecciones personales.....	16
VII.5.4.1.2 Protecciones del cuerpo.	17
VII.5.4.1.3 Protecciones de extremidades superiores.	17
VII.5.4.1.4 Protecciones de extremidades inferiores.....	17
VII.5.4.2 Protecciones colectivas	17
VII.5.4.3 Trabajos en andamios	17



VII.5.4.4	Trabajos con escalera de mano	18
VII.5.4.5	Trabajos en alturas.....	19
VII.5.4.6	Herramientas eléctricas y lámparas portátiles	19
VII.5.4.7	Trabajos con cortadora de discos:	19
VII.5.4.8	Equipos de soldadura	20
VII.5.4.9	Lámparas eléctricas portátiles	20
VII.5.4.10	Trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión en tensión. 20	
VII.5.4.11	Trabajos con maniobras en aparatos de baja tensión	20
VII. 5.4.12	Trabajos con maniobras en equipos de alta tensión.....	21
VII.5.5.	MEDIDAS DE EMERGENCIA, PRIMEROS AUXILIOS Y EVACUACION.	22
VII.5.6.	VIGILANCIA DE LA SALUD.	22
VII.6.	INFORMACION Y FORMACION EN PREVENCION DE RIESGOS LABORALES A LOS TRABAJADORES.....	22
VII.6.1.	CALIFICACION DEL PERSONAL COMO APTO PARA REALIZAR LOS TRABAJOS CONTRATADOS.	22
VII.6.2.	RELACION DEL PERSONAL SOMETIDO A TRABAJOS DE ESPECIAL PELIGROSIDAD Y APTITUD.....	22
VII.6.3.	CERTIFICADO DE HABER INFORMADO A LOS TRABAJADORES DE LOS RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS INCLUIDAS EN EL PLAN DE SEGURIDAD.....	23
	SITUACIONES DE RIESGO.....	25



VII.1.- DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

VII.1.1.- INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

VII.1.2.- OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

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

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá



tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

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

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

DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de



objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a



sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes



metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

VII.2.- DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

VII.2.1.- INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.



- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

VII.2.2.- ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

VII.2.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.



Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.



VII.2.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.



El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores,



etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

VII.2.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los



cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.



El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

VII.2.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos



trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

VII.4.-PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO A UTILIZAR.

Se utilizarán las cinco reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de la O.G.S.H.T.) tal y como se indica en el cuadro siguiente:

LAS 5 REGLAS DE ORO PARA TRABAJAR EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS		TIPO DE INSTALACION BAJA TENSION $V < 1000 \text{ v}$	ALTA TENSION $V \geq 1000 \text{ v}$
1º	Abrir todas las fuentes de tensión.	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO
2º	Enclavamiento o bloqueo si es posible, de los aparatos de corte.	OBLIGATORIO, SI ES POSIBLE	OBLIGATORIO, SI ES POSIBLE
3º	Reconocimiento de la ausencia de tensión.	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO
4º	Poner a tierra y en corto circuito todas las posibles fuentes de tensión.	RECOMENDABLE	OBLIGATORIO
5º	Delimitar la zona de trabajo mediante señalización o pantallas aislantes.	RECOMENDABLE	OBLIGATORIO



VII.5.-ORGANIZACION DE SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS :

VII.5.1. RESPONSABLE DE LOS TRABAJOS CONTRATADOS.

Será el Jefe de Obras de la empresa adjudicataria de los trabajos o persona que se asigne.

VII.5.2. RESPONSABLE DE SEGURIDAD EN LOS TRABAJOS.

Antes de iniciarse los trabajos, se identificara a la persona o personas responsables de la seguridad en los trabajos.

VII.5.3 MODELO DE ORGANIZACIÓN PREVENTIVA Y ASISTENCIA SANITARIA EN LOS TRABAJOS.

Será del tipo contratación con servicio Ajeno de Prevención de Riesgos Laborales.

VII.5.4 MATERIALES, MEDIOS Y RECURSOS PARA LA SEGURIDAD.

A fin de controlar y reducir los riesgos laborales en la obra, se establecen de uso obligatorio las siguientes medidas preventivas y protecciones técnicas para la realización de los trabajos:

VII.5.4.1 Protecciones personales.

VII.5.4.1.1 Protecciones de la cabeza

Cascos para todas las personas que participen en la obra, incluidos visitantes. Estos cascos irán marcados con las siglas **C.E.** indicando la función a que van destinados así como el aislamiento eléctrico.

- Protecciones auditivas en zonas de alto nivel de ruido.
- Pantalla de protección para trabajos de soldadura eléctrica.
- Gafas contra proyección de partículas en trabajos con cortadora de disco o similar.



VII.5.4.1.2 Protecciones del cuerpo.

Cinturones de seguridad para trabajos con riesgo de caída desde una altura de más de 3 metros.

VII.5.4.1.3 Protecciones de extremidades superiores.

- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para trabajos en tensión. Estos serán homologados según la Norma Técnica reglamentaria MT-4. Cada guante deberá llevar en sitio visible un sello con la inscripción Ministerio de Trabajo, fecha y clase.
- Las herramientas manuales para trabajos en baja tensión estarán homologadas según la norma técnica reglamentaria MT-26 sobre aislamiento de seguridad de las herramientas manuales para trabajos eléctricos en baja tensión.

VII.5.4.1.4 Protecciones de extremidades inferiores

Botas de seguridad de clase III homologadas.

VII.5.4.2 Protecciones colectivas

Deberán tenerse en cuenta las interferencias con otros grupos de trabajo, sobre todo en lo referente a:

- Maniobras con aparatos eléctricos de BT o AT
- Para realizar estos tipos de trabajos deben coordinarse con el responsable técnico de los mismos. Este responsable será el único que conceda permisos para cualquier tipo de maniobra que se realice. Son de uso obligatorio elementos que señalicen la zona en que se realicen este tipo de trabajo.
- Apertura de zanjas o socavones que deberán estar convenientemente balizadas.

VII.5.4.3 Trabajos en andamios

Cuando los trabajos se realicen en andamios deberán tenerse presentes las siguientes normas:



- La plataforma de trabajo tendrá siempre un ancho mínimo de 60 cm. Y estará construida con tablas de 5 cm de grueso como mínimo.
- Los andamios con plataforma de trabajo a más de 2 metros de altura o con riesgo de caída de alturas superiores, tendrán el perímetro protegido con barandillas metálicas de 90 cm de altura y rodapié de 15 cm instalado en la vertical del extremo de la plataforma de trabajo, debiéndose sujetar el operario a un punto fijo del mismo mediante cinturón de seguridad.
- La plataforma de trabajo en andamios, ya sea de madera o metálica, deberá ir perfectamente sujeta al resto de la estructura.
- Todo andamio debe reposar en suelo firme y resistente. Queda prohibido utilizar cualquier otro elemento que no sea un pie de andamio regulable para la nivelación del mismo.

VII.5.4.4 Trabajos con escalera de mano

- Antes de utilizar una escalera de mano, el operario deberá comprobar que está en buen estado, retirándola en caso contrario, así como deberá observar las siguientes normas:
- No se utilizarán nunca escaleras empalmadas, salvo que estén preparadas para ello.
- Cuando se tenga que usar escaleras en las proximidades de instalaciones en tensión, su manejo será vigilado directamente por el jefe del trabajo, delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.
- No se debe subir una carga de más de 30 kg sobre una escalera no reforzada.
- Las escaleras de mano se deben apoyar en los largueros (nunca en los peldaños) y de modo que el pie quede retirado de la vertical del punto superior de apoyo, a una distancia equivalente a la cuarta parte de la altura.
- Las usadas para el acceso a planos elevados, tendrán una longitud suficiente para rebasar en 1 metro el punto superior de apoyo y se sujetarán en la parte superior para evitar que basculen. El ascenso y descenso se hará dando de frente a la escalera.



- Cuando no se empleen la escalera, se deben guardar al abrigo del sol y de la lluvia. No deben dejarse nunca tumbadas en el suelo. Se barnizarán, pero nunca se pintarán.

VII.5.4.5 Trabajos en alturas

- Se deberán usar cinturones de seguridad en todo trabajo que por su elevada situación o cualquier otra causa, presenten peligro de caída de más de 3 metros.
- El cinto de seguridad se debe sujetar en puntos fijos y resistentes, como pueden ser cuerdas sujetas a techos, horquillas metálicas o cualquier otro elemento estructural de la construcción.
- Queda prohibido sujetar el cinto en máquinas o andamios.
- El cinto debe estar siempre ajustado a la cintura y sujeto en puntos que deben estar preferentemente sobre el nivel de la cintura.

VII.5.4.6 Herramientas eléctricas y lámparas portátiles

- Los útiles y herramientas eléctricas son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores.
- La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no excederá de 250 V. con relación a tierra y serán de clase II o doble aislamiento.
- Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.

VII.5.4.7 Trabajos con cortadora de discos:

- Cuando se use estas máquinas, se deberá comprobar que la protección del disco se encuentra instalada cubriendo como mínimo 1 cm de su parte superior.
- Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.



VII.5.4.8 Equipos de soldadura

- Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materias combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.
- Con carácter general en todos los trabajos se usarán guantes y gafas protectoras.
- Los motores generadores, los rectificadores o los transformadores de las máquinas, y todas las partes conductoras estarán protegidos para evitar contactos accidentales, con partes en tensión, estando conectados los armazones a tierra.
- Los cables conectores estarán aislados en el lado de abastecimiento, estando la superficie exterior de los mangos, así como de las pinzas, completamente aislada y provista de discos o pantallas para proteger las manos del calor de los arcos. En caso contrario se utilizarán guantes.

VII.5.4.9 Lámparas eléctricas portátiles

Estas lámparas deben responder a las normas UNE 20-417 y UNE 20-419 y estar provistas de una reja de protección para evitar choques y tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua. Serán de clase II y la tensión de utilización no será superior a 250 V., siendo como máximo de 245 voltios cuando se trabaje en lugares mojados o superficies conductoras, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos.

VII.5.4.10 Trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión en tensión.

En la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión en tensión o en el interior de celdas en tensión, es obligatorio que el trabajo se haga por parejas de operarios, con el fin de tener mejor vigilancia y más rápido auxilio en caso de accidente.

VII.5.4.11 Trabajos con maniobras en aparatos de baja tensión

- No se procederá a ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos. No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal (botas y guantes dieléctricos y pantallas protectoras).



- Cuando se realicen trabajos sin tensión se aislarán las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Únicamente se podrá comprobar la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista peligro alguno.
- Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrá en cuenta que no sean un riesgo de caídas o electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.

VII. 5.4.12 Trabajos con maniobras en equipos de alta tensión

- No se procederá a efectuar ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos. El inicio y finalización de los trabajos debe ser comunicado al responsable de los trabajos.
- Los trabajos en las instalaciones eléctricas deberán realizarse siempre sin tensión, salvo que se trate de trabajos en tensión con técnicas específicas, que no son objeto de este documento.
- Se prohíbe realizar trabajos en las instalaciones de alta tensión, sin adoptar las siguientes precauciones:
 - Dejar abiertas todas las fuentes de tensión, mediante aparamenta que asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo.
 - Enclavar o bloquear, si es posible, y señalizar la aparamenta que se deja abierta.
 - Comprobar, mediante equipo adecuado, la ausencia de tensión.
 - Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes y entradas de tensión.
 - Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.
- Cuando se trabaje en celdas de protección, queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda, sin cerrarla previamente con el resguardo de protección.
- En cualquier caso, para cualquier trabajo a realizar en la obra las contratas se atenderán a lo dispuesto por el Real Decreto



1.627/1.997, de 24 de Octubre, en su Anexo IV Parte B (Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales), y Parte C (Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales).

VII.5.5. MEDIDAS DE EMERGENCIA, PRIMEROS AUXILIOS Y EVACUACION.

El lugar donde se ubicarán los botiquines será en los vehículos de la empresa, se

VII.5.6. VIGILANCIA DE LA SALUD.

Todos los trabajadores pasarán anualmente sus revisiones médicas, incluso en el caso de una nueva contratación la citada revisión se efectuará antes de incorporarse a las tareas encomendadas.

VII.6. INFORMACION Y FORMACION EN PREVENCION DE RIESGOS LABORALES A LOS TRABAJADORES.

Indicar que los trabajadores han sido informados y formados del tipo de trabajo que van a desempeñar, para ello se acompaña Certificado/s que los acredite para poder realizar dichos trabajos.

VII.6.1. CALIFICACION DEL PERSONAL COMO APTO PARA REALIZAR LOS TRABAJOS CONTRATADOS.

Relación de los trabajadores que según los cursos de formación son aptos para desempeñar el trabajo encomendado. (se acompaña relación de cursos de capacitación).

VII.6.2. RELACION DEL PERSONAL SOMETIDO A TRABAJOS DE ESPECIAL PELIGROSIDAD Y APTITUD.

Cuando un trabajador tenga que desempeñar una labor que implique especial peligrosidad según se indica en el Anexo II del Reglamento de los Servicios de Prevención. Será necesario un



certificado emitido por la mutualidad que indique que dicho trabajador pueda realizar la tarea encomendada. Así como adjuntar la relación de los mismos.

VII.6.3. CERTIFICADO DE HABER INFORMADO A LOS TRABAJADORES DE LOS RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS INCLUIDAS EN EL PLAN DE SEGURIDAD.

Se entregará copia de los riesgos y medidas a adoptar, en la obra en cuestión, a cada trabajador, y este deberá firmar el recibí.

Hacer relación del personal que lo ha firmado, adjuntándose al correspondiente Plan de Seguridad.



VII.7. FICHAS DE TRABAJO.

Código de riesgos según fichas de Situaciones de riesgo y Medidas Preventivas																																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32							
GRUPOS DE ACTIVIDADES :	Construir, adecuar y reparar líneas subterráneas M.T.	Construir, adecuar y reparar C.T. interiores	Construir, adecuar y reparar líneas subterráneas B.T.	Construir, adecuar y reparar Alumbrados de Exterior.	Construir, adecuar y reparar Inst. Eléctricas en Interior.	Construir, adecuar y reparar Inst. Fotovoltaicas.																										Configuración del P.Trabajo						
																																				Condiciones ambientales del P.Trabajo		
																																				Carga mental		
																																					Carga física (Carga estática postural).	
																																					Agentes Biológicos	
																																					Agentes químicos	
																																					Iluminación	
																																					Ventilación	
																																					Radiaciones no ionizantes	
																																					Radiaciones ionizantes	
																																						Vibraciones
																																						Ruido
																																						Sobrecarga térmica (Calor o Frío excesivo. Cambio brusco de T°)
																																						Agresión de animales
																																						Tráfico (Fuera del C.Trabajo)
																																						Confinamiento
																																						Incendios
																																						Explosiones
																																						Sobreesfuerzos
																																						Arco eléctrico
																																						Contactos eléctricos
																																						Contactos químicos
																																						Contactos térmicos con superficies o productos calientes o fríos
																																						Proyecciones
																																						Cortes
																																						Atrapamientos
																																						Maquinaria automotriz y vehículos (Dentro del C.Trabajo).
																																						Choques y golpes
																																						Desprendimientos, Desplomes y Derrumbes
																																						Caidas de objetos
																																						Caidas de personas a distinto nivel
																																						Caidas de personas al mismo nivel



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
1.- CAÍDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL.	1) Caída por deficiencias en el suelo.	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Utilizar los pasos y vías existentes. - Tener la iluminación adecuada. - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. - Utilizar el calzado adecuado. - Mantener orden y limpieza en la zona de trabajo.
	2) Caída por pisar o tropezar con objetos en el suelo.	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Utilizar los pasos y vías existentes. - Tener la iluminación adecuada. - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. - Utilizar el calzado adecuado. - Mantener orden y limpieza en la zona de trabajo.
	3) Caída por existencia de vertidos o líquidos.	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Utilizar los pasos y vías existentes. - Tener la iluminación adecuada. - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. - Utilizar el calzado adecuado. - Mantener orden y limpieza en la zona de trabajo. - Contener de forma correcta el vertido.
	4) Caída por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.).	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Utilizar los pasos y vías existentes. - Tener la iluminación adecuada. - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. - Utilizar el calzado adecuado. - Extremar las precauciones al trabajar en estas condiciones atmosféricas. - Posponer la realización del trabajo.
	5) Resbalones/tropezones por malos apoyos del pie.	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Utilizar los pasos y vías existentes. - Tener la iluminación adecuada. - Utilizar el calzado adecuado.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
2.- CAÍDA DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL.	1) Caída por huecos.	- Se colocarán barandillas adecuadas, tanto en altura como en resistencia protegiendo toda la zona. - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. - Señalización de la zona. - Tener la iluminación adecuada. - Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones.
	2) Caída desde escaleras portátiles.	- Elección de la escalera adecuada al trabajo a efectuar. - Verificación del buen estado de conservación y resistencia de todos los componentes. - Nunca serán de fabricación provisional de obra. - No estarán pintadas, para poder ver mejor si sufren roturas parciales. - Sólo podrá estar subido en la escalera un operario. - Mientras se encuentra un operario subido en la misma, otro aguantará la escalera por la base; este operario puede ser sustituido si se amarra la escalera firmemente. - A la hora de bajar no se saltará, se bajará hasta el último escalón. - La escalera sobresaldrá 1 m aproximadamente sobre el plano a donde se deba acceder. - Si tiene más de 12 m se atará por los 2 extremos. - El ascenso se hará de frente con las manos libres de objetos y agarrándose a los peldaños. - Si se trabaja por encima de los 2 m se utilizará cinturón de seguridad, que se deberá anclar a un punto fijo diferente de la escalera. - Colocación correcta y estable de la escalera (separada $\frac{1}{4}$ de la longitud, piso firme y nivelado).
	3) Caída desde escaleras fijas.	- Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. - Tener la iluminación adecuada. - Mantener el orden y limpieza de la zona.



(continúa en otra hoja)		Utilizar calzado adecuado.
	4) Caída desde andamios y plataformas temporales.	- Todos los andamios y plataformas se construirán de estructura firme y sólida. - El suelo será plano y adecuado al peso que deba soportar, la anchura mínima será de 0,6 m y estará libre de obstáculos. - No se depositarán cargas innecesarias en los mismos. - Todos los andamios de más de 2 m de altura tendrán barandillas a 0,9 m con la suficiente rigidez, así como una barra intermedia y rodapiés a 0,15 m. - Si los andamios son móviles se deben poder frenar firmemente. - Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones. - Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
2.- CAÍDA DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL. (continuación)	5) Caída desde tejados y muros	- Se utilizarán sistemas anticaídas sujetos a partes sólidas. - Se utilizarán elementos de sujeción personal adecuados. - Se utilizará calzado adecuado.
	6) Caída por desniveles, zanjas, taludes, etc.	- Se debe señalizar la existencia de los mismos. - Se utilizará calzado adecuado. - Tener la iluminación adecuada.
	7) Caída desde apoyos de madera. 8) Caída desde apoyos de hormigón. 9) Caída desde apoyos metálicos. 10) Caída desde torres metálicas de transporte. 11) Caída desde estructuras pórticos, grúas. 12) Caída desde árboles.	- Inspección del estado del terreno y del apoyo. - Arriostramiento del apoyo en caso de mal estado, duda o modificación de sus condiciones de estabilidad. - Ascenso y descenso con medios y métodos seguros: escaleras adecuadas, etc. - Estancia en el apoyo utilizando el cinturón de seguridad. - Evitar posturas inestables. - Utilización de sistemas anticaídas si es necesario. - Inspección del estado de la torre, estructura, etc. - Utilización del cinturón de seguridad. - Evitar posturas inestables. - Comprobar el estado del árbol antes de iniciar ninguna operación en el mismo. - Utilizar escaleras en buen estado. - Utilizar elementos de sujeción personal.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
3.- CAÍDA DE OBJETOS	1) Caída por manipulación manual de objetos y herramientas.	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado. - Señalización de la zona de trabajo. - No trabajar a diferentes niveles en la misma vertical, si es necesario se utilizarán medios sólidos de separación. - Tener los materiales necesarios para el trabajo dentro de recipientes adecuados. - Usar cuerda de servicio o poleas para subir o bajar materiales.
	2) Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores.	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado. - Señalización de la zona de trabajo. - Sólo se utilizarán los aparatos elevadores por personal especializado. - Nunca se permanecerá debajo de la carga. - La carga deberá ir lo más sujeta posible. - Adecuar los accesorios (eslingas, ganchos, etc.) a las características de la carga.
	3) Caída de elementos apilados (almacén).	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado. - Pequeños materiales en cajas. - Retirar materiales sin alterar estabilidad de los restantes. - Dispositivos de retención si fueran necesarios (redes, fundas, ...). - No abusar en exceso del espacio existente de almacenaje.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
4.- DESPRENDIMIENTOS, DESPLOMES Y DERRUMBES	1) Desprendimientos de elementos de montaje fijos 2) Desprendimiento de muros 3) Desplome de muros 4) Hundimiento de zanjas o galerías	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. - Utilizar el casco de seguridad. - Antes del inicio del trabajo se comprobará el estado de los elementos situados por encima de la zona de trabajo, si estos se encuentran en mal estado no se iniciará el mismo. - Respetar y cumplir las señalizaciones. - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. - Utilizar el casco de seguridad. - Antes de iniciar el trabajo comprobar el tipo de terrero. - Se debe entibar la zanja siempre que el terrero sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad. - Se debe comprobar el estado del terreno y del entibado antes de iniciar la jornada y después de que haya llovido fuertemente.

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
5.- CHOQUES Y GOLPES	1) Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. 2) Golpes por herramientas manuales. 3) Golpes por herramientas portátiles eléctricas. 4) Golpes por otros objetos.	- Utilizar la ropa de trabajo adecuada. - Utilizar el casco de seguridad. - Utilizar el calzado adecuado. - Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada - Tener iluminación adecuada. - Respetar la señalización. - Utilizar la ropa de trabajo adecuada. - Utilizar el casco de seguridad. - Utilizar el calzado adecuado. - Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada - Tener iluminación adecuada. - Utilizar guantes de protección.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
6.- MAQUINARIA AUTOMOTRIZ Y VEHÍCULOS	1) Atropello a peatones	– Sólo conducción por personal con el permiso adecuado. – Respetar y cumplir las señalizaciones. – Tener iluminación adecuada. – Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas. – Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia, ...). – Revisar periódicamente el estado del vehículo/máquina automotriz. – Desplazarse por lugares indicados para ello. – Precaución con pasos y accesos a garajes, naves, oficinas, etc.
	2) Choques y golpes entre vehículos. 3) Choques y golpes contra elementos fijos. 4) Vuelco de vehículos.	– Sólo conducción por personal con el permiso adecuado. – Respetar y cumplir las señalizaciones. – Tener iluminación adecuada. – Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas. – Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia, ...). – Revisar periódicamente el estado del vehículo/máquina automotriz. – Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo – Evitar la fatiga y el sueño. – Adoptar la velocidad adecuada.
	5) Caída de cargas	– Sólo conducción por personal con el permiso adecuado. – Respetar y cumplir las señalizaciones. – Tener iluminación adecuada. – Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas. – Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia...). – Revisar periódicamente el estado del vehículo/máquina automotriz. – Colocación adecuada de la carga (no sobrecargar, bien sujeta, estable y centrada).



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
7. ATRAPAMIENTOS	1) Atrapamientos por herramientas manuales	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Tener la iluminación adecuada. - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. - Utilizar el calzado adecuado. - Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria. - No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ... - No tocar partes en movimiento.
	2) Atrapamientos por herramientas portátiles eléctricas.	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Tener la iluminación adecuada. - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. - Utilizar el calzado adecuado. - Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria. - No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ... - No tocar partes en movimiento. - Transportar la máquina desconectada hasta el lugar de trabajo. - Los elementos móviles estarán protegidos.
	3) Atrapamientos por máquinas fijas.	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Tener la iluminación adecuada. - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. - Utilizar el calzado adecuado. - Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria. - No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ... - No tocar partes en movimiento. - Máquinas en buen estado con protecciones, resguardos y dispositivos de seguridad. - Emplear herramientas auxiliares adecuadas: empujadores, ganchos.
	4) Atrapamientos por objetos.	- Respetar y cumplir las señalizaciones. - Tener la iluminación adecuada. - Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. - Utilizar el calzado adecuado. - Formación de los operarios en la utilización



		de la maquinaria. – No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ... – No tocar partes en movimiento. – Nunca se trabajará debajo de objetos que no estén estables.
	5) Atrapamientos por mecanismos en movimiento.	– Respetar y cumplir las señalizaciones. – Tener la iluminación adecuada. – Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas. – Utilizar el calzado adecuado. – Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria. – No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ... – No tocar partes en movimiento. – Los elementos móviles estarán protegidos. – Respetar distancias entre maquinaria y zonas de paso y trabajo. – Se procurará trabajar en espacios amplios.

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
8.- CORTES	1) Cortes por herramientas portátiles eléctricas. 2) Cortes por herramientas manuales. 3) Cortes por máquinas fijas. 4) Cortes por objetos superficiales. 5) Cortes por objetos punzantes.	– Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos. – Proteger o señalizar las superficies cortantes que no se puedan eliminar. – Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones. – Utilizar guantes de protección mecánica. – Utilizar casco de protección. – Utilizar ropa adecuada de manga larga. – Utilizar calzado especial.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
9.- PROYECCIONES	1) Impacto por fragmentos o partículas sólidas. 2) Proyecciones líquidas.	– Instalar si es posible las máquinas que puedan originar proyecciones en lugares apartados o compartimentos cerrados. – Instalar pantallas de separación o mantas para evitar la dispersión de proyecciones. – Delimitar o señalizar la zona donde se puedan producir proyecciones. – Utilizar gafas o pantalla facial. – Utilizar ropa de trabajo adecuada con manga larga. – Utilizar casco de protección.

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
10.- CONTACTOS TÉRMICOS	1) Contactos con fluidos o sustancias calientes/fríos. 2) Contactos con focos calor/frío. 3) Contacto con proyecciones.	– Aislar térmicamente las partes susceptibles de producir quemaduras por contacto, delimitar o señalizar estas partes, de no ser posible su aislamiento térmico. – Utilizar guantes de protección térmica o mecánica. – Utilizar casco de protección. – Utilizar ropa de trabajo de características térmicas u otras características adecuadas, que cubran totalmente el cuerpo.

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
11.- CONTACTOS QUÍMICOS	1) Contacto con sustancias corrosivas. 2) Contacto con sustancias irritantes/alergizantes. 3) Otros contactos con sustancias químicas.	– Disponer los productos químicos en recipientes adecuados y etiquetados en lugares separados. – Delimitar o señalizar las zonas donde puedan existir productos químicos. – Utilizar guantes, ropa de trabajo, calzado, casco, protección ocular o facial y protección respiratoria, según proceda, de características adecuadas. – Previo a la utilización de un producto químico deberán conocerse las condiciones de utilización.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
12.- CONTACTOS ELÉCTRICOS	1) Contactos directos. 2) Contactos indirectos 3) Descargas eléctricas	a) <u>En las instalaciones y equipos:</u> - Formación e información a los trabajadores. - Mantener los elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajo envolventes cerrados y señalizados. - Revisar periódicamente el estado de las instalaciones y equipos. - Disponer de protecciones magnetotérmicas y diferenciales en todas las líneas de derivación en baja tensión. - Disponer de los equipos de protección individual precisos, tales como casco aislante, guantes aislantes, protección facial u ocular, ropa de trabajo, calzado de protección. - Deberán estar fabricados, montados y mantenidos de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables. - Los equipos portátiles de alumbrado serán de tensiones de seguridad o estarán alimentados a través de transformadores de separación de circuitos. - Todos los equipos eléctricos portátiles serán de doble aislamiento o aislamiento reforzado o estarán provistos de toma de tierra y protegidos por interruptores diferenciales de alta sensibilidad. - Los cables de alimentación a equipos provisionales deberán mantenerse en buen estado y se evitará que constituyan un riesgo por razón de su disposición. - Se evitará entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello. - En el interior de instalaciones eléctricas o en proximidad de ellas no se utilizarán escaleras o elementos metálicos largos. b) <u>Para trabajos en instalaciones sin tensión:</u> - Formar e informar a los trabajadores. - Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.



		- Colocar equipos de puesta a tierra y en cortocircuito adecuados. - Verificar la ausencia de tensión previa a los trabajos. - Disponer e instalar equipos de protección colectiva tales como: banquetas y/o alfombras aislantes, telas aislantes, pantallas de separación aislantes, protectores rígidos aislantes, protectores flexibles aislantes. - Disponer y utilizar los equipos de bloqueo y de señalización y delimitación. - Mantener distancias de seguridad a elementos en tensión.
	1) Contactos directos. 2) Contactos indirectos 3) Descargas eléctricas	c) <u>Para trabajos en instalaciones eléctricas con tensión:</u> - Formar y habilitar a los trabajadores. - Elaborar los procedimientos adecuados a los trabajos en tensión a realizar. - Disponer de los equipos de protección individual necesarios y adecuados, tales como: guantes aislantes y de protección mecánica, casco aislante, gafas y/o pantallas faciales, ropa de trabajo adecuada y de manga larga. - Disponer de equipos y materiales de protección colectiva tales como: pértigas aislantes, alfombras aislantes, telas aislantes, protectores aislantes rígidos y flexibles. - Vigilar constantemente durante los trabajos el mantenimiento de las distancias de seguridad a elementos en tensión. d) <u>Trabajos en proximidad de instalaciones eléctricas con tensión:</u> - Formar e informar a los trabajadores. - Mantener las distancias de seguridad de 3 metros para tensiones inferiores a 66 kV; de 5 metros entre 66 y 220 kV ambas incluidas, y de 7 metros para tensiones superiores a 220 kV. - Señalizar, vallar o apantallar la zona para impedir el contacto con elementos en tensión. - En caso de apertura de zanjas, demandar información a las Empresas Eléctricas sobre conducciones eléctricas enterradas.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
13.- ARCO ELÉCTRICO	1) Calor. 2) Proyecciones. 3) Radiaciones no ionizantes.	a) En los trabajos en instalaciones eléctricas sin tensión – Formar e informar a los trabajadores. – Verificar la ausencia de tensión. – Utilizar los equipos de protección individual tales como: casco aislante, gafas o pantalla de protección facial, ropa adecuada de manga larga... b) En los trabajos en instalaciones eléctricas con tensión – Formar y habilitar a los trabajadores. – Elaborar procedimientos de ejecución adecuados a los trabajos en tensión a realizar. – Disponer de equipos de protección individual principalmente: gafas o pantalla, casco aislante, ropa de trabajo resistente al arco. – No abrir ni cerrar circuitos con carga eléctrica. – No mantener dos puntos con distinto potencial accesibles entre sí, sin proteger.

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
14.-SOBRE-ESFUERZO	1) Esfuerzos al empujar o tirar de objetos. 2) Esfuerzo por el uso de herramientas. 3) Movimientos bruscos. 4) Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.	- Utilizar las herramientas adecuadas siguiendo las instrucciones del fabricante. - Potenciar los hábitos correctos de trabajo. - Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguros en la manipulación de cargas.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
15.-EXPLOSIONES	1) Atmósferas explosivas	- Los trabajos en recintos cerrados y con atmósferas explosivas deberán procedimentarse. - La instalación eléctrica del recinto cumplirá la reglamentación vigente. - Evitar la acumulación de gases combustibles. - Dotar de ventilación forzada la zona de trabajo.
	2) Máquinas, equipos y botellas de gases. 3) Voladuras o Material explosivo	- La instalación y equipo deberán cumplir la reglamentación vigente. - Colocar válvulas antirretroceso en los equipos de soldadura oxiacetilénica.. - Dejar las botellas de gases fuera de la zona de trabajo. - Correcta identificación de los gases comprimidos.
	4) Deflagraciones	- Utilizar la ropa de trabajo adecuada. - Utilizar el casco de seguridad. - Utilizar el calzado adecuado. - Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada - Tener iluminación adecuada. - Utilizar guantes de protección.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
16.-INCENDIOS	5) Acumulación de material combustible. 6) Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. 7) Focos de ignición. 8) Atmósfera inflamable. 9) Proyecciones de chispas. 10) Proyecciones de partículas calientes (soldadura) 11) Llamas abiertas. 12) Descargas de electricidad estática. 13) Sobrecarga de la red eléctrica.	– Los trabajos con riesgo de incendio deberán procedimentarse. – Deberá de haber un Plan de Emergencia y Evacuación en los centros que lo precisen. – El personal estará formado en los procedimientos de trabajo así como en los Planes de Emergencia y Evacuación. – Se evitará el contacto de las sustancias combustibles con fuentes de calor intempestivas: Fumar, recalentamientos de máquinas, instalaciones eléctricas inapropiadas, operaciones de fuego abierto descontroladas, superficies calientes, trabajos de soldadura, chispas de origen mecánico o debidas a electricidad estática. – Se ventilarán los vapores inflamables. – Se limitará la cantidad de sustancias combustibles en los lugares de trabajo. – Los combustibles se almacenarán en locales y recipientes adecuados. – En la medida de lo posible se evitará trabajar con sustancias de elevada inflamabilidad. – Se deberá cumplir la reglamentación vigente para la protección contra incendios tanto en la instalación como en el mantenimiento. – Las instalaciones eléctricas cumplirán las reglamentaciones vigentes en particular en lo relativo a cargas, protecciones, instalaciones antideflagrantes, etc. – Se dotarán los lugares de trabajos de extintores portátiles adecuados. – Se instalarán bocas de incendios equipadas donde se requieran.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
17.- CONFINAMIENTO	1) Golpes, choques, cortes o atrapa-mientos por espacio reducido. 2) Posición incómoda, esfuerzos. 3) Atmósfera nociva o viciada. 4) Temperatura excesiva. 5) Riesgo de inundación. 6) Riesgo eléctrico en medios conductores. 7) Situaciones de aislamiento o incomunicación. 8) Dificultades para rescate.	— Establecer procedimientos de trabajo en recintos confinados. — Utilizar procedimientos de descargo y etiquetado de equipos. — Establecer procedimientos de rescate. — Formar e informar a los trabajadores. — En los trabajos que requieran el uso de sustancias volátiles, no se realizarán operaciones que puedan provocar su deflagración. — Limitar el acceso al recinto a las personas autorizadas, el Jefe de trabajo controlará las personas que accedan. — Establecer sistemas de comunicación visual o acústica. — Mantener las condiciones respirables del recinto ventilando o bien utilizar equipos de protección respiratoria. — Controlar la temperatura del recinto o el tiempo de presencia. — Alumbrado portátil con transformadores de seguridad. — Utilizar máquinas portátiles neumáticas o eléctricas con alimentación a 24 V, o con sistema de separación de circuitos o con protección por relé diferencial de alta sensibilidad. — Mantener las botellas de oxígeno y acetileno fuera del recinto en caso de trabajos de soldadura acetilénica. — Mantener los grupos de soldadura eléctrica fuera del recinto. — Utilizar los equipos de protección individual adecuados al trabajo a realizar.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
18.-TRÁFICO	1) Choques entre vehículos 2) Atropello de peatones 3) Atropello en situaciones de trabajo 4) Vuelco de vehículos por accidente de tráfico. 5) Fallos mecánicos de vehículos. 6) Choques de vehículos contra objetos fijos.	a) Actuaciones sobre el hombre (peatón, viajero, conductor): – Formación e información en Seguridad Vial. – Conductas preventivas ante situaciones de riesgo. – Conducción en diferentes situaciones atmosféricas. – Colocación correcta de la carga. – Pautas de actuación en el accidente de tráfico. – Revisión psicofísica del conductor. – Observar las limitaciones de seguridad. – Cumplir las indicaciones de señalización. – Observar las prioridades de conducción. – Utilizar el cinturón de seguridad. – No conducir bajo efectos de alcohol u otras sustancias dopantes. b) Actuaciones sobre el vehículo: – Revisión de cada vehículo. – I.T.V. – control diario antes de su utilización/lista de chequeo. – cumplimiento del plan de mantenimiento de cada vehículo. – comunicación de anomalías detectadas durante su utilización. c) Actuaciones sobre la vía: – Conocimiento de las características de las vías habituales. – protección pasiva de la zona de trabajo, señalización.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
19.- AGRESIÓN DE ANIMALES	1) Picadura de insectos	– Vestir la ropa de trabajo correctamente – En caso existencia de insectos, procurar no realizar el trabajo en las horas de mayor insolación. – Utilizar repelentes o insecticidas.
	2) Ataque de perros	– Utilizar dispositivos para ahuyentarlos. – No darles nunca la espalda. – No realizar movimientos bruscos en su presencia. – Si es necesario protegerse en el vehículo.
	3) Agresión por otros animales.	– Acudir al Servicio de atención médica próximo.

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
20.-SOBRECARGA TÉRMICA.	1) Exposición prolongada al calor.	– Planificar el trabajo para no trabajar en las horas de mayor insolación. – Utilizar ropa de trabajo correctamente. – Tener la cabeza cubierta – Beber agua regularmente. – Si fuese necesario, trabajar a turno.
	2) Exposición prolongada al frío.	– Utilizar ropa de trabajo correctamente. – Utilizar ropa de abrigo apropiada. – En caso necesario trabajar a turno. – Si el frío es muy intenso, no trabajar nunca una persona sola.
	3) Cambios bruscos de temperatura.	– Prever tiempos de adaptación cuando varíen las zonas de trabajo y exista disparidad de temperatura entre las mismas.
	4) Estrés térmico.	– Cuando se deba trabajar en estas condiciones se debe controlar la sudoración. – Beber agua frecuentemente. – Tener previsto el consumo de pastillas de sal. – Se deberán utilizar procedimientos de trabajo, controlando si es necesario el tiempo de exposición.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
21.-RUIDO	1) Exposición a ruido.	– Utilización de los elementos de protección si se sobrepasan los límites reglamentarios (orejeras, tapones, etc.). – A ser posible utilizar maquinaria de bajo nivel sonoro. – En caso necesario reducir el tiempo de exposición.

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
22.-VIBRACIONES	1) Exposición a vibraciones.	– Utilizar maquinaria con bajo nivel de vibraciones. – A ser posible utilizar manguitos antivibratorios o “silent-blocks” en máquinas. – Utilizar protecciones personales en brazos y piernas.

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
23.- RADIA- CIONES IONIZANTES	1) Exposición a radiaciones ionizantes (rayos X, rayos gamma, etc.) 2) Contacto con productos radiactivos.	– Procedimentar los trabajos. – Señalización y delimitación de las zonas expuestas. – No permanecer en el radio de acción de la fuente emisora de la radiación. – Enclavamiento de la fuente. – Utilizar ropas y elementos de protección adecuados.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
24.- RADIA- CIONES NO IONIZANTES	1) Exposición a radiación ultravioleta. 2) Exposición a radiación infrarroja. 3) Exposición a radiación visible o luminosa.	– Utilización de gafas de protección o careta facial – Utilización de mandil o equipo similar. – Utilización de guantes largos. – Utilización de polainas.

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
25.- VENTILA- CIÓN	1) Ventilación ambiental insuficiente. 2) Ventilación excesiva 3) Condiciones de ventilación especiales. 4) Atmosferas bajas en oxígeno.	– Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse. – prever la necesidad de ventilación forzada. – siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos. – Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas). – Se tendrá un método previsto para cada trabajo. – Se trabajará con equipos autónomos de respiración

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
26.-ILUMINA- CIÓN	1) Iluminación ambiental insuficiente. 2) Deslumbramientos y reflejos	– Tener prevista la iluminación adicional o de socorro, en función de la zona (24 V. antideflagrante, etc.). – Modificar el tipo de lámparas. – Actuar sobre la superficie reflejante.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
27.- AGENTES QUÍMICOS	1) Exposición a sustancias asfixiantes. 2) Exposición a atmósferas contaminantes. 3) Exposición a sustancias tóxicas.	- Comprobar la cantidad de oxígeno del aire en la zona de trabajo, principalmente si se trabaja en zanjas o sótanos. - Utilización de los equipos de respiración autónoma. - Utilización de ropa de protección, para riesgos químicos. - Utilizar guantes protectores para riesgos químicos. - Comprobar, con los medios pertinentes, la calidad del aire. - Utilizar los equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
28.- AGENTES BIOLÓGICOS	1) Exposición a agentes biológicos. 2) Calidad de aire y agua	- Vacunación controlada de los trabajadores. - Reconocimientos médicos específicos. - Utilización de protectores de las vías respiratorias. - Utilización de ropa especial.

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
29.-CARGA FÍSICA	1) Movimientos repetitivos. 2) Carga estática o postural (espacios de trabajo) 3) Carga dinámica (actividad física).	- Se organizará el trabajo de forma que estos movimientos se den lo menos posible; si no fuera posible, se adoptarán pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada. - Se mantendrán limpios los lugares de trabajo. - Se mantendrá la zona de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios
	4) Condiciones climáticas exteriores.	- Se utilizarán las prendas de trabajo adecuadas en función del clima. - Se analizará la influencia de posibles condiciones climáticas extremas (frío-calor).



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
30.-CARGA MENTAL	1) Distribución de tiempos.	– Se organizará el trabajo previendo la necesidad de pausas o paralizaciones.
	2) Atención complejidad.	– Destinar al personal con la cualificación necesaria para la tarea encomendada.
	3) Monotonía por trabajos repetitivos.	– En trabajos monótonos o repetitivos, organizar el trabajo de modo a establecer la variación de funciones máximas posibles.
	4) Aislamiento.	– Establecer medidas que permitan comunicarse a los trabajadores aislados.
	5) Horario de trabajo	– Organización del trabajo adecuada a las horas y turnos.

RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
31.- CONDICIONES AMBIENTALES	1) Iluminación del puesto de trabajo.	– Tener prevista la iluminación adicional en función de la zona .
	2) Ventilación/Calidad del aire	– En caso de mala ventilación, se debe trabajar con ventilación forzada.
	3) Humedad. Temperatura	– Se mantendrá una buena ventilación de la zona de trabajo.
	4) Ruido molesto	– Si es posible aislar fuentes productoras de ruido.



RIESGOS DE SEGURIDAD	SITUACIONES DE RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN
32.- CONFIGURACIÓN DEL PUESTO	1) Espacios de trabajo 2) Distribución de equipos 3) Características de equipos (PDV's, iluminación, reflejos, etc.)	– Se tendrá en cuenta las influencias provocadas por trabajos próximos. – Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas. – Retirar los equipos innecesarios.

Jaén, Junio de 2.015

D.José Álvaro López Díaz.