

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE
VIVIENDAS”

DOCUMENTO 1 MEMORIA

Alumno: Julen Lizarrondo Ostiz

Tutor: Felix Arroniz Fdez. De Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2012

MEMORIA

1.1. Introducción	5
1.1.1. Objeto del proyecto.....	5
1.1.2. Emplazamiento	5
1.1.3. Descripción general del edificio	6
1.1.4. Normativa	11
1.1.5. Suministro de energía	11
1.2. Esquema de distribución.....	12
1.2.1. Introducción.....	12
1.2.2. Tipos de esquemas de distribución	12
1.2.3. Esquema de distribución fijado	14
1.3. Acometidas	15
1.4. Instalación de Enlace.....	16
1.4.1. Cajas Generales de Protección.....	16
1.4.2. Líneas Generales de Alimentación	18
1.4.3. Centralización de contadores.....	19
1.4.4. Derivaciones Individuales	26
1.4.5. Dispositivos generales de mando y protección.....	30
1.5. Instalaciones interiores en viviendas.....	32
1.5.1. Número de circuitos y características	32
1.5.2. Instalación en cuartos de baño.....	35
1.6. Garajes y Trasteros	37
1.6.1. Iluminación	37
1.6.2. Alumbrado de Emergencia	37
1.6.3. Ventilación.....	37
1.6.4. Detección de Humos y gases	37
1.6.5. Pluviales y fecales.....	37
1.6.6. Puerta Garaje	38
1.7. Locales Comerciales	39
1.7.1. Local 1 sin planificar.....	39
1.7.2. Local 2 sin planificar.....	39
1.7.3. Local 3 sin planificar	39
1.8. Iluminación.....	40
1.8.1. Introducción.....	40
1.8.2. Conceptos luminotécnicos	40
1.8.3. Sistemas de iluminación	42
1.8.4. Lámparas.....	43
1.8.5. Aparatos de alumbrado	52
1.8.6. Clasificación de las luminarias	55

1.8.7. Niveles de iluminación recomendados	57
1.8.8. Cálculo del alumbrado interior	59
1.8.9. Solución adoptada.....	63
1.8.10. Alumbrado especiales: de emergencia y señalización.....	63
1.8.11. Elección del sistema de alumbrado especial.....	65
1.9. Tipos de receptores	68
1.9.1. Introducción.....	68
1.9.2. Motores.....	68
1.9.3. Receptores para alumbrado.....	68
1.10. Previsión de cargas	69
1.11. Conductores y cables eléctricos	73
1.11.1. Introducción.....	73
1.11.2. Tipos de conductores	73
1.11.3. Sección del conductor.....	76
1.11.4. Canalizaciones	78
1.11.5. Normas para la elección de cables y tubos.....	80
1.11.6. Códigos de colores.....	81
1.11.7. Soluciones adoptadas.....	81
1.12. Cuadros eléctricos.....	83
1.12.1. Interconexión de las distintas partes de la instalación	83
1.12.2. Ubicación.....	83
1.12.3. Composición	84
1.12.4. Características de los cuadros de distribución	85
1.12.5. Características de los circuitos.....	85
1.13. Protecciones de baja tensión	87
1.13.1. Introducción.....	87
1.13.2. Dispositivos de protección.....	87
1.13.3. Protección de la instalación	88
1.13.3.1. Protección contra sobrecargas	89
1.13.3.2. Protección contra cortocircuitos	90
1.13.3.3. Calculo de las intensidades de cortocircuito.....	92
1.13.3.4. Coordinación de protecciones.....	97
1.13.4. Protección de las personas	97
1.13.4.1. Protección contra contactos directos.....	98
1.13.4.2. Protección contra contactos indirectos	98
1.13.5. Solución adoptada.....	99

1.14. Puesta a tierra	101
1.14.1. Introducción.....	101
1.14.2. Características de la puesta a tierra.....	101
1.14.3. Componentes de la puesta a tierra	102
1.14.4. Elementos a conectar a tierra	105
1.14.5. Solución adoptada.....	105
1.15. Resumen del presupuesto	105
1.16. Informe de seguridad y salud	106

1.1. Introducción

1.1.1. Objeto del proyecto

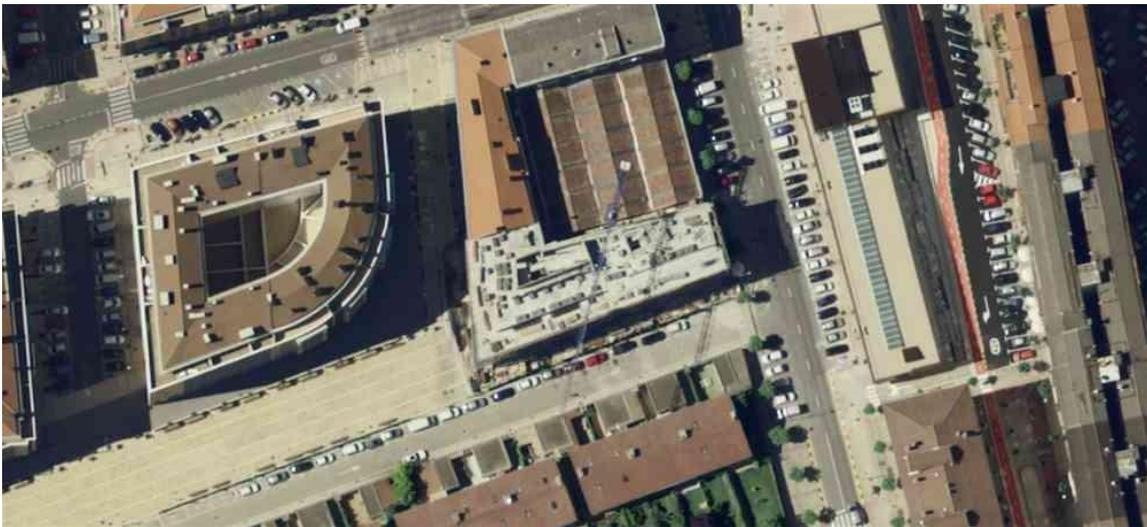
El objeto del proyecto es el diseño, cálculo y descripción del montaje, y materiales que son necesarios para el suministro de energía eléctrica a los diferentes receptores de fuerza y alumbrado de un bloque de 21 viviendas con 3 locales en la planta baja y dos plantas de garajes y una de trasteros comunitarios.

El suministro eléctrico demandado a la empresa distribuidora Iberdrola, S.A. será en baja tensión por lo que no precisa la instalación de un centro de transformación.

Se estudiarán las necesidades eléctricas del edificio en función de las cuales se proyectará la instalación eléctrica, reuniendo las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la autorización administrativa para su puesta en marcha, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

1.1.2. Emplazamiento.

El proyecto se sitúa en la parcela 32 de la unidad 6 de Ansoain, en la provincia de Navarra. El acceso a dichas parcelas será a través de las calles Sakanpea y Ostoki . El emplazamiento exacto se encuentra en la intersección de ambas calles.



1.1.3. Descripción general del edificio

Se trata de un único edificio destinado principalmente a viviendas, compuesto por 7 plantas, (incluye los garajes y la planta baja), el cual albergará también tres locales comerciales en la planta baja del edificio. El bloque dispondrá de dos portales. Cada uno de ellos dará acceso a 12 y a 9 viviendas (4 y 3 viviendas por planta), completando un total de 21 viviendas.

La distribución detallada de los diferentes emplazamientos será la siguiente:

Garajes

Ocuparan 2 plantas, y estarán situadas por debajo de la superficie terrestre (subterráneas). En estas plantas se encontrarán también los locales destinados a telecomunicaciones, bombeo de agua y el cuarto de pluviales y fecales. La Superficie construida de cada una de las plantas será de 802,57 m², distribuidas de la siguiente manera:

Sotano -1

GARAJE COCHES

Nº	S. ÚTIL	S. CONSTRUIDA
1	12,65	-
2	12,65	
3	13,95	
4	13,95	
5	11,00	
6	11,00	
7	12,25	
8	12,25	
9	13,50	
10	13,50	
11	13,45	
12	13,45	
13	10,90	
14	10,90	
15	12,40	
16	12,40	
16 PLAZAS	200,20	224,07

GARAJE MOTOS

Nº	S. ÚTIL	S. CONSTRUIDA *
M1	3,50	-
M2	3,50	
M3	3,50	
M4	3,50	
M5	3,50	
5 PLAZAS	17,50	22,96

GARAJE COMUNES

		S. CONSTRUIDA
RAMPA/ PASILLOS		486,52
NUCLEO/ ESC EMERG	1	21,77
NUCLEO / ESC EMERG	2	22,16
BASURAS	1	7,91
BASURAS	2	17,18
		555,54

Sotano -2

GARAJE COCHES

Nº	S. ÚTIL	S. CONSTRUIDA
17	12,65	
18	12,65	
19	13,95	
20	13,95	
21	11,00	
22	11,00	
23	12,25	
24	12,25	
25	13,50	
26	13,50	
27	13,45	
28	13,45	
29	10,90	
30	10,90	
31	13,60	
32	13,60	
33	13,15	
34	13,80	
18 PLAZAS	229,55	260,72

GARAJE MOTOS

Nº	S. ÚTIL	S. CONSTRUIDA *
M6	3,50	
M7	3,50	
M8	3,50	
M9	3,50	
M10	3,50	
M11	3,50	
M12	3,50	
M13	3,50	
M14	3,50	
M15	3,50	
M16	3,50	
M17	3,50	
M18	3,50	
M19	3,50	
M20	3,50	
M21	3,50	
16 PLAZAS	56,00	82,42

GARAJE COMUNES

S. CONSTRUIDA	
RAMPA/ PASILLOS	416,57
NUCLEO / ESC EMERG 1	21,77
NUCLEO / ESC EMERG 2	21,09
	459,43

- Planta Baja

Esta planta albergará los 2 portales para el acceso a viviendas y los tres locales comerciales, además de diferentes emplazamientos (Cuarto de contadores, cuarto de limpieza í). La superficie de cada uno de ellos será la siguiente:

PLANTA BAJA

S. CONSTRUIDA	
PORTAL 1	41,59
PORTAL 2	36,38
RAMPA	120,23
ESC. EMERG.1	10,83
ESC. EMERG.2	21,68
	230,71

PORCHE

S. CONSTRUIDA	
PORCHE	264,03

264,03

LOCALES

Nº	S. ÚTIL	S. CONSTRUIDA
1	62,23	66,51
2	156,25	166,82
3	68,31	74,50
TOTAL PB	286,79	307,83

3 LOCALES	286,79	307,83
-----------	--------	--------

- Plantas superiores (desde el 1º piso hasta el 3º piso)

Destinadas única y exclusivamente para el uso de viviendas. El primer portal dará acceso a las viviendas 12 viviendas, y el segundo a las 9 viviendas. En la siguiente tabla, se muestra la superficie útil de cada una de las viviendas.

TIPO	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6	TIPO 7	TIPO 8	TOTAL
SITUACIÓN	PORTAL 2 1ª, 2ª y 3ª	PORTAL 2 1ª, 2ª y 3ª	PORTAL 2 2ª y 3ª	PORTAL 1 1ª, 2ª y 3ª	PORTAL 1 1ª, 2ª y 3ª	PORTAL 1 1ª, 2ª y 3ª	PORTAL 1 1ª, 2ª y 3ª	PORTAL 2 1ª	
DISTRIBUCIÓN	A	B	C	A	B	C	D	C	
DISTRIBUIDOR	7,24	4,51	3,47	5,23	5,84	6,12	4,96	3,47	
SALÓN-COMEDOR	21,53	17,42	21,61	24,24	19,10	21,52	20,95	21,61	
COCINA	8,34	8,17	9,14	9,74	7,68	10,27	9,46	9,14	
DORMITORIO 1	12,03	13,03	14,82	14,73	15,20	14,60	13,77	14,82	
DORMITORIO 2	11,98	10,78	11,61	9,94	11,26	10,17	13,62	11,61	
DORMITORIO 3	10,38		10,68	9,86		10,28	13,80	10,68	
BAÑO 1	4,23	3,99	4,13	4,13	4,08	4,46	4,35	4,13	
BAÑO 2 / ASEO	2,80	2,73	3,18	3,18	2,66	3,37	4,05	3,18	
PASILLO	5,26	3,04	3,05	5,15		7,44	3,32	3,05	
TENDEDERO/BALCON	2,22	2,59	2,98	1,59	2,67	1,71	1,67	1,88	
S. ÚTIL VIVIENDA TIPO	86,01	66,26	84,67	87,79	68,49	89,94	89,95	83,57	
Nº VIVIENDAS	3	3	2	3	3	3	3	1	21,00
TOTAL S. ÚTIL	258,03	198,78	169,34	263,37	205,47	269,82	269,85	83,57	1.718,23

- Planta bajocubierta (última planta)

Destinadas para el uso de trasteros, sala de calderas,RITS.... La superficie de cada uno de ellos será la siguiente:

TRASTEROS

Nº	S. ÚTIL	S. CONSTRUIDA
1	11,45	
2	9,50	
3	9,25	
4	9,65	
5	9,65	
6	9,65	
7	9,65	
8	8,85	
9	12,05	
10	14,10	
11	12,70	
12	12,70	
13	12,70	
14	12,70	
15	14,95	
16	11,80	
17	9,90	
18	9,85	
19	9,60	
20	9,70	
21	10,20	
21 TRASTEROS	230,60	270,89

COMUNES

	S. CONSTRUIDA
NÚCLEO COMUNIC. 1	20,66
NÚCLEO COMUNIC. 2	28,98
SALA DE CALDERAS	35,03
TELECOMUNICACIONES (R.I.T.S.)	4,75
LIBRO EDIFICIO	3,83
PASILLOS / VESTIBULOS	85,56
	178,81

21 TRASTEROS	230,60	270,89
--------------	--------	--------

1.1.4. Normativa

La realización del proyecto y la ejecución de las instalaciones se efectuaran de acuerdo con la normativa vigente, la cual se detalla a continuación:

- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión, que fue aprobado por el consejo de Ministros, reflejado en el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 y publicado en el BOE N°.224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica. Real Decreto de 12 de Marzo de 1954.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, Instalaciones: IEB: Baja tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puesta a tierra.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Anexo IV: Reglamento de iluminación en los lugares de trabajo.
- NBE-CPI/96: condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios, aprobada por el Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, y publicada en el BOE el día 29 de octubre de 1996.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola distribución eléctrica S.A.ö
- Ley de prevención de riesgos laborales. Real Decreto 31/1995, de 8 de noviembre.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales. Real Decreto 1267/1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

1.1.5 Suministro de energía.

El suministro sera proporcionado, desde el punto que se estime oportuno de acuerdo a la potencia total demandada, en nuestro caso, de las arquetas situadas en ca una de las parcelas ocupadas. Las características más importantes del suministro son las siguientes;

- | | |
|-------------------------------------|---|
| - Empresa Suministradora: | IBERDROLA, S.A. |
| - Suministro: | Corriente alterna, trifásica a tres hilos y neutro. |
| - Tensión de suministro nominal: | 400 V (entre fases) ó 230 V (entre fase y neutro) |
| - Tensión máx. entre fase y tierra: | 250 V |
| - Aislamiento de los cables de red: | 0´6/1 kV |
| - Frecuencia: | 50 Hz |
| - Sistema de puesta a tierra | Neutro unido directamente a tierra (TT) |
| - Imáx. del cortocircuito trifásico | 50 kA |

Según indicación de la compañía, las acometidas serán subterráneas, tendida por la acera exterior que circunda el edificio.

1.2. Esquema de distribución

1.2.1. Introducción

Será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro. Y se clasifican mediante un código de dos letras.

La primera letra (T o I) considera la situación del neutro respecto a tierra en el origen de la instalación. La letra T indica una conexión directa del neutro a tierra. La letra I indica, bien conexión del neutro a tierra a través de una impedancia elevada (1.000 a 2.000 Ω), bien aislamiento de las partes activas respecto a tierra. La segunda letra (T o N) considera la situación de las masas respecto a tierra. La letra T indica que las masas están conectadas directamente a tierra. La letra N indica que las masas están conectadas al neutro.

1.2.2. Tipos de esquemas de distribución

ESQUEMA TN:

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurarse de que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección de tierra en el punto de entrada de cada edificio o establecimiento.

La impedancia del bucle de fallo es baja (no pasa por tierra). Si se produce un fallo de aislamiento, éste se transforma en cortocircuito y deberá ser eliminado por los dispositivos de protección contra sobreintensidades. En caso de fallo en cualquier lugar de la instalación, que afecte a un conductor de fase, al conductor de protección o a una masa, el corte automático de la alimentación deberá producirse en el tiempo prescrito de corte t , respetando la condición siguiente:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

Donde:

ZS: impedancia del bucle de fallo incluyendo la línea de alimentación, el conductor de protección y la fuente (bobina del transformador).

Ia: corriente de funcionamiento del dispositivo de protección en el tiempo prescrito en la tabla I.

U0: tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

Tabla I	
Tensión nominal U_0 (V)	Tiempo de corte (s)
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

- Esquema TN-S: el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.
- Esquema TN-C: las funciones de neutro y de protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema.
- Esquema TN-C-S: las funciones de neutro y de protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.

ESQUEMA TT:

En el esquema TT el neutro o compensador se conecta directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación. Ambas tierras deben estar lo suficientemente separadas para evitar los riesgos de transferencia de potenciales entre ellas. Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben estar interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

El punto neutro de cada generador o transformador, o si no existe, un conducto de fase de cada de generador o transformador, debe ponerse a tierra.

La corriente de fallo está fuertemente limitada por la impedancia de las tomas de tierra, pero puede generar una tensión de contacto peligrosa. La corriente de fallo es generalmente demasiado débil como para requerir protecciones contra sobrecorrientes, por lo que se eliminara preferentemente mediante un dispositivo de corriente diferencial residual.

En caso de fallo del aislamiento de un receptor, la corriente de fallo circula por el circuito llamado bucle de fallo, constituido por la impedancia del fallo en la masa del receptor, la conexión de dicha masa al conductor de protección, el propio conductor de protección y su puesta a tierra; el bucle se cierra con las bobinas del transformador y el circuito de alimentación.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a = U$$

Donde:

RA: es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

Ia: es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el instrumento de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

U: es la tensión de contacto límite convencional (50V, 24V u otras, según los casos). En el esquema TT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

ESQUEMA IT:

En el esquema IT, la alimentación de la instalación está aislada de tierra, o conectada a ella con una impedancia Z elevada. Esta conexión se lleva a cabo generalmente en el punto neutro o en un punto neutro artificial. En caso de fallo de aislamiento, la impedancia del bucle de fallo es elevada (viene determinada por la capacidad de la instalación con respecto a tierra o por la impedancia Z).

En el primer fallo, el incremento de potencial de las masas permanece limitado y sin peligro. La interrupción no es necesaria y la continuidad está asegurada, pero debe buscarse y eliminarse el fallo para lograr un servicio competente. Con ese objeto, un controlador permanente de aislamiento (CPA) vigila el estado de aislamiento de la instalación. Si al primer fallo no eliminado se añade un segundo, se transforma en cortocircuito, el cual deberá ser eliminado por los dispositivos de protección contra sobrecorrientes pertinentes

1.2.3. Esquema de distribución fijado.

El esquema de distribución para distribuir las líneas que alimentan todos los receptores, es el TT, prefijado por la compañía suministradora, ya que ella es la propietaria del Centro de transformación y la ejecutora del propio CT.

1.3. Acometidas

- Normativa aplicada

Todas las acometidas serán subterráneas, por lo tanto su instalación se realizará de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-07, aplicando los correspondientes factores de corrección o de acuerdo con las especificaciones Iberdrola para Instalaciones subterráneas de baja tensión (MT 2.51.01, Edición 05, Septiembre de 2003). En cualquier caso, se atenderá siempre al caso más desfavorable, cumpliendo siempre lo establecido en el REBT.

Discurrirán por terrenos de dominio público, siguiendo los trazados mas cortos.

Para el cálculo de los conductores y conductos, tendremos en cuenta:

- Máxima carga prevista de acuerdo con la ITC-BT-10.
- Tensión de suministro.
- I_{max} admisibles para el tipo de conductor y condiciones de instalación
- Caída de tensión máxima admisible.

- Instalación.

Se dispondrá de un total de dos acometidas, una para cada portal. Los puntos de interconexión a la red de distribución de la empresa suministradora se realizaran en cada una de las arquetas habilitadas para tal efecto. Dispondremos de un total de dos arquetas. Las canalizaciones serán enterradas, a una profundidad de 0,7 metros. Teniendo en cuenta el punto nº 7.1 del Manual Técnico de Distribución de Septiembre de 2003 (MT 2.51.01), los conductores utilizados desde el punto de interconexión, hasta el cuadro general de distribución serán los siguientes:

Características del conductor:

- Cable tipo RV
- Conductores: Aluminio
- Secciones: 50 – 95 – 150 -240 mm²
- Tensión asignada: 0,6/1 kV
- Aislamiento: Polietileno reticulado
- Cubierta: PVC

Acometida 1:

- Conductor: RV 06/1kV 3x95/50mm² Al
- Diámetro Tubo : 140mm
- Longitud: 20 m.

Acometida 2:

- Conductor: RV 06/1kV 3x95/50mm² Al
- Diámetro Tubo:140mm
- Longitud:20m.

1.4 Instalación de enlace

Se denomina instalación de enlace, aquellas que unen la caja general de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras. Comienza al final de cada acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección.

A continuación, se detalla cada una de las partes que constituyen la instalación de enlace.

1.4.1. Cajas Generales de Protección.

- Normativa aplicada

Se instalará preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en un lugar de libre y permanente acceso.

Las acometidas subterráneas se instalarán siempre en un nicho en pared, que se cerrará preferentemente con una puerta metálica, con grado de protección IK 10 según la UNE-EN 50102. En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas y la salida de las LGA's, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 para canalizaciones enterradas y empotradas respectivamente.

La parte inferior de la puerta se colocará como mínimo a 30 cm. del suelo.

No se alojarán más de dos CGP en el interior de un mismo nicho, disponiéndose una CGP por cada LGA.

- Instalación.

Los dos emplazamientos para colocar las respectivas Cajas Generales Protección estarán situados en la fachada exterior del edificio, junto a la entrada de los garajes, en los emplazamientos reservados en la construcción para tal efecto.

Colocaremos una única CGP por portal.

La CGP de con conexión bimetálica, ya que la acometida es de aluminio (Obligado por Iberdrola) y la LGA es de cobre.

Las características de cada uno de los nichos son las siguientes:

Nicho 1 Y 2 :

Medidas: 1000 X 1200 mm

Marca: Uriarte

Puerta: PU-MET-100X120

Bombin: B-ID-NORTE

**PUERTAS METÁLICAS PARA CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN CGP.
 CON CIERRE TRIANGULAR Y POSIBILIDAD DE COLOCACIÓN DE CANDADO (INCLUIDO)
 BOMBINES CON LLAVE NORMALIZADOS PARA PUERTAS METÁLICAS SEGÚN COMPAÑÍAS.**

Código ref.	Descripción	Medidas Alto x Ancho (mm)
PU-MET-100X120	Para cerramiento de BTV, 250A y 400A en Esquema 11, 2 CGP en esquema 10, 2 CGP en esquema 7.	1000X1200
B-ID-NORTE	Bombín IBERDROLA Región NORTE (P.Vasco, Navarra)	-

CGP 1 Y 2:



GL-250A-7-BUC y GL-400A-7-BUC

CARACTERÍSTICAS

- Bases portátiles unipolares de 250A ó 400A seccionables en carga de máxima seguridad.
- Neutro seccionable.
- Tornillos encastrados en las pletinas para el conexionado de terminales bimetálicos de hasta 240 mm² para entrada y salida de abonado.
- Características de las bases unipolares cerradas (BUC):
 - Seccionamiento manual sin ningún tipo de riesgo y con posibilidad de extraer la maneta.
 - Dispositivo extintor de arco.
 - Detector de fusión.

Código ref.	Descripción	Ancho x Alto x Fondo (mm)
GL-250A-7-BUC	3 Bases BUC NH-1 de 250A + Neutro	360x500x150

1.4.2. Líneas Generales de Alimentación

- Normativa aplicada

El trazado de la LGA será lo más corto y rectilíneo posible.

Iberdrola solamente permite la instalación de esta línea por conducto entubados y con una potencia máxima de 150kW por línea.

Cuando se instalen en el interior de tubos, su diámetro, y la sección de los conductores a instalar, serán según lo establecido en la tabla 1 de la ITC-BT-14 o de acuerdo con las especificaciones Iberdrola para Instalaciones de Enlace (MT 2.80.12, Edición 01, Julio de 2004). En cualquier caso, se atenderá siempre al caso más desfavorable, cumpliendo siempre lo establecido en el REBT como mínimo.

En instalaciones de cables aislados y conductores de protección en el interior de tubos enterrados se cumplirá lo especificado en la ITC-BT-07, excepto en lo indicado en la ITC-BT-14, que prevalece sobre la 07.

La sección mínima de los conductores será 10 mm^2 en cobre o 16 mm^2 en aluminio. unipolares aislados, no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, siendo su tensión asignada 0,6/1kV.

La caída de tensión máxima permitida será del 0,5% con contadores totalmente centralizados y del 1% si la centralización es parcial.

El conductor neutro tendrá una sección de aproximadamente el 50% de la correspondiente al conductor de fase, no siendo inferior a lo especificado en la tabla 1 de la ITC-BT-14.

- Instalación.

Se instalarán dos Líneas Generales de Alimentación, tal y como se ha indicado en el apartado de 1.4 de dicha memoria, ya que Iberdrola permite una potencia máxima de 150kW para esta línea.

La canalización discurrida enterrada a una profundidad de 0'5 m, siguiendo el trazado más corto hasta llegar a la centralización de contadores.

La distribución se realizará de forma que el fallo cualquiera de las líneas, afecte lo menos posible a las instalaciones interiores receptoras. A continuación, se detallan las líneas instaladas y a qué circuitos alimentarán cada una de ellas.

La caída de tensión máxima admisible será del 0,5% de la tensión nominal, ya que los contadores estarán totalmente centralizados en la planta baja del edificio.

Ninguna de las líneas llevara incorporado el conductor de protección. Este llegará directo a cada uno de los cuartos habilitados para la ubicación de los contadores, procedente de la instalación general de tierra del edificio.

Portal 1-> LGA 1

- Conductor: RZ1 06/1kV 3x150/70+TTx95 Cu
- Diámetro Tubo: 160 mm.
- Longitud: 55 m.

Portal 2-> LGA 2

- Conductor: RZ1 06/1kV 3x95/50+TTx50 Cu
- Diámetro Tubo: 140 mm.
- Longitud: 30 m.

1.4.3. Centralización de contadores.

- Normativa aplicada

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, podrán estar ubicados en: módulos (cajas con tapas precintables), paneles o armarios. Todos ellos, constituirán conjuntos que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 partes 1,2 y 3. El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20.324 y UNE-EN 50.102, respectivamente.

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

Cuando se utilicen módulos o armarios, éstos deberán disponer de ventilación interna para evitar condensaciones sin que disminuya su grado de protección.

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

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

Los cables serán de 6 mm² de sección, salvo cuando se incumplan las prescripciones reglamentarias en lo que afecta a previsión de cargas y caídas de tensión, en cuyo caso la sección será mayor.

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

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE21.027 ó9 (mezclas termoestables) o a la norma UNE 21.1002 (mezclas termoplásticas) cumplen con esta prescripción.

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

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

- Instalación en Local

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

El local cumplirá las condiciones de protección contra incendios que establece la NBE-CPI-96 para los locales de riesgo especial bajo y responderá a las siguientes condiciones:

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

- no servirá nunca de paso ni de acceso a otros locales.

- estará construido con paredes de clase M0 y suelos de clase M1, separado de otros locales que presenten riesgos de incendio o produzcan vapores corrosivos y no estará expuesto a vibraciones ni humedades.
- dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente para comprobar el buen funcionamiento de todos los componentes de la concentración.
- cuando la cota del suelo sea inferior o igual a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que en el caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local.
- las paredes donde debe fijarse la concentración de contadores tendrán una resistencia no inferior a la del tabicón de medio pie de ladrillo hueco.
- el local tendrá una altura mínima de 2,30 m y una anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50 m. Sus dimensiones serán tales que las distancias desde la pared donde se instale la concentración de contadores hasta el primer obstáculo que tenga enfrente sean de 1,10 m. La distancia entre los laterales de dicha concentración y sus paredes colindantes será de 20 cm. La resistencia al fuego del local corresponderá a lo establecido en la Norma NBE-CPI-96 para locales de riesgo especial bajo.
- la puerta de acceso abrirá hacia el exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,70x2 m, su resistencia al fuego corresponderá a lo establecido para puertas de locales de riesgo especial bajo en la Norma NBE-CPI-96 y estará equipada con la cerradura que tenga normalizada la empresa distribuidora.
- dentro del local e inmediato a la entrada deberá instalarse un equipo autónomo de alumbrado de emergencia, de autonomía no inferior a 1 hora y proporcionando un nivel mínimo de iluminación de 5 lux.
- en el exterior del local y lo más próximo a la puerta de entrada, deberá existir un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio.

- Concentración de contadores

Las concentraciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.

En referente al grado de inflamabilidad cumplirán con el ensayo del hilo incandescente descrito en la norma UNE-EN 60.695 -2-1, a una temperatura de 960°C para los materiales aislantes que estén en contacto con las partes que transportan la corriente y de 850°C para el resto de los materiales tales como envolventes, tapas, etc.

Cuando existan envolventes estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan toda manipulación interior y podrán constituir uno o varios conjuntos. Los elementos constituyentes de la concentración que lo precisen, estarán marcados de forma visible para que permitan una fácil y correcta identificación del suministro a que corresponde.

La propiedad del edificio o el usuario tendrán, en su caso, la responsabilidad del quebranto de los precintos que se coloquen y de la alteración de los elementos instalados que quedan bajo su custodia en el local o armario en que se ubique la concentración de contadores.

Las concentraciones permitirán la instalación de los elementos necesarios para la aplicación de las disposiciones tarifarias vigentes y permitirán la incorporación de los avances tecnológicos del momento.

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

El cableado que efectúa las uniones embarrado-contador-borne de salida podrá ir bajo tubo o conducto.

Las concentraciones, estarán formadas eléctricamente, por las siguientes unidades funcionales:

- Unidad funcional de interruptor general de maniobra

Su misión es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores. Será obligatoria para concentraciones de más de dos usuarios.

Esta unidad se instalará en una envolvente de doble aislamiento independiente, que contendrá un interruptor de corte omnipolar, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que los otros polos.

Se instalará entre la línea general de alimentación y el embarrado general de la concentración de contadores.

Cuando exista más de una línea general de alimentación se colocará un interruptor por cada una de ellas.

El interruptor será, como mínimo, de 160 A para previsiones de carga hasta 90 kW, y de 250 A para las superiores a ésta, hasta 150 kW.

- Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad

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

- Unidad funcional de medida

Contiene los contadores, interruptores horarios y/o dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.

- Unidad funcional de mando (opcional)

Contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro.

- Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida

Contiene el embarrado de protección donde se conectarán los cables de protección de cada derivación individual así como los bornes de salida de las derivaciones individuales.

El embarrado de protección, deberá estar señalizado con el símbolo normalizado de puesta a tierra y conectado a tierra.

- Elección del sistema de instalación

Para homogeneizar estas instalaciones la Empresa Suministradora, de común acuerdo con la propiedad, elegirá de entre las soluciones propuestas la que mejor se ajuste al suministro solicitado. En caso de discrepancia resolverá el Organismo Competente de la Administración

Se admitirán otras soluciones tales como contadores individuales en viviendas o locales, cuando se incorporen al sistema nuevas técnicas de telegestión.

- **Instalación en obra.**

Dado que por cada portal en número de contadores en superior a 16, dispondremos de un local en cada uno de los portales, todos ellos situados en la planta baja del edificio.

Las centralizaciones de los portales 1 y 2 contarán de un embarrado y de un interruptores generales de maniobra, ya que a cada una de ellas nos llegan una sola línea general de alimentación.

Las ubicaciones exactas de cada centralización estarán situadas según el plano de la planta baja del presente proyecto, respetando las condiciones mínimas impuestas por el REBT.

A continuación, se detallan las características de los elementos que componen cada una de las centralizaciones:

Centralización Portal 1

LGA 1

- IGM:

Nº polos: 4P

I_{nominal}: 250 A

PdC: 20 kA

Marca y referencia: URIARTE – IDT-250A

- Contadores:

Monofásicos: 15

Trifásicos: 6



PMI-15-E



PTI-6-E

-Seccionador y tapa de toma tierra URIARTE:

Código ref.	Descripción	Ancho x Alto x Fondo (mm)
CST-150	Caja de seccionamiento a tierra para sección de cable hasta 150 mm.	180x360x170
TRP-250	Tapa de registro para la toma a tierra (polyester)	250x250x60

Centralización Portal 2

LGA 2

- IGM:

Nº polos: 4P

I_{nominal}: 250 A

PdC: 20 kA

Marca y referencia: URIARTE – IDT-250A

- Contadores:

Monofásicos: 12

Trifásicos: 6



PMI-12-E



PTI-6-E

-Seccionador y tapa de toma tierra URIARTE:

Código ref.	Descripción	Ancho x Alto x Fondo (mm)
CST-150	Caja de seccionamiento a tierra para sección de cable hasta 150 mm.	180x360x170
TRP-250	Tapa de registro para la toma a tierra (polyester)	250x250x60

1.4.4. Derivaciones individuales.

Normativa:

Es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario.

Las D.I se inician en el embarrado general y comprenden los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección (DGMP)

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

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

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

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

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

Instalación según R.E.B.T.

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

En cualquier caso, de dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones. En locales donde no esté definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50m² de superficie.

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

En el caso de edificios destinados principalmente a viviendas, en edificios comerciales, de oficinas, o destinados a una concentración de industrias, las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes.

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

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

Tabla 1. Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica.

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

Para más derivaciones individuales de las indicadas se dispondrá el número de conductos o canaladuras necesario.

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

Con objeto de facilitar la instalación, cada 15 m se podrán colocar cajas de registro precintables, comunes a todos los tubos de derivación individual, en las que no se realizarán empalmes de conductores. Las cajas serán de material aislante, no propagadoras de la llama y grado de inflamabilidad V-1, según UNE-EN 60695-11-10.

Para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, la derivación individual cumplirá lo que se indica en la ITC-BT-07 para redes subterráneas, excepto en lo indicado en la presente instrucción.

Conductores

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro, así como el conductor de protección. En el caso de suministros individuales el punto de conexión del conductor de protección, se dejará a criterio del proyectista de la instalación. Además, cada derivación individual incluirá el hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas. No se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

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

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

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

Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1 kV

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

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

La sección mínima será de 6mm², para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando, que será de color rojo.

Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta lo siguiente:

La demanda prevista para cada usuario, que será como mínimo la fijada por la ITC-BT-010 y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos privados de mando y protección.

A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo que se indica en la ITC-BT-19 y para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, lo dispuesto en la ITC-BT-07.

La caída de tensión máxima admisible se

- Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0'5%.
- Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1%.
- Para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación: 1'5%.

Instalación (Ejecución en Obra).

Discurrirán por los platinillos empotrados en pared habilitados para tal efecto, situados junto al hueco de las escaleras y las zonas comunes de las entreplantas. Las dimensiones de estos serán de 1'25 x 0'65 m en los tres portales, ya que el número de derivaciones máximas en un mismo punto es de 17 en el peor de los casos (portal 1) y de 14 en el mejor de ellos (portal 2).

La máxima caída de tensión permitida para cada una de las líneas será del 1%, ya que los contadores se encuentran totalmente centralizados en la planta baja.

Las secciones de los conductores, número de conductores y secciones de cada uno de los tubos se detallan en el punto 2.3.3 del apartado cálculos del presente proyecto.

El número de derivaciones por canaladura será el siguiente: Portal 1:

D.I para viviendas: 12

D.I para servicios generales (escalera): 1

D.I para locales: 1

D.I para garajes y trasteros: 3

D.I. reserva: 2 (Un tubo de reserva de 32mm por cada diez D.I)

El número de derivaciones por canaladura será el siguiente: Portal 2:

D.I para viviendas: 9

D.I para servicios comunes: 1

D.I para escalera: 1

D.I para locales: 2

D.I para trasteros: 1

D.I. reserva: 2 (Un tubo de reserva de 32mm por cada diez D.I)

1.4.5. Dispositivos generales de mando y protección

Situación

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

En viviendas, deberá preverse la situación de los dispositivos generales de mando y protección junto a la puerta de entrada y no podrá colocarse en dormitorios, baños, aseos, etc. En los locales destinados a actividades industriales o comerciales, deberán situarse lo más próximo posible a una puerta de entrada de éstos.

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

En locales de uso común o de pública concurrencia, deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.

Composición y características de los cuadros

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

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE- EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

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

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

Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario. Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

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

Características principales de los dispositivos de protección

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la Instrucción ITC-BT-24.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen

1.5. Instalaciones interiores en viviendas

1.5.1. Número de circuitos y características

Los circuitos de protección privados se ejecutarán según lo dispuesto en la ITC- BT-17 y constarán como mínimo de:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar con accionamiento manual, de intensidad nominal mínima de 25 A y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. El interruptor general es independiente del interruptor para el control de potencia (ICP) y no puede ser sustituido por éste.
- Uno o varios interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general. Cuando se usen interruptores diferenciales en serie, habrá que garantizar que todos los circuitos quedan protegidos frente a intensidades diferenciales-residuales de 30 mA como máximo, pudiéndose instalar otros diferenciales de intensidad superior a 30 mA en serie, siempre que se cumpla lo anterior.
- Para instalaciones de viviendas alimentadas con redes diferentes a las de tipo TT, que eventualmente pudieran autorizarse, la protección contra contactos indirectos se realizará según se indica en el apartado 4.1 de la ITC-BT-24.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones, si fuese necesario, conforme a la ITC-BT-23.

En el caso de instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, que se desarrolla en la ITC-BT-51, la alimentación a los dispositivos de control y mando centralizado de los sistemas electrónicos se hará mediante un interruptor automático de corte omnipolar con dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos que se podrá situar aguas arriba de cualquier interruptor diferencial, siempre que su alimentación se realice a través de una fuente de MBTS o MBTP, según ITC-BT-36.

Derivaciones

Los tipos de circuitos independientes serán los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos con una intensidad asignada.

Electrificación básica

C1: circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.

C2: circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.

C3: circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno.

C4: circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.

C5: circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.

Electrificación elevada

Es el caso de viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar mas de un circuito de cualquiera de los tipos descritos anteriormente, así como con previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización, gestión técnica de la energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a 160 m². En este caso se instalará, además de los correspondientes a la electrificación básica, los siguientes circuitos:

C6: Circuito adicional del tipo C1, por cada 30 puntos de luz

C7: Circuito adicional del tipo C2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m².

C8: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta.

C9: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación aire acondicionado, cuando existe previsión de éste

C10: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente

C11: Circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste.

C12 Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C3 o C4, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C5, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

Tanto para la electrificación básica como para la elevada, se colocará, como mínimo, un interruptor diferencial de las características indicadas en el apartado 2.1 por cada cinco circuitos instalados.

En nuestro caso, no tenemos viviendas con electrificación elevada.

A continuación, se detallarán las características de cada uno de los circuitos eléctricos

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad Fs	Factor utilización Fu	Tipo de toma ⁽⁷⁾	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm ²	Tubo o conducto Diámetro mm ⁽⁸⁾
C ₁ Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽⁹⁾	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C ₄ Lavadora	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T	16	3	4 ⁽⁶⁾	20
C ₄ lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T	16	3	4 ⁽⁶⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20

Los puntos de utilización mínimos de cada uno de los circuitos, en función de la estancia, quedan definidos en la siguiente tabla:

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

Todas las tomas eléctricas y puntos de luz están reflejadas en el apartado planos del presente proyecto, cumpliendo con el mínimo especificado en el REBT y ateniéndonos a las dimensiones y utilidades que se le vaya a dar a cada uno de los emplazamientos.

1.5.2. Instalación en cuartos de baño

Para las instalaciones de estos locales se tendrán en cuenta los cuatro volúmenes 0, 1, 2 y 3 que se definen a continuación. En el apartado 5 de la presente instrucción se presentan figuras aclaratorias para la clasificación de los volúmenes, teniendo en cuenta la influencia de las paredes y del tipo de baño o ducha. Los falsos techos y las mamparas no se consideran barreras a los efectos de la separación de volúmenes.

Volumen 0

Comprende el interior de la bañera o ducha.

En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,05 m por encima del suelo. En este caso:

- Si el difusor de la ducha puede desplazarse durante su uso, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m alrededor de la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha; o

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

Volumen 1

Está limitado por:

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

- El plano vertical alrededor de la bañera o ducha y que incluye el espacio por debajo de los mismos, cuanto este espacio es accesible sin el uso de una herramienta.

- Para una ducha sin plato con un difusor que puede desplazarse durante su uso, el volumen 1 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m desde la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha.

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

Volumen 2

Está limitado por:

-El plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m.

-El suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

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

Volumen 3

Está limitado por:

-El plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 m

-El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo

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

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

1.6. Garajes y trasteros

1.6.1. Iluminación

La iluminación del garaje estará realizada de forma que dispondremos de un alumbrado fijo y de otro variable, en función del uso y ocupación del mismo. Para ello, se utilizarán detectores movimiento única y exclusivamente.

Se iluminarán las zonas de paso, mediante pantallas estancas fluorescentes de 2x36W, repartidas en tres circuitos, cada uno de ellos conectándose a una fase, equilibrando de este modo las cargas.

Los trasteros tendrán su propia línea iluminación. Cada una de las plantas estarán conectadas a una fase diferente, logrando de este modo una distribución equitativa, al igual que el alumbrado del garaje. En cada uno de los trasteros se le colocará una lámpara incandescente de 100W, accionadas mediante interruptores independientes.

1.6.2. Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia se dividirá también en tres circuitos por cada una de las tres plantas. Éstas, dependerán directamente del circuito de iluminación al cual estén conectados.

1.6.3. Ventilación.

La ventilación del garaje será ejecutada por una empresa externa, cumpliendo lo especificado en Código Técnico de Edificación. Se dejará prevista la línea de alimentación para la puesta en marcha de este servicio en cada una de las tres plantas. La ubicación exacta de este cuadro queda detallada en el apartado planos del presente proyecto.

1.6.4. Detección de Humos y gases

La detección de humos y gases del garaje será ejecutada por una empresa externa, cumpliendo lo especificado en Código Técnico de Edificación. Se dejará prevista la línea de alimentación para la puesta en marcha de este servicio en cada una de las tres plantas. La ubicación exacta de este cuadro queda detallada en el apartado planos del presente proyecto.

1.6.5. Pluviales y fecales.

El achique de pluviales y fecales será ejecutado por una empresa externa, cumpliendo lo especificado en Código Técnico de Edificación. Se dejará prevista la línea de alimentación para la puesta en marcha de este servicio en la tercera planta de garajes. La ubicación exacta de este cuadro queda detallada en el apartado planos del presente proyecto.

1.6.6. Puerta garaje

La instalación y automatización de la puerta que da acceso al garaje será ejecutada por una empresa externa, cumpliendo lo especificado en Código Técnico de Edificación. Se dejará prevista la línea de alimentación para la puesta en marcha de este circuito en la entrada del garaje. La ubicación exacta de este cuadro queda detallada en el apartado planos del presente proyecto.

1.7. Locales Comerciales

1.7.1. Local 1 sin planificar

Situado en planta baja y con una superficie total de $62,32\text{m}^2$. Como no se especifica uso alguno, atenderemos a dejar una previsión de $100\text{W}/\text{m}^2$, teniendo una previsión total de potencia de 6230W .

La derivación individual para este local partirá desde la centralización de contadores del portal 1.

1.7.2. Local 2 sin planificar

Situado en planta baja y con una superficie total de $15,62\text{m}^2$. Como no se especifica uso alguno, atenderemos a dejar una previsión de $100\text{W}/\text{m}^2$, teniendo una previsión total de potencia de 1562W .

La derivación individual para este local partirá desde la centralización de contadores del portal 2.

1.7.2. Local 3 sin planificar

Situado en planta baja y con una superficie total de $6,83\text{m}^2$. Como no se especifica uso alguno, atenderemos a dejar una previsión de $100\text{W}/\text{m}^2$, teniendo una previsión total de potencia de 683W .

La derivación individual para este local partirá desde la centralización de contadores del portal 2.

1.8. Iluminación

1.8.1. Introducción

La iluminación es uno de los requerimientos ambientales más importantes de los interiores, tanto que la visibilidad en un espacio es una condición esencial a la hora de realizar cualquier tipo de tareas de manera adecuada, segura y confortable.

El objetivo de una iluminación es producir un adecuado ambiente visual. Un ambiente es adecuado si asegura el confort visual y si cumple con los requerimientos para las tareas visuales según la función del local. Una buena iluminación requiere igual atención en la cantidad como en la calidad de luz. Un espacio interior cumple con esos requerimientos si sus partes pueden verse bien sin ninguna dificultad y si una tarea visual dada puede ser realizada sin esfuerzo.

En un principio se detallan los principales conceptos luminotécnicos y un resumen de las bases teóricas que van a fundamentar los cálculos realizados.

1.8.2. Conceptos luminotécnicos

Para la realización del proyecto en lo que se refiere a iluminación se han de tener en cuenta unos conceptos básicos sobre luminotecnia, los cuales son los siguientes:

- *Flujo radiante*: Potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad del flujo radiante es el vatio [W].
- *Flujo luminoso*: Magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. El flujo luminoso es la energía luminosa emitida por unidad de tiempo. La unidad de flujo luminoso es el lumen [lm]. Aunque el tiempo no se indica en la unidad de flujo luminoso, queda implícito en ella dicho concepto.
- *Energía radiante*: Energía emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad de la energía radiante es el julio [J].
- *Intensidad luminosa*: Se define como la cantidad de flujo luminoso, propagándose en una dirección dada, que emerge, atraviesa o incide sobre una superficie por unidad de ángulo sólido. Su símbolo es la letra I y su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es la candela [Cd].
- *Iluminancia*: Se denomina iluminancia (E) a la densidad del flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Su unidad de iluminación es el lux [lx] que equivale 1 lumen por metro cuadrado.
- *Iluminancia media [Em]*: Corresponde al promedio de valores de iluminancia medidos o calculados sobre un área determinada.

-*Luminancia*: Es la relación entre la intensidad luminosa reflejada por cualquier superficie en una dirección determinada y el área proyectada, vista desde esa dirección. La unidad de luminancia es $[Cd/m^2]$.

-*Luminancia media*: Es la luminancia promedio, expresada en $[Cd/m^2]$, medido en una zona comprendida entre 60 y 100 m frente a la posición del observador.

-*Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa*: El rendimiento luminoso es el cociente entre el flujo luminoso que emite la fuente luminosa y el flujo que emitiría si toda su potencia se transformase en emisión luminosa de 555 nm. En la práctica se define el rendimiento luminoso como el cociente entre el flujo luminoso emitido por la fuente de luz y la potencia eléctrica de dicha fuente. La unidad del rendimiento luminoso se expresa en lúmenes por vatio $[lm/W]$. Desde el punto de vista de aprovechamiento energético, una lámpara será tanto más eficiente cuanto mayor cantidad de lúmenes produzca por cada vatio eléctrico; en este aspecto debe tenerse siempre en cuenta que muchas lámparas requieren equipos auxiliares que han de valorarse a la hora de calcular el rendimiento luminoso, debiéndose considerar los $[lm/W]$ producidos incluyendo el consumo de los equipos auxiliares. Se muestran a continuación valores indicativos del rendimiento luminoso de algunos tipos de lámpara son:

- Incandescente estándar: (6 ó 20) lm/W .
- Incandescente con halógenos: (18 ó 22) lm/W .
- Con halogenuros metálicos: (65 - 85) lm/W .
- Fluorescente: (40-100) lm/W .
- De vapor de mercurio: (30 ó 105) lm/W .
- De sodio a alta presión: (80 ó 130) lm/W .
- De sodio a baja presión: (160 - 180) lm/W .

-*Temperatura de color*: La Temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un Cuerpo Negro calentado a una temperatura determinada. Por este motivo esta temperatura de color generalmente se expresa en kelvin, a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura.

Apariencia	Temperatura [K]
Cálida	< 3300
Intermedia	3300 - 5000
Fría	> 5000
Luz del día	6500

Existe una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación de una determinada instalación de forma que para tener una sensación visual confortable, a bajas iluminaciones le deben corresponder lámparas con una baja temperatura de color y, a altas iluminaciones, lámparas con una temperatura de color elevada.

-Reproducción cromática: es la capacidad de una fuente de reproducir los colores. Se mide con el concepto de índice de reproducción cromática Ra (índice de rendimiento de color). Se expresa con un número comprendido entre 0 y 100. una fuente de luz con Ra=100, muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática. La calidad de la reproducción cromática depende de la compensación espectral de la luz. Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores:

- Ra < 50: rendimiento bajo.
- 50 < Ra < 80: rendimiento moderado.
- 80 < Ra < 90: rendimiento bueno.
- 90 < Ra < 100: rendimiento excelente.

-Índice de deslumbramiento: El deslumbramiento se puede producir cuando existen fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local (deslumbramiento directo, producido por luz solar o artificial), o bien, cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas (deslumbramiento por reflejos o deslumbramiento indirecto). El deslumbramiento directo de lámparas se elimina con la utilización de luminarias que redistribuyan el flujo de las mismas de forma idónea para la actividad a realizar. El deslumbramiento debido a la luz natural se puede controlar mediante la distribución idónea de las mesas y utilización de sistemas de apantallamiento con regulación en ventanas y claraboyas. El deslumbramiento reflejado, al estar influido por el color y el acabado de las superficies que aparecen en el campo de visión del observador, se controlará si las superficies del local y del mobiliario disponen de un acabado mate que evite los reflejos molestos.

1.8.3. Sistemas de iluminación

Los sistemas de iluminación básicos son tres: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado. Su selección depende de las condiciones y necesidades de las tareas que se realizaran en el lugar.

Alumbrado general: Los sistemas de alumbrado general tienen el objetivo de garantizar un determinado nivel de iluminación homogéneo a todos los puestos situados en un mismo plano en el local. Estos sistemas están dirigidos a locales donde el nivel de iluminación recomendado es el mismo para todos o casi todos los puestos de trabajo. Las luminarias deben estar homogéneamente en el techo: empotradas en él, adosadas, o colgadas a determinada altura.

Alumbrado general localizado: Los sistemas de alumbrado general localizado no tienen el objetivo de garantizar un nivel de iluminación uniforme para todo el local, sino de iluminar, con el mismo o con diferentes niveles de iluminación, el local por zonas, en las cuales están situados los medios de producción de manera no uniforme. Es decir, las luminarias se sitúan en el techo, empotradas, adosadas, o colgadas a determinada altura, siempre localizadas sobre las zonas de interés.

Alumbrado localizado: Los sistemas de alumbrado localizado siempre están asociados a uno de los dos sistemas anteriores. Su objetivo es suministrar, mediante una luminaria situada en el propio puesto de trabajo, la cantidad de luz necesaria para que, agregada a la aportada por un sistema general o general localizado, complete el nivel de iluminación requerido por la tarea que se realiza en ese puesto. Su ventaja radia en lo económico que resulta situar una luminaria cercana al puesto, que evita la instalación de sistemas en el techo de manera general excesivamente potentes. Tal es el caso de la luminaria que instalan en las mesas de los dibujantes. Otras veces, la instalación de luminarias suplementarias en los puestos de trabajo tiene el objetivo de ofrecer otra calidad de iluminación y no solo de más cantidad. Este es el caso de la luminaria de lámpara incandescente que se sitúa en las maquinas herramientas para lograr una iluminación rutilante y poder observar los defectos de las piezas que se están fabricando. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplea este sistema es que la relación entra las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevado pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

1.8.4. Lámparas

Las lámparas empleadas tanto en iluminación de interiores como en el de exteriores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado (incandescentes, halógenas, fluorescentes, etc.). Las lámparas escogidas, por lo tanto, serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc.) mejor se adapte a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de la instalación).

Los tipos de lámparas más utilizados según el ámbito de uso se detallan a continuación:

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	<ul style="list-style-type: none"> - Incandescente. - Fluorescente. - Halógenas de baja potencia. - Fluorescentes compactas.
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado general: fluorescentes. - Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión.
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	<ul style="list-style-type: none"> - Incandescentes. - Halógenas. - Fluorescentes. - Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos.
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los tipos. - Luminarias situadas a baja altura (≤ 6 m): fluorescentes. - Luminarias situadas a gran altura (> 6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores, - Alumbrado localizado: incandescentes.
Deportivo	<ul style="list-style-type: none"> - Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes. - Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, de vapor de sodio a alta presión y halogenuros metálicos.

A continuación se describen las características más importantes de cada tipo de lámpara:

Lámparas incandescentes: El fundamento de la incandescente es conseguir luz por medio de la agitación térmica de los átomos del material con el que está hecho el filamento. El filamento se comporta como un radiador térmico con una emisividad espectral cercana a la unidad.

Las características principales de este tipo de lámpara son:

- El rendimiento luminoso es muy bajo (6 ó 20 lm/W), porque gran parte de la energía se transforma en calor.
- El índice de rendimiento de color es 100.
- La temperatura de color es de 2700 K.
- Se fabrican en un margen de potencias de 15 a 2000 W, aunque el abanico de las más utilizadas se encuentra entre 25 y 200 W.
- La duración media es de 1000 horas.

Los componentes de este tipo de lámparas son:

-Filamento: Se realizan generalmente de wolframio. Su duración está condicionada por el fenómeno de la evaporización. A medida que se calienta, emite partículas que van estrechándolo produciéndose finalmente la rotura. Con objeto de frenar la volatilización, se rellena la ampolla con un gas inerte a determinada presión, generalmente mezcla de argón (90%) y nitrógeno (10%). El empleo del gas tiene como inconveniente una mayor pérdida de calor en vacío, por lo que para reducir estas pérdidas se usan filamentos en espiral que presenta el máximo de superficie de irradiación con el mínimo de superficie.

-Ampolla: Tiene por objeto aislar el filamento del medio ambiente y permitir la evacuación del calor emitido por aquel. En general, son de vidrio blando soplado.

-Casquillo: Su misión es conectar la lámpara a la red de alimentación. Existen distintos tipos de casquillo como por ejemplo: casquillo rosca Edison, casquillo bayonetaí

Lámparas halógenas: Esencialmente son lámparas incandescentes, a las que se añade al gas de la ampolla una débil cantidad de un elemento químico de la familia de los halógenos (flúor, cloro, bromo, yodo) con objeto de crear una reacción química, un ciclo de regeneración del wolframio; así, se evita el problema que presentan las incandescentes convencionales, que pierden parte de su flujo luminoso con el paso del tiempo, como se ha comentado anteriormente.

Las ventajas principales de este tipo de lámparas frente a las incandescentes estándar son:

- Tienen una vida media útil que varía de entre 2000 y 4000 horas.
- Mejor eficacia luminosa.
- Factor de conservación más elevado en torno al 95% debido a la acción limpiadora que el yodo lleva a cabo en la pared de la ampolla.
- Dimensiones más reducidas.
- Temperatura de color superior y estable a lo largo de su vida útil. La temperatura de color varía entre los 2800 y 3200 K. Por tanto reproduce mejor los colores fríos del espectro.
- Son lámparas compactas, de alta luminancia, que se adaptan de forma óptima a diversos sistemas ópticos para controlar los haces de luz.

Los componentes de este tipo de lámparas son:

-Filamento: Se emplea el wolframio. Su proceso de fabricación es más delicado ya que debe quedar perfectamente rígido en la pequeña ampolla y debe tener gran pureza porque cualquier resto contaminante reacciona con el halógeno y se deposita en la ampolla.

-**Ampolla:** Puede ser de cuarzo o de vidrio duro capaz de soportar las altas temperaturas requeridas en el ciclo del halógeno.

-**Gas de llenado:** Las reducidas dimensiones de estas lámparas permiten utilizar gases inertes que mejoran la eficacia de la lámpara como el kriptón y el xenón, aunque en algunos casos se sigue empleando el argón.

-**Halógeno:** Estos elementos químicos se caracterizan por ser químicamente muy agresivos, es decir, se combinan con facilidad con otros elementos.

-**Casquillo:** Se emplean los tipos cerámicos, Edison, de espigas y de bayoneta.

Lámparas fluorescentes: Constan de un tubo de vidrio lleno de gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, inicialmente en forma líquida, y en cada uno de sus extremos va alojado un electrodo sellado herméticamente. Su funcionamiento se basa en la descarga de vapor de mercurio a baja presión. No pueden funcionar mediante conexión directa a la red, necesitan un dispositivo llamado balasto, el cual limite el flujo de la corriente eléctrica a través de ella y que también proporcione el pico de tensión necesario para el encendido de la lámpara.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

-Con un periodo de funcionamiento de 3 horas por encendido, la duración útil de las lámparas se estima entre 5000 y 7000 horas, según los tipos. Para un tiempo de 6 horas, esta aumenta en un 25% y su fuera de 12 horas llegaría a aumentar en un 50%.

-Los tonos de color varían en función de las sustancias fluorescentes empleadas. Actualmente varían entre los 2700 y 8000 K.

Lámparas fluorescentes compactas: Es un tipo de lámpara fluorescente que se puede usar con casquillos estándar con rosca Edison estándar y están concebidas para sustituir a las lámparas incandescentes.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

-Consumen tan solo un 25% de la energía de una lámpara incandescente.

-Tienen una vida media útil de 5000 horas.

-Temperatura de color 2700 K, muy próxima a la de la lámpara incandescente.

-Muy buen rendimiento cromático y se fabrican una gran variedad de potencias.

Lámparas de vapor de mercurio: El funcionamiento de este tipo de lámparas es el siguiente: se conecta la lámpara a través del balasto, se aplica una diferencia de potencial entre los electrodos principal y auxiliar o de arranque, lo que hace que entre ellos y a través del argón contenido en el bulbo de descarga, salte un pequeño arco. El calor generado vaporiza el mercurio permitiendo el establecimiento del arco entre los dos electrodos principales a través de la atmosfera de vapor de mercurio. Las características principales de este tipo de lámparas son:

- La luz de estas lámparas muy mala reproducción cromática por lo que la ampolla se recubre de sustancias que aprovechan las radiaciones ultravioleta y, por el efecto fluorescente, emiten radiaciones rojas que completan su distribución espectral.
- El rendimiento es muy superior a las lámparas incandescentes varía entre 40 y 60 lm/W.
- Tienen una temperatura de color que varía entre los 3800 y los 4500 K.
- Rendimiento de color que varía entre 40 y 45.
- El encendido no es instantáneo, precisan de un cierto tiempo (4 minutos) para que la lámpara alcance su máxima emisión. Además durante el periodo de arranque absorben una corriente de 150% del valor nominal.
- El reencendido tampoco es instantáneo (5 minutos) debiéndose esperar a que se condense el mercurio para cebar de nuevo el arco.
- La vida media es del orden de las 25000 horas.

Los componentes de este tipo de lámparas son:

- Tubo de descarga:** Se emplea cuarzo debido a las altas temperaturas a que funciona para conseguir la presión del vapor. Esta provisto de dos electrodos principales y uno o dos auxiliares y, en su interior se encuentra una determinada cantidad de argón y unas gotas de mercurio.
- Ampolla:** La ampolla exterior sirve para proteger el tubo de descarga y permitir el equilibrio necesario para un correcto funcionamiento.
- Casquillo:** Generalmente es de rosca tipo Edison.

Lámparas de halogenuros metálicos: Su constitución es similar a las de vapor de mercurio de alta presión, conteniendo halogenuros (indio, talio, etc.) que mejoran la eficacia y el rendimiento de color. No producen apenas radiaciones ultravioletas por lo que se construyen normalmente transparentes y con ampollas cilíndricas. Las condiciones de funcionamiento son similares a las de vapor de mercurio. Este tipo de lámparas tiene una gran variedad de aplicaciones tanto en interior como en exterior.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Debido a los halogenuros necesitan tensiones de encendido de 1,5 a 5 kV, producidas por el correspondiente cebador.
- Algunos tipos permiten el reencendido inmediato en caliente mediante el empleo de arrancadores, que producen picos de tensión de 35 a 60 kV.
- Tienen una temperatura de color de 6000 K.

- Elevado rendimiento luminoso entre 70 y 90 lm/W.
- Buena reproducción cromática.

Lámparas de vapor de sodio a baja presión: En estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio a baja presión. Al conectar la lámpara se produce una descarga a través del neón cuyo calor generado produce la vaporización progresiva del sodio, pasándose a efectuar la descarga a través del mismo.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- La tensión de encendido varía según el tipo de 500 a 1500 V, por lo que su conexión a la red se debe realizar a través de un autotransformador.
- El tiempo de encendido es de 15 minutos, y el reencendido necesita de 3 a 7 minutos.
- Emiten una luz monocromática cercana al amarillo y al naranja.
- La vida media es de 6000 horas.
- Son las de mayor eficiencia luminosa, superior a los 180 lm/W.
- Se emplean cuando se precisa gran cantidad de luz sin importar demasiado si calidad.

Lámparas de vapor de sodio a alta presión: Desarrolladas con el objeto de mejorar el tono y la reproducción de la luz, ya que su distribución espectral permite distinguir todos los colores de la radiación visible.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Tienen un rendimiento luminoso elevado que varía entre los 80 y 130 lm/W.
- La tensión de encendido varía entre 3 y 5 kV, por lo que es necesario un elemento extra llamado ignitor, que es una especie de cebador.
- El tiempo de encendido es corto y el tiempo de reencendido dura menos de un minuto.
- La temperatura de color es de 2200 K.
- El índice de reproducción cromática es 27.
- La vida media es de 9000 horas.
- Se emplean en alumbrado público, industrial en naves altas, campos de fútbol y polideportivos.

Lámparas de inducción: Consiste en incidir un campo electromagnético en una atmosfera gaseosa, por medio de una bobina a alta frecuencia, de manera que el campo producido sea capaz de excitar los átomos de mercurio de un plasma de gas. La radiación obtenida es ultravioleta por lo que hay que recubrir la ampolla de la lámpara con una sustancia fluorescente que la transforme en visible.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- El rendimiento luminoso es de 70 lm/W.
- La vida útil es de 60000 horas.
- Se emplean en lugares de difícil acceso para las sustituciones y aplicaciones de largos periodos de funcionamiento.

A continuación se muestran tres tablas como resumen de las ventajas, desventajas y características principales de cada una de las diferentes lámparas, para realizar una comparación de manera más sencilla y así escoger las más apropiada para nuestro proyecto.

CARACTERÍSTICAS FOTOMÉTRICAS						
Tipo de lámpara	Potencia [W]		Flujo [lm]		Eficacia [lm/W]	
Incandescente	15	100	90	18800	6	18,8
Halógenas	60	2000	900	49000	15	24,5
Fluorescentes estándar	18	58	1350	5200	75	93
Fluorescentes compactas	18	55	1200	4800	66.7	87.3
Vapor de mercurio	50	1000	1800	58500	40	59
Halogenuros metálicos	250	400	17000	30600	71	77
Sodio baja presión	18	180	1800	32300	103	179
Sodio alta presión	70	1000	5600	125000	80	130
Inducción	55	85	3500	6000	64	71

CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS Y DURACIÓN						
Tipo de lámpara	Apariencia de color	Temperatura de color [K]	Ra	Vida útil [h]	Perdida de flujo (%)	Supervivencia (%)
Incandescente	Blanco cálido	2600-2800	100	1000	20	100
Halógenas	Blanco	3000	100	2000	20	100
Fluorescentes estándar	Diferentes blancos	2600-6500	50-95	10000	16	50
Fluorescentes compactas	Blanco cálido	2700	80	6000-9000	15-17	72
Vapor de mercurio	Blanco	3800-4500	40-45	25000	21	86
Halogenuros metálicos	Blanco frío	6000	65-95	9000	23	72
Sodio baja presión	Amarillo	1800	No aplicable	6000	12	87
Sodio alta presión	Blanco amarillo	2200	27	9000	15	80
Inducción	Diferentes blancos	2700-4000	80	60000	30	80

TIPO DE LAMPARA	VENTAJAS	DESVENTAJAS	USO RECOMENDADO
Incandescente	<ul style="list-style-type: none"> - Buena reproducción cromática - Encendido instantáneo - Variedad de potencias - Bajo coste de adquisición - Facilidad de instalación - Apariencia de color cálido 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducida eficacia luminosa - Corta duración - Elevada emisión de calor 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior - Alumbrado de acentuación - Casos especiales de muy buena reproducción cromática.
Halógenas	<ul style="list-style-type: none"> - Buena reproducción cromática - Encendido instantáneo - Variedad de tipos - Coste de adquisición - Facilidad de instalación - Elevada intensidad luminosa - Apariencia de color cálida 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducida eficacia luminosa - Corta duración - Elevada emisión de calor 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior - Reduce decoloración (filtro UV) - En bajo voltaje, con equipos electrónicos - Con reflector dicroico (luz fría) con reflector aluminio (menor carga térmica)
Fluorescentes estándar	<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa - Larga duración - Bajo coste de adquisición - Variedad de apariencias de color - Distribución luminosa adecuada para utilización de interiores - Posibilidad de buena reproducción de colores - Mínima emisión de calor 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad de control de temperatura de color en las reposiciones - Sin equipos electrónicos puede dar problemas, retardo de estabilización, etc. - Dificultad de lograr contrastes e iluminación de acentuación - Forma y tamaño, para algunas aplicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior - Con equipos electrónicos: - Bajo consumo - Aumenta la duración - Menor depreciación - Ausencia de interferencias
Fluorescentes compactas	<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Variaciones de flujo con la temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de lámparas

	<ul style="list-style-type: none"> - Larga duración - Facilidad de aplicación en iluminación compactas - Mínima emisión de calor - Variedad de tipos - Posibilidad de buena reproducción cromática 	<ul style="list-style-type: none"> - Coste de adquisición medio-alto - Retardo en alcanzar máximo flujo (> 2 minutos) - Acortamiento vida por mínimo de encendidos 	<ul style="list-style-type: none"> - incandescentes - Consumo para flujos equivalentes es un 20 % y duran 10 veces más
Vapor de mercurio	<ul style="list-style-type: none"> - Eficacia luminosa - Larga duración - Flujo luminoso unitario importante en potencias altas - Variedad de potencias posibilidad de utilizar a doble nivel 	<ul style="list-style-type: none"> - En ocasiones alta radiación UV - Flujo luminoso no instantáneo - Depreciación del flujo importante 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado exterior e industrial - En aplicaciones especiales con filtros UV - Lámparas de color mejorado
Halogenuros metálicos	<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa - Duración media - Flujo luminoso unitario importante en potencias altas - Variedad de potencias - Casos de reducidas dimensiones 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta depreciación del flujo - Sensibilidad a variaciones de tensión - Requiere equipos especiales para arranque en caliente - Dificultad de control de apariencias de color en reposición - Flujo luminoso no instantáneo - Poca estabilidad de color 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado deportivo o monumental - Con equipo especial para encendido en caliente
Sodio baja presión	<ul style="list-style-type: none"> - Excelente eficacia luminosa - Larga duración - Reencendidos instantáneos en caliente 	<ul style="list-style-type: none"> - Muy mala reproducción cromática - Flujo luminoso no instantáneo - Sensibilidad a subestaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado de seguridad - En alumbrado de túneles
Sodio alta presión	<ul style="list-style-type: none"> - Muy buena eficacia luminosa - Larga duración - Aceptable 	<ul style="list-style-type: none"> - Mala reproducción cromática en versión estándar - Estabilización no 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado exterior - En alumbrado interior industrial - En alumbrado de

	rendimiento de color en tipos especiales - Poca depreciación de flujo - Posibilidad de reducción de flujo	instantánea - En potencias pequeñas gran sensibilidad a sobretensión Equipos especiales para reencendido en caliente	túneles
--	---	--	---------

1.8.5. Aparatos de alumbrado

Las luminarias son los aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen todos los elementos necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación, y en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación. De manera general consta de los siguientes componentes:

-Armadura o carcasa: Es el elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.

-Equipo eléctrico: Sería adecuado a los distintos tipos de fuentes de luz artificial y en función de la siguiente clasificación:

- Incandescentes normales sin elementos auxiliares.
- Halógenas de alto voltaje a la tensión normal de la red, o de bajo voltaje con transformador o fuente electrónica.
- Fluorescentes con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
- De descarga con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.

-Reflectores: Son determinadas superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección del flujo de la lámpara. La mayoría de las luminarias convencionales van provistas de un reflector de una u otra forma con objeto de crear una distribución adecuada de la luz. Pero debemos de tener en cuenta, que un reflector solo controla parte de la luz emitida. En función de cómo se emita la radiación luminosa pueden ser:

- Simétrico o asimétrico.
- Concentrador o difusor.
- Frio (con reflector dicróico) o normal.
- Dispensor: Este tipo de reflector se utiliza en alumbrado de exhibición y en algunos tipos de proyectores, donde sea particularmente importante una distribución de luz bien definida pero uniforme.

- Difusor: Este tipo de reflector se utiliza en iluminación interior, en general para proporcionar niveles de luminancias bastantes uniformes.
- Especular (con escasa dispersión luminosa) o no especular (con dispersión de flujo). La reflexión especular es aquella situación en la que se cumplen las leyes de la reflexión. Estas leyes establecen que los rayos incidentes, reflejados y la normal a la superficie se encuentran en el mismo plano, y que el ángulo de reflexión es igual al de incidencia. Existen varios tipos de reflectores especulares:
 - ✓ Circular: Se emplea en sistemas de proyección y luces puntuales de estudio, con el objetivo de aumentar la intensidad de la luz focalizada por el sistema de lentes.
 - ✓ Parabólico: La propiedad fundamental del espejo reflector de sección transversal parabólica consiste, en que una fuente de luz puntual, situada en su foco, dará lugar a un haz paralelo de rayos reflejados. Los reflectores parabólicos se emplean mucho en alumbrado interior por proyección.
 - ✓ Elíptico: Los reflectores elípticos tienen como propiedad de que si una fuente de luz se coloca sobre uno de sus focos, todos los rayos reflejados pasan por el segundo foco a foco conjugado. Estos reflectores se utilizan en alumbrado arquitectónico.
 - ✓ Hiperbólico: El reflector de sección hiperbólica produce un haz divergente, pero por ser poco profundo resulta difícil de apantallar.

-Difusores: Elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa. Los tipos más usuales son:

- Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslucido).
- Lamas o reticular (con influencia directa sobre el ángulo de apantallamiento).
- Especular o no especular (con propiedades similares a los reflectores).

-Filtros: En posible combinación con los difusores sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.

Las principales características que se suelen exigir a una luminaria son las siguientes:

Características ópticas:

- Tener una repartición luminosa adaptada a su utilización.
- La luminancia tiene que ser menor o igual que un valor determinado en una dirección de observación. Es decir, que deslumbre poco.
- Tener un rendimiento luminoso elevado.

Características eléctricas y mecánicas:

- Construcción eléctrica que permita su uso sin riesgo de descargas.
- Equipo eléctrico adecuado que permita su colocación y mantenimiento de forma sencilla.
- Calentamiento compatible con su constitución y su utilización.
- Resistencia mecánica suficiente.
- Que este fabricado en un material adaptado a su utilización y entorno.
- Facilidad de montaje y limpieza.
- Proteger eficazmente las lámparas y el equipo eléctrico contra el polvo, la humedad y otros agentes atmosféricos.

Otros conceptos luminotécnicos a tener en cuenta al calcular la iluminación son los siguientes:

-Coeficiente de utilización: El coeficiente de utilización es la relación ente el flujo de la zona a iluminar y el flujo luminoso instalado por metro cuadrado. Este valor está íntimamente relacionado con el índice del local, es decir con las características geométricas del local. También dependerá en gran medida del color y la textura de las paredes, sobre todo en locales pequeños.

En un local amplio la luz que emite la luminaria es aprovechada en su totalidad (C_u alto), mientras que en el pequeño, al incidir la luz sobre las paredes se produce una absorción, mayor o menor según el color y la textura de las superficies y la luminaria pierde parte de su rendimiento por esa razón (C_u bajo). Esta situación se produce también cuando el local es exageradamente alto con respecto a la superficie.

-Factor de mantenimiento: El factor de mantenimiento de la luminaria tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de la luminaria a consecuencia del ensuciamiento de esta última. Viene a ser la relación entre el rendimiento de una luminaria al momento de la limpieza y el valor inicial. Depende de la forma de construcción de la luminaria y de la posibilidad de ensuciamiento que conlleva, es decir, dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

La estimación de este coeficiente debe hacerse teniendo en cuenta diversos factores relativos a la instalación, tales como el tipo de luminaria, grado de polvo y suciedad existente en la nave a iluminar, tipo de lámparas utilizadas, número de limpiezas anuales y frecuencia en la reposición de las lámparas defectuosas.

Para una limpieza anual de las luminarias se puede tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,6

1.8.6. Clasificación de las luminarias

Las luminarias pueden clasificarse de muchas maneras aunque lo más común es utilizar criterios ópticos, mecánicos o eléctricos.

Clasificación según las características ópticas de la lámpara

Una primera manera de clasificar las luminarias es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. Según esta clasificación se distinguen seis clases.

-Alumbrado directo: Es el que presenta mejor rendimiento luminoso en el plano horizontal. La mayoría (90-100 %) del flujo está dirigido hacia la zona a iluminar. Se consigue colocando un material reflector por encima de la lámpara. Se recurre a él siempre que se necesitan altos niveles de iluminación. El principal problema es la proyección de sombras fuertes y duras sobre el plano del trabajo; la iluminación general de paredes y espacio en general es deficiente, y los techos quedan oscuros. Este tipo es totalmente necesario en locales de gran altura.

-Alumbrado semidirecto: Es aconsejable para locales de altura reducida y con techos claros para aprovechar la luz reflejada. Tiene peor rendimiento que el sistema anterior, aunque la componente indirecta reduce en parte los contrastes que produce la directa. Puede ser empleado en oficinas y colegios, ya que la mayor parte del flujo luminoso (60-90 %) incide sobre la superficie del trabajo, y las paredes y techos quedan moderadamente iluminados.

-Alumbrado directo- indirecto y difuso: Si el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta hablamos de iluminación difusa. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.

-Alumbrado semindirecto: En este caso poca parte (10-40 %) del flujo va a la superficie a iluminar, el resto (60-90 %) va a la superficie contraria. Así se consigue una iluminación suave y agradable, con buena uniformidad, resta plasticidad al ambiente pero puede ser interesante en determinadas tareas (por ejemplo, en locales òlimpiosö como laboratorios, clínicas, etc.). Produce efectos tranquilizantes en el ánimo observador y se evitan deslumbramientos.

-Alumbrado indirecto: En la iluminación indirecta casi toda la luz va a la superficie contraria a iluminar (90-100 %). De esta manera se consigue una iluminación de calidad muy parecida a la luz natural, por lo que es recomendable para cualquier tarea, pero dado su bajo rendimiento, se utiliza en pocas ocasiones. Se puede utilizar cuando no son necesarios altos niveles de iluminación, y por los efectos que produce es adecuado para salas de espera, locales de recepción, etc. Los techos y paredes tienen una gran importancia, debiendo ser claros y limpios, tener un acabado mate para que no se reflejen las fuentes de luz, y será necesaria una frecuente renovación del techo para mantener las condiciones originales.

Clasificación según las características mecánicas de la lámpara

Las luminarias se clasifican según el grado de protección contra el polvo, los líquidos y los golpes. En estas clasificaciones, según las normas nacionales (UNE 20324) e internacionales, las luminarias se designan por las letras IP seguidas de tres dígitos. El primer número va de 0 (sin protección) a 6 (máxima protección) e indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria. Además, simultáneamente garantiza la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas. El segundo va de 0 a 8 e indica el grado de protección contra la penetración de líquidos y sus efectos perjudiciales. A medida que aumenta su valor la cantidad de agua que se necesita para acceder al interior de la envolvente es mayor. Por último, el tercero da el grado de resistencia a los choques.

Clasificación según las características eléctricas de la lámpara

Las luminarias deben asegurar la protección de las personas contra los contactos eléctricos. Según el grado de protección eléctrica que ofrezcan las luminarias se dividen en cuatro clases (0, I, II, III).

-Clase 0: Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal; descansando la protección, en caso de fallos de aislamiento principal, sobre el medio circulante. La luminaria tiene aislamiento normal sin toma de tierra.

-Clase I: Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal y un conductor de

protección conectado a tierra, que debe conectarse al borne marcado.

-Clase II: Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos no recae exclusivamente sobre el aislamiento principal, sino que comprende medidas suplementarias, tales como el doble aislamiento o el aislamiento reforzado. Estas luminarias no incorporan toma de tierra.

-Clase III: Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos, se realiza alimentando las luminarias a una muy baja tensión de seguridad entre 40 y 50 voltios (MBTS).

1.8.7. Niveles de iluminación recomendados

Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. En general podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso tenemos las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria...) con iluminancias entre 50 y 200 lux. En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1000 lux. Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1000 lux) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local.

Las iluminancias recomendadas según la actividad que va a ser desarrollada y el tipo de local se recogen en la siguiente tabla:

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

1.8.8. Cálculo del alumbrado interior

A la hora de realizar el cálculo del alumbrado interior se deben tener en cuenta varios factores:

- Precisar las dimensiones del local y la altura del plano de trabajo, la cual en el presente proyecto será de 0.85 m.
- Determinar el nivel de iluminancia media (Em) para cada parte del local, dependiendo de la tarea a realizar en el mismo, los cuales se han precisado en el apartado anterior.
- Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.
- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido

Tipo de local	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3}(h'-0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5}(h'-0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4}(h'-0.85)$

Donde:

d': Altura entre el techo y las luminarias.

h: Altura tre el plano de trabajo y las luminarias

h': Altura del local.

- Determinar el índice del local k, que depende de la geometría del mismo.

$$k = \frac{axb}{(a+b)h}$$

Donde:

a: Anchura del local.

b: Longitud del local.

h: Altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

-Determinar el factor de reflexión tanto del techo, como de las paredes y del suelo. Usaremos los factores que se muestran en la siguiente tabla:

	Color	Factor de reflexión ()
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

-Determinar el coeficiente de utilización, a partir de los factores de reflexión y el índice del local cuyos valores se pueden obtener de las tablas facilitadas por los fabricantes de los distintos tipos de luminaria. En las tablas encontraremos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Estas son las tablas utilizadas en el presente proyecto:

Tipo de lámparas: Fluorescente empotrado (factores de reflexión: 70%,50%)

Índice local	Factor de utilización
0,6	0,45
0,8	0,48
1	0,52
1,25	0,55
1,50	0,58
2	0,60
2,5	0,65
3	0,66
4	0,67
5	0,68

Tipo de lámparas: Fluorescente descubierto (regleta) (factores de reflexión:70%,50%)

Índice local	Factor de utilización
0,6	0,32
0,8	0,40
1	0,44
1,25	0,48
1,5	0,52
2	0,57
2,5	0,62
3	0,65
4	0,69
5	0,71

Tipo de lámparas: luminaria industrial abierta (factores de reflexión: 70%,50%)

Índice local	Factor de utilización
0,6	0,38
0,8	0,47
1	0,51
1,25	0,55
1,50	0,58
2	0,63
2,5	0,68
3	0,70
4	0,73
5	0,74

-Determinar los factores de mantenimiento de las luminarias, cuyos valores han sido mencionados al final del apartado 3.5 de la presente memoria.

-Determinar el número de lúmenes totales necesarios. El número de lúmenes se calcula multiplicando el nivel de iluminación que hemos decidido para nuestro local por las dimensiones (largo y ancho) de éste y dividiendo por los coeficientes de utilización y mantenimiento.

$$N_{lumenes} = \frac{E_m \cdot a \cdot b}{C_u \cdot C_m}$$

Donde:

a: Anchura del local.

b: Longitud del local.

C_u: Coeficiente de utilización.

C_m: Coeficiente de mantenimiento.

E_m: Nivel de iluminación [lux].

-Determinar el número de luminarias necesarias para obtener el nivel de iluminación requerido. El número de luminarias necesarias es el resultado que sale de dividir el número de lúmenes totales que necesitamos para iluminar nuestra área de trabajo por el número de lúmenes que nos proporciona el tipo de luminarias que hemos escogido.

$$N_{luminarias} = \frac{N_{lumenes}}{n \cdot \Phi}$$

Donde:

Φ: Flujo luminoso de la lámpara [lúmenes].

n: Numero de lámparas por luminaria.

-Determinar la distribución de las luminarias a lo largo del local a iluminar. La colocación de las luminarias depende de la arquitectura general y dimensiones del edificio, tipo de luminaria, etc. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{luminarias}} \cdot a}{b}}$$

$$N_{\text{longitud}} = N_{\text{ancho}} \cdot \frac{b}{a}$$

Donde:

- a: Anchura del local.
- b: Longitud del local.

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo. Lógicamente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y tal como dice la ley inversa de los cuadrados. De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia).

Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
Intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
Extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
Semiextensiva	4 - 6 m	
Extensiva	$\leq 4 m$	$e \leq 1.6 h$
Distancia entre pared y luminaria		$e/2$

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme. Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva. En estos casos conviene recalcularse la instalación, utilizando lámparas menos potentes, más luminarias o emplear luminarias con menos lámparas.

-Comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$-E_m = \frac{C_u \cdot C_m \cdot N^{\circ} \text{ luminarias} \cdot n \cdot \Phi}{a \cdot b} \geq E_{\text{tablas}}$$

1.8.9. Solución adoptada

La solución adoptada se muestra en el punto 2.5 del apartado cálculos del presente proyecto.

1.8.10. Alumbrados especiales: de emergencia y señalización.

Según la ITC-BT 28, las instalaciones destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público o iluminar otros puntos que señalen.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

Se distinguen dos tipos de alumbrado especial: de emergencia y de señalización.

- Alumbrado de señalización

El alumbrado de señalización se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezca con personas. Deberá estar alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementario o procedente de fuente propia de energía eléctrica admitida.

Deberá proporcionar una iluminación mínima de un lux en el eje de los pasos principales. Si el suministro habitual del alumbrado de señalización falla, o su tensión baja a menos del 70 % de su valor nominal, la alimentación del mismo debe pasar automáticamente al segundo suministro.

Se situará en las salidas de los locales y dependencias indicados en cada caso y en las señalizaciones indicadoras de la dirección de los mismos. Además, cuando los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

- *Alumbrado de emergencia*

El alumbrado de emergencia debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil de las personas hacia el exterior. Solamente puede ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuentes de suministro exterior. Si esta fuente propia está constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se puede utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

Debe poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de un lux. Además, en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación de emergencia será como mínimo de 5 lux. Entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70 % de su valor nominal.

Se situará en las salidas de los locales y de las dependencias indicadas en cada caso y en las señales indicadoras de la dirección de los mismos. Cuando existe un cuadro principal de distribución, tanto el local donde está ubicado como sus accesos estarán provistos de este tipo de alumbrado.

Constarán con una instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

- ✓ Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- ✓ Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- ✓ Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- ✓ Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- ✓ Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- ✓ Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Para calcular el nivel de iluminación, se considera nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos. Hay que considerar un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso por suciedad y envejecimiento de las lámparas.

Como regla practica para distribución de las luminarias de emergencia, se determinaras que:

- ✓ La iluminancia mínima será de 5 lux.
- ✓ El flujo luminoso mínimo será de 30 lúmenes.
- ✓ La separación mínima será de h; siendo h la altura de ubicación comprendida entre 2 y 2,5 metros.

Criterio de ubicación de las luminarias de emergencia

- ✓ En todas la puertas de las salidas de emergencia.
- ✓ Cerca de las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- ✓ Cerca de los cambios de nivel del suelo.
- ✓ Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad. Cerca de todos los cambios de dirección.
- ✓ Cerca de todas las intersecciones en los pasillos.
- ✓ Cerca de los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- ✓ En el exterior de los edificios junto a las salidas. Cerca de los puestos de socorro.
- ✓ En ascensores y montacargas.
- ✓ En todos los aseos y servicios.
- ✓ Salas de generadores de motores y salas de control.

1.8.11. Elección del sistema de alumbrado especial

El alumbrado de emergencia se puede clasificar en función de la fuente de alimentación de las luminarias, de la siguiente manera:

-Luminarias autónomas: Se caracteriza porque el suministro de energía eléctrica se efectúa en la propia luminaria o a un metro de distancia de la misma como máximo. La alimentación autónoma no precisa ocupar determinados sitios de la edificación para instalar alimentaciones centrales, no requiere por lo tanto equipos centralizados a medida e impide que la rotura de cables invalide el uso de los aparatos autónomos de iluminación. Los aparatos autónomos para el alumbrado de emergencia pueden ser de tipo permanente o no permanente.

-Luminarias centralizadas: Se caracteriza porque la fuente de suministro de energía eléctrica se emplaza a más de un metro de distancia de las luminarias. La alimentación centralizada es mucho más económica cuando se resuelve el alumbrado de emergencia de grandes superficies, también tiene un mantenimiento mucho más barato y sencillo de efectuar ya que las luminarias

centralizadas son mucho más prácticas y funcionales que las luminarias de alimentación autónoma. Las luminarias de alimentación centralizada, pueden ser de tipo permanente o no permanente.

También se pueden clasificar en función del tipo de luminaria utilizada, como:

-Luminarias permanentes: son luminarias alimentadas con energía eléctrica permanentemente. De manera que se efectúa al unísono un doble alumbrado, un alumbrado normal y un alumbrado de emergencia. Como las luminarias permanentes siempre están encendidas, se puede comprobar en todo momento que la línea de suministro funciona correctamente. Cuando falla el suministro de energía eléctrica del alumbrado normal, las lámparas son abastecidas con energía eléctrica del sistema de emergencia, dichas lámparas están calientes, lo cual propicia el mantenimiento del flujo luminoso sin disminución alguna en el tránsito de un suministro al otro, sobre todo cuando se utilizan lámparas fluorescentes. Se recomienda el empleo de luminarias permanentes, en lugares donde sea necesario asegurar una iluminación ininterrumpida (garajes, ascensores, aulas, etc.). Hay que tener en cuenta, que el uso ininterrumpido de lámparas obliga a su reposición en menor tiempo (de 4 a 11 meses, cuando se utilizan lámparas fluorescentes), que cuando se emplean otros sistemas. Si no se realiza un adecuado programa de mantenimiento, entre la 3.000 a 8.000 horas de vida de las lámparas (tubos fluorescentes), estas pueden quedar inutilizadas, propiciando la ausencia de alumbrado de emergencia durante el tiempo en que se procede a su renovación.

-Luminarias no permanentes: son luminarias que solo se activan cuando falla la alimentación del alumbrado normal. Las luminarias no permanentes son muy sencillas, solo se activan cuando el suministro de energía eléctrica de la iluminación normal, se interrumpe o disminuye por debajo del 70% de su valor nominal.

-Luminarias combinadas: son luminarias que disponen de dos o más lámparas que permiten alimentar parte de ellas con energía eléctrica para el alumbrado de emergencia y la otra parte conectadas al suministro del alumbrado normal, de manera que parte de las lámparas permanecen encendidas en todo momento mientras hay suministro de energía eléctrica al alumbrado normal y la otra parte solo se encienden cuando falla dicho suministro eléctrico del alumbrado normal. Las luminarias combinadas se pueden utilizar para señalar de un modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de locales. Las luminarias combinadas, pueden ser encendidas o apagadas, a voluntad, cuando el suministro eléctrico se hace con la iluminación normal, esta disponibilidad es muy útil cuando se pretende evitar consumos innecesarios. También existen

luminarias combinadas, en las que no es posible regular este encendido o apagado a voluntad ya que permanecen permanentemente encendidas. Cuando se agota la lámpara suministrada con energía eléctrica del alumbrado normal, siempre queda la opción de que funcione la lámpara conectada al sistema eléctrico de emergencia.

Justificación de los tipos de lámparas y luminarias empleadas.

En el mercado actual existen aparatos que proporcionan en un mismo soporte, los alumbrados de emergencia y señalización. Como esta solución está permitida, es la que se utilizara en el presente proyecto.

En concreto, se utilizaran luminarias de la marca LEGRAND. Estas luminarias disponen de varias referencias las cuales varían en cuanto a lúmenes proporcionados (de 45 a 800), autonomía (1 ó 3 horas), potencia de las lámparas (de 6 a 13 W), índices de protección y tipo de acumuladores de carga. En nuestro caso, todas las luminarias escogidas tienen una potencia de 6W nominales y proporcionan 155 y 310 lúmenes cada una.

Las características principales de esta lámpara se pueden consultar en el catalogo del fabricante.

Las lámparas se colocaran a diferentes alturas dependiendo del local en donde se vayan a instalar.

En el área exposición y venta; en los servicios exteriores, en el área de usados y en la zona de vestuarios se colocaran justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,30 metros.

La solución adoptada se muestra en el punto 2.6 del apartado cálculos del presente proyecto.

1.9 Tipos de receptores

1.9.1. Introducción

Los aparatos receptores para conseguir un buen funcionamiento deberán cumplir unos requisitos conformes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberían producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

1.9.2. Motores

Según indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su Instrucción 47, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

-*Un solo motor:* Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.

-*Varios conductores:* Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar 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 todos los demás.

1.9.3. Receptores de alumbrado

Según indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su Instrucción 44, las instalaciones que contengan lámparas de descarga, deberán cumplir las siguientes condiciones:

-Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. La carga mínima prevista en voltamperios 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 obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

1.10 Previsión de cargas

La carga total prevista será la suma de las cargas correspondientes a las viviendas, locales comerciales, oficinas e industrias y los servicios generales. La previsión se determinará de acuerdo con lo establecido en la ITE-BT-10 del REBT y en las especificaciones de edificación.

Acometida Portal 1

VIVIENDAS

nº de viviendas = 12 (Electrificación Básica = 5.750W)

Coefficiente de simultaneidad = 9.9

$$P_{viviendas} = \frac{N^{\circ}_{viviendas} E.B. \times 5750 + N^{\circ}_{viviendas} E.E. \times 9200}{N^{\circ}_{totalviviendas}} \cdot k_s = \frac{12 \cdot 5750}{12} \cdot 9.9 = 56.93 \text{ kW}$$

SERVICIOS GENERALES

El cálculo de la potencia de **Ascensores** se realiza siguiendo la normativa de Iberdrola MT 2.80.12, sección 2.3. Dicha normativa indica que la potencia prevista para un ascensor con un número inferior a 5 plazas será de 4 Kw.

Para la iluminación de **zonas de uso común**, se estimara una potencia de 15 W /m² para lámparas incandescentes y de 4 W /m² para lámparas de descarga.

Servicio	Descripcion	Potencia (W)
Escalera	1 ascensor de cinco plazas	4500
	Extractores	1000
	alumbrado planta baja	108
	alumbrado toda noche	72
	emergencias planta baja	100
	alumbrado escaleras	324
	alumbrados rellanos	584
	emergencias escaleras	100
	emergencia rellanos	100
	alumbrado permanente	234
	fuerza escalera	3680
	alimentacion audioportero	500
	Total escaleras	11302

Garaje	Alumbrado garaje (P1)	680
	Alumbrado permanente (P1)	268
	Emergencias garaje (P1)	200
	Alumbrado garaje (P2)	522
	Alumbrado permanente (P2)	326
	Emergencias garaje (P2)	200
	alumbrado escaleras (P1)	288
	emergencia escaleras (P1)	100
	alumbrado escaleras (P2)	360
	emergencia escaleras (P2)	100
	centralita incendios	500
	alumbrado rampa	232
	bombas achique	250
	puerta garaje	500
	fuerza garaje (P1)	3680
	fuerza garaje (P2)	3680
	Cuadro ventilacion	14000
	Total garaje	31436
Trasteros	alumbrado trasteros	660
	pasillos trasteros	180
	Tomas de corriente	2400
	emergencia trasteros	100
	Total trasteros	3340

LOCALES

Superficie del local: 62.32 m²

$$P_{locales} = 100 \frac{W}{m^2} \cdot 62,32m^2 = 6.23kW$$

POTENCIA TOTAL PORTAL 1

Resumen	Total viviendas (KW)	56,93
	Total locales (KW)	6,23
	Total servicios comunes (KW)	46,078

Potencia total (KW)	109,238
----------------------------	----------------

Acometida Portal 2

VIVIENDAS

nº de viviendas = 9 (Electrificación Básica = 5.750W)
 Coeficiente de simultaneidad = 7.8

$$P_{viviendas} = \frac{N^{\circ}_{viviendas} E.B. \times 5750 + N^{\circ}_{viviendas} E.E. \times 9200}{N^{\circ}_{totalviviendas}} \cdot k_s = \frac{9 \cdot 5750}{9} \cdot 7.8 = 44.85 kW$$

SERVICIOS GENERALES

El cálculo de la potencia de **Ascensores** se realiza siguiendo la normativa de Iberdrola MT 2.80.12, sección 2.3. Dicha normativa indica que la potencia prevista para un ascensor con un número inferior a 5 plazas será de 4 Kw.

Para la iluminación de **zonas de uso común**, se estimara una potencia de 15 W /m² para lámparas incandescentes y de 4 W /m² para lámparas de descarga.

Servicio	Descripcion	Potencia (W)
Escalera	1 ascensor de cinco plazas	4500
	Extractores	1000
	alumbrado planta baja	108
	alumbrado toda noche	72
	emergencias planta baja	100
	alumbrado escaleras	324
	alumbrados rellanos	584
	emergencias escaleras	100
	emergencia rellanos	100
	alumbrado permanente	234
	fuerza escalera	3680
	alimentacion audioportero	500
	Total escaleras	11302
Generales	Linea a cuadro solar	3800
	Linea a cuadro calefacción	12500
	Alumbrado exterior	910
	Linea a cuadro RITM	5750
	Total garaje	22960
Trasteros	alumbrado trasteros	660
	pasillos trasteros	180
	emergencia trasteros	100
	Tomas de corriente	2400
	Total trasteros	3340

LOCALES

Superficie del local 2: 156.25 m²

Superficie del local 3: 68.31 m²

$$P_{local2} = 100 \frac{W}{m^2} \cdot 156.25 m^2 = 15.62 kW$$

$$P_{local3} = 100 \frac{W}{m^2} \cdot 68.31 m^2 = 6.83 kW$$

POTENCIA TOTAL PORTAL 2

Resumen	Total viviendas (KW)	44.85
	Total locales (KW)	22.45
	Total servicios comunes (KW)	35,202

Potencia total (KW)	102,502
----------------------------	----------------

1.11. Conductores y cables eléctricos

1.11.1. Introducción

Los conductores de corriente eléctrica se deberán calcular de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.11.2. Tipos de conductores.

Se llaman conductores eléctricos a los materiales que puestos en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Los mejores conductores eléctricos son los metales y sus aleaciones. Existen otros materiales, no metálicos, que también poseen la propiedad de conducir la electricidad. Para el transporte de la energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el metal empleado universalmente es el cobre en forma de cables de uno o varios hilos. Alternativamente se emplea el aluminio, metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60 % de la del cobre es, sin embargo, un material mucho más ligero, lo que favorece su empleo en líneas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión. Para aplicaciones especiales se utiliza como conductor el oro.

Partes que componen un conductor eléctrico

En los conductores se pueden diferenciar claramente tres partes:

- El alma o elemento conductor.
- El aislamiento.
- Las cubiertas protectoras.

Alma o elemento conductor: Se fabrica en cobre o aluminio y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centro de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, viviendas, centros comerciales, etc.). Dependiendo de la forma cómo esté constituida el alma se pueden clasificar los conductores eléctricos de la siguiente manera:

-Alambre: Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor. Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en conductos o directamente sobre aisladores.

-Cable: Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de reducida sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.

También se pueden clasificar según el número de conductores:

-Monoconductor: Conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislamiento y con o sin cubierta protectora.

-Multiconductor: Conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envueltas cada una por su respectiva capa de aislación y con una o más cubiertas protectoras comunes.

Aislamiento: El objetivo del aislamiento en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas, con objetos u otros elementos que forman parte de una instalación. Del mismo modo, el aislamiento debe evitar que conductores de distinta tensión puedan hacer contacto entre sí.

Los materiales aislantes usados desde sus inicios han sido sustancias poliméricas, que en química se definen como un material o cuerpo químico formado por la unión de muchas moléculas idénticas, para formar una nueva molécula más gruesa.

Los diferentes tipos de aislamiento de los conductores están dados por su comportamiento técnico y mecánico, considerando el medio ambiente y las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que ellos protegen, resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas, etc. Entre los materiales usados para el aislamiento de conductores podemos mencionar el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el polietileno reticulado o XLPE, la goma y el caucho.

Cubiertas protectoras: El objetivo fundamental de esta parte en un conductor es proteger la integridad de la aislación y del alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc. Si las protecciones mecánicas son de acero, latón u otro material resistente, a ésta se le denomina armadura. Los conductores también pueden estar dotados de una protección de tipo eléctrico formado por cintas de aluminio o cobre. En el caso que la protección, en vez de cinta esté constituida por alambres de cobre, se le denomina pantalla.

Conductores Activos

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna. Los conductores serán de cobre o de aluminio, y serán siempre aislados, exceptuando cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, es su instrucción número 19.

Conductor Neutro

Según la ITC-BT 19, en las instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será mínimo igual a la de las fases.

Para hallar la sección de los neutros en los tramos subterráneos se utiliza la tabla 7.1 de la ITC-BT 07. A cada sección de fase y tipo de conductor (aluminio o cobre) le corresponde una sección de neutro.

Conductores de Protección

Estos conductores sirven para conectar las masas de la instalación con la puesta a tierra. Es decir, son conductores que en condiciones normales no soportan tensión. Los conductores de protección tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación:

Secciones de los conductores de fase (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2
Se respetará siempre un mínimo de 2.5mm ² si disponen de protección mecánica y de 4mm ² si no la tienen.	

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, y por piezas de conexión de aprieto por rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

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

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.

1.11.3. Sección del conductor.

En primer lugar se ha de calcular cual va a ser la sección adecuada que ha de tener el conductor a lo largo de la instalación. Esta sección a de cumplir lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Los factores que influyen y que por lo tanto se han de tener en cuenta a la hora de calcular la sección de los conductores son los siguientes:

- Criterio térmico.
- Caída de tensión.

Criterio térmico

La temperatura hace que la resistencia de un conductor varíe, por ejemplo, cuanto más caliente está, mas se opone el conductor al paso de la electricidad. Los conductores se calientan por efecto de la propia corriente que por el circula, lo cual se debe a la resistencia del conductor, obviamente, cuanto más elevada es la corriente, mayor será el calentamiento y por lo tanto, mayor pérdida de energía en forma de calor.

Cuando, al mismo tiempo, la suma de las perdidas térmicas producidas es igual a las perdidas disipadas en el medio ambiental, se establece un estado de equilibrio y la temperatura del núcleo toma un valor constante. Este no debe sobrepasar un valor fijado por la resistencia del aislante escogido y, eventualmente, por la resistencia de los otros materiales constitutivos, para asegurar al cable un tiempo útil de vida normal. Según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q=0,24 \times I^2 \times R \text{ Calorias}$$

Lo que sucede es que el calentamiento aumenta en relación con el cuadrado de la variación de corriente. Por consiguiente, si se aumenta la corriente al doble, el calentamiento será 4 veces mayor. Cuando circula mayor corriente por un conductor, no solamente calentara el conductor, habrá también un aumento en su resistencia, como consecuencia, habrá un aumento adicional de temperatura. Se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura):

$$\Delta T = \left(\frac{I}{I_n} \right)^2 \cdot \Delta T_n$$

Siendo:

- T: Incremento admisible de la temperatura.
- T_n : Incremento de la temperatura en condiciones normales.
- I_n : Intensidad nominal en condiciones normales.
- I: Intensidad admisible.

El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea

(aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

El calor que es cedido al exterior es:

$$Q = M \cdot C \cdot \Delta T$$

Esta evacuación del calor se puede producir de dos formas:

- Por convección y radiación si el conductor está colocado al aire.
- Por conducción si el conductor está en contacto con otros elementos.

Si la intensidad que atraviesa el conductor aumenta, produciéndose por consiguiente un aumento de la temperatura, llegara a un punto en el que el calor producido no pueda evacuarse, por lo que la temperatura seguirá aumentando. Si esta temperatura es elevada existirá el peligro de que los materiales aislantes se deterioren, incluso se lleguen a quemar, ocasionando cortocircuitos, incluso incendios.

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos mencionados anteriormente.

Se denomina intensidad máxima admisible en régimen permanente de un conductor, al valor de la intensidad que provoca, para un entorno determinado, el recalentamiento del núcleo de los conductores al valor máximo permitido.

Estas intensidades máximas permitidas vienen recogidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su instrucción 19. En ella se muestran las intensidades máximas admisibles de los conductores, en función de la sección, tipo de instalación, número de conductores y naturaleza de aislamiento.

Caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y el extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

La sección de los conductores será tal 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. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

1.11.4. Canalizaciones

Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para conducir los conductores eléctricos entre las diferentes partes de la instalación eléctrica. Las instalaciones eléctricas persiguen proveer de resguardo, seguridad a los conductores a la vez de propiciar un camino adecuado por donde colocar los conductores.

En general, las canalizaciones se pueden agrupar en cuatro grandes apartados:

-Canalizaciones fijas: Son aquellas en las que es preciso desconectar la instalación para su modificación, lo que requiere trabajos de desmontaje. Estas canalizaciones alimentan aparatos fijos. Un ejemplo sería la instalación de un edificio.

-Canalizaciones semifijas: El desplazamiento de los equipos se efectuara después de dejarlos sin tensión, aunque permanezcan acoplados a la red. Es el caso de algunos equipos de extracción de minería o de obras públicas.

-Canalizaciones semimóviles: Permiten el desplazamiento ocasional de los equipos bajo tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos semimóviles, tales como lámparas de pie o maquinas de oficina.

-Canalizaciones móviles: Permiten el desplazamiento de los equipos en tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos móviles. Por ejemplo, grúas, ascensores, montacargas, equipos de maquinas de extracción de minería, cabezales de trabajo de equipos industriales, herramientas portátiles, etc.

Evidentemente, la naturaleza de la canalización determina el tipo de cable adecuado al servicio de que se trate.

En el presente proyecto se ha de utilizar canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizara de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizaran tubos no obturados, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

Tubos protectores

En el mercado actual existen muchas clases de tubos. Dependiendo de las actividades que se desarrollen en cada zona y del lugar por donde vayan a ser colocados se podrán elegir algunas de estas opciones: tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexible normal, tubo PVC rígido, etc.

A la hora de calcular el diámetro mínimo de los tubos protectores que contienen a las diversas líneas de la instalación se debe tener en cuenta el número, tipo y sección de los conductores, así como el tipo de instalación. Para ello, en la instrucción complementaria ITC-BT 21, se establecen una serie de tablas con los diámetros mínimos de los tubos protectores, en función de los factores antes citados.

Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, 60 grados centígrados para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno y 70 grados centígrados para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Canalización bajo tubos protectores

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores tendremos que tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originaran reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes.
- Las conexiones entre conductores se realizaran en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

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

- Los tubos se fijaran a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas.
- La distancia entre estas será, como máximo, de 0,5 metros.
- Es conveniente disponer de tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,5 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o òTò apropiados.

La elección definitiva de los tubos con sus diámetros correspondientes esta especificada en el documento cálculos del presente proyecto, mientras que su emplazamiento y forma de colocación esta especificada en el documento planos.

1.11.5. Normas para la elección de cables y tubos

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

-El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.

-La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.

-El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

Además de tener cuenta todo lo expuesto anteriormente, se harán las siguientes consideraciones para la elección del tubo protector de los conductores:

-Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en la instrucción 21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. En estas tablas viene expresado el diámetro interior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.

-Para más de cinco conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección inferior de este, ha de ser como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

-El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales. Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.

-Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 25 metros. Las conexiones entre los conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

1.11.6. Códigos de colores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente inidentificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizara por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor de protección se le identificara por el color verde-amarillo. El conductor neutro se identificara por el color azul. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificaran por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases, se utilizara también el color gris.

1.11.7. Soluciones adoptadas

Según las características de los elementos a alimentar, así como su ubicación etc. Se han de utilizar distintos tipos de conductores. El material del conductor será en todos casos de cobre, salvo la acometida, que será de aluminio.

Acometidas

La canalización de la acometida se hará enterrada a una profundidad de 0,7 metros. El conductor utilizado para la distribución de la energía desde el centro de transformación, hasta el cuadro general de distribución será el siguiente:

-Marca: General Cable; Modelo: ENERGY RV K; Ref: RV-K Al; Tensión nominal 0,6/1KV

Líneas Generales de Alimentación

-Marca: General Cable; Modelo: EXZHELLENT XXI; Ref: RZ1-K(AS)
Cu; Tensión nominal 0,6/1KV.

Derivaciones individuales

-Marca: General Cable; Modelo: EXZHELLENT XXI D.I; Ref: RZ1-K(AS)
Cu; Tensión nominal 0,6/1KV.

Instalación interiores en locales

-Marca: General Cable; Modelo: EXZHELLENT XXI; Ref: RZ1-K(AS)
Cu; Tensión nominal 0,6/1KV.

Instalación interiores viviendas

-Marca: General Cable; Modelo: EXZHELLENT XXI; Ref: H07Z1-K(AS)
Cu; Tensión nominal 450/750V.

Alumbrado emergencia

-Marca: General Cable; Modelo: EXZHELLENT XXI; Ref: RZ1-K(AS)
Cu; Tensión nominal 0,6/1KV.

1.12 Cuadros eléctricos

1.12.1. Interconexión de las distintas partes de la instalación

El cuadro eléctrico es el punto de paso de la corriente eléctrica y en el que se deben instalar los dispositivos generales e individuales de mando y protección de una instalación eléctrica.

La instalación debe subdividirse convenientemente, de forma que una avería en algún punto de la misma solo afecte a un sector limitado de ella. Este hecho se consigue mediante la colocación de dispositivos de protección coordinados y diseñados de forma que se asegure la selectividad necesaria de la instalación. En este sentido se recomienda un sistema de cuadros que incluya:

-Un cuadro general de distribución, del que partirán las líneas que distribuyen la energía hasta los cuadros secundarios.

- Una serie de cuadros secundarios de distribución, derivados de los anteriores.

De estos cuadros secundarios, si fuese necesario, podrán derivarse a su vez a otros cuadros.

1.12.2. Ubicación

Los cuadros generales de distribución deberán instalarse a poder ser en el punto más próximo posible a la entrada de la derivación individual y se colocaran junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección que se establecen en el apartado siguiente. Cuando no sea posible la instalación de estos cuadros en este punto próximo a la entrada de la acometida, se instalara en dicho punto, y dentro de un armario o cofret, un dispositivo de mando y protección (interruptor automático magnetotérmico) para cada una de las líneas. Estos cuadros estarán separados de los locales donde exista un peligro de incendio por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego.

Los cuadros secundarios, se instalaran en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro de incendio o de pánico (como salas de público), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego, preferentemente en vestíbulos y pasillos, nunca en el interior de consultas.

Todos los cuadros deberán disponer de los correspondientes cierres de seguridad que impidan que personas ajenas al equipo de mantenimiento pudieran manipular en su interior.

1.12.3. Composición

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicaran en el interior de los cuadros eléctricos de donde partirán los circuitos interiores, y constaran como mínimo de los siguientes elementos:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento y que este dotado de elemento de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Este interruptor será independiente, si existe, del interruptor de control de potencia. Este interruptor servirá de protección general con los situados aguas abajo, con los que deberá estar coordinado para que exista la correspondiente selectividad. Este interruptor deberá llevar asociada una protección diferencial, destinada a la protección contra contactos indirectos. Con esta protección en el origen de la instalación se consigue proteger mediante diferenciales toda la instalación y al mismo tiempo conseguir una elevada continuidad de servicio, pues permite actuar ante un fallo fase-masa en los niveles superiores de distribución, o como protección de los usuarios si alguno de los diferenciales ubicados aguas abajo (en los cuadros secundarios, por ejemplo) quedara fuera de servicio de forma accidental o intencionada. Este diferencial en el origen de la instalación, se encontrará en serie con diferenciales instalados aguas abajo por lo que deberá establecerse la adecuada selectividad y con retardo de tiempo.
- Las líneas que partiendo de estos cuadros alimenten otro cuadros secundarios deberán disponer de dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones.
- Si además de estos cuadros parten líneas para la alimentación directa de alguna cargas, cada uno de los circuito deberá contar con los siguientes dispositivos:

- ✓ Dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- ✓ Un interruptor diferencial, destinado a la protección contra contactos indirectos en los mencionados circuitos, que deberá establecerse con la correspondiente selectividad respecto a la protección diferencial dispuesta en la cabecera de la instalación.

Cuadros secundarios

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento y que este dotado de elemento de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

- Interruptores diferenciales destinados a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, y selectivos respecto a la protección diferencial colocada aguas arriba.
- Dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los diferente circuitos.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.

1.12.4. Características de los cuadro de distribución

Las dimensiones del cuadro que se elija para la ubicación de toda la paramenta necesaria para la protección, control y maniobra de los circuitos que partirán de él, axial como del nivel de segregación que se pretenda aplicar, debe ser al menos un 30 % superior a la dimensiones obtenidas en su cálculo, posibilitando de esta forma posibles ampliaciones en la instalación.

Las envolventes de los cuadros se ajustaran a la normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.493-3, con un grado de protección mínimo IP30 según UNE 20.324 y de protección mecánica mínima IK07 según UNE 50.102.

La elección de los cuadros debe realizarse de modo que se permita la sustitución de cualquiera de sus componentes en el mismo tiempo posible, evitando siempre la necesidad de desmontar otros no implicados en la sustitución.

Cada cuadro deberá incluir además un sinóptico con el esquema unifilar correspondiente.

1.12.5. Características de los circuitos

De los cuadros generales saldrán las líneas que alimentan directamente aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución que conectaran los cuadros secundarios de distribución, de los que partirán los distintos circuitos alimentadores.

Deberán preverse circuitos distintos para las partes de la instalación que es necesario controlar separadamente, tales como alumbrado, tomas de corriente, alimentación de la maquinaria, etc., de forma que no se vean afectados dichos circuitos por el fallo de otros, o incluso por su normal funcionamiento como consecuencia de las perturbaciones que se pueden introducir en la red por parte de algunos receptores.

Todos los circuitos deben quedar identificados en sus puntos extremos, así como en las cajas mediante etiquetas donde vendrá indicado, de manera clara, indeleble y permanente, su destino, cuadro de procedencia e interruptor que le protege.

Además para distribución de los circuitos interiores se deberá seguir la pauta marcada en los siguientes puntos:

- Se deben instalar uno o varios interruptores diferenciales, garantizando la protección con sensibilidad máxima de 30 mA en todos los circuitos que estén al acceso de personas (en aquellos otros en los que no sea posible el contacto indirecto, por ejemplo, tramos enterrados, tramos entre cuadros inaccesibles, etc., o en aquellos en los que la continuidad del suministro sea fundamental, podrá admitirse el empleo de diferenciales de sensibilidad 300 mA o superior).

-En los receptores especialmente problemáticos (ya sea por el tipo de corriente que generan, por su potencia, por la probabilidad de fallos de aislamiento, por la posibilidad de fugas, etc.) se optará por utilizar un diferencial para cada receptor, con el objeto de que la actuación del mismo no suponga la desconexión de otras partes de la instalación.

-En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público en general (por ejemplo, vestíbulos, pasillos, corredores, salas de espera y salas de juntas), el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos y contra contactos indirectos.

-Los circuitos para el alumbrado de seguridad, en el caso que alimenten aparatos autónomos, podrán estar conectados al circuito de alumbrado normal, debiendo existir un interruptor manual que permita la desconexión del alumbrado normal sin desconectar el alumbrado de emergencia.

1.13. Protecciones en baja tensión

1.13.1. Introducción

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar en ella.

Existen muchos tipos de protecciones, que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia, pero hay tres que deben usarse en todo tipo de instalación: de alumbrado, domesticas, de fuerza, redes de distribución, circuitos auxiliares, etc., ya sea de baja o alta tensión.

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones 22, 23 y 24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, debemos considerar las siguientes protecciones:

- Proteccion de la instalación
 - Contra sobrecargas
 - Contra cortocircuitos
- Protección de las personas:
 - Contra contactos directos.
 - Contra contactos indirectos.

1.13.2. Dispositivos de protección

Los dispositivos utilizados en el presente proyecto son una combinación entre interruptores diferenciales e interruptores magnetotérmicos.

-Interruptor diferencial: El interruptor diferencial es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos. Es un interruptor que tiene la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente de entrada y salida en un circuito. Cuando esta diferencia supera un valor determinado (sensibilidad), para el que está calibrado (30 mA, 300 mA, etc.), el dispositivo abre el circuito, interrumpiendo el paso de la corriente a la instalación que protege. En esencia, el interruptor diferencial consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico puede accionar unos contactos. Cuando las corrientes de entrada y salida no son iguales, los flujos creados por ambas corrientes en las bobinas dejan de ser iguales y el flujo diferencial entre ellas crea una corriente i que activa el electroimán que a su vez posibilita la apertura de los contactos del interruptor.

-Interruptor magnetotérmico: El interruptor magnetotérmico es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de protegerlas frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo conectados a ellas. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

Al circular la corriente el electroimán crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir un contacto, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica, que al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y provoca la apertura de un contacto. Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

1.13.3. Protección de la instalación

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como para limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior. (Protección de reserva).

La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado en cuenta desde el momento de la concepción de una instalación de baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía. Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

Una selección no selectiva está expuesta a riesgos de diversa gravedad:

- Imperativos de producción no respetados.
- Obligación de volver a realizar los procesos de arranque para cada una de las maquinas herramientas, como consecuencia de una pérdida de alimentación general.
- Paros de motores de seguridad tales como bombas de lubricación, extractores de humos, etc.
- Roturas de fabricación con:
- pérdida de producción o de producto terminado.
- Riesgo de avería en los útiles de producción dentro de procesos continuos.

1.13.3.1. Protección contra sobrecargas

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta instalación superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve.

Se comprende que producirá grandes daños si su duración es larga, pues los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del aumento de la intensidad.

La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte al aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente.

Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

Debe instalarse un dispositivo que asegure la protección contra las sobrecargas en los lugares en que un cambio trae consigo una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, por ejemplo, un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación, etc.

Según instrucción 22 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, los dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos con curva térmica de corte.

1.13.3.2. Protección contra cortocircuitos

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia, cuando entran en contacto, entre si o con tierra, conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces el máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

La corriente de cortocircuito es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración este. La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito. La componente de corriente continua se atenúa hasta anularse completamente. Las principales características de los cortocircuitos son:

- Su duración: autoextinguible, transitorio o permanente.
- Su origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales), debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.
- Su localización: dentro o fuera de una maquina o tablero eléctrico.

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos (el 80 % de los casos), bifásicos (el 15% de los casos) y trifásicos (solo el 5 % de los casos). Los bifásicos suelen degenerar en trifásicos.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

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

Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguiente condiciones:

1. Su poder de ruptura debe ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior, si hay instalado por delante otro con el poder de ruptura necesario y están coordinados, de forma que la energía que dejan pasar no sea superior a la que soporta sin daño el segundo dispositivo y las canalizaciones protegidas por él.
2. El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

Consecuencias de los cortocircuitos

Depende de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad.

Según el lugar del defecto, la presencia de un arco puede:

- Degradar los aislantes.
- Fundir los conductores.
- Provocar un incendio o representar un peligro para las personas.

Según el circuito afectado, pueden presentarse:

- Sobreesfuerzos electrodinámicos con deformación de los juegos de barras y arrancado o desprendimiento de los cables.

Puede haber un sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por efecto Joule, con riesgo de deterioro de los aislantes.

Para los otros circuitos eléctricos de la red afectada o redes próximas:

- Bajadas de tensión durante el tiempo de la eliminación del defecto, de algunos milisegundos a varias centenas de milisegundos.
- Desconexión de una parte más o menos importante de la instalación, según el esquema y la selectividad de sus protecciones.
- Inestabilidad dinámica y pérdida de sincronismo de las maquinas.
- Perturbaciones en los circuitos de mando y control.

1.13.3.3. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el diseño de una instalación y elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles.

Corriente de cortocircuito máxima

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y el tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores.
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

El valor de la corriente de cortocircuito máxima se obtiene de la siguiente relación:

$$I_{cc_{max}} = \frac{c * U_n}{\sqrt{3} |Z_d|}$$

Donde:

$I_{cc_{max}}$: Corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1.

U_n : Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_d : Impedancia directa por fase de la red aguas arriba del defecto en ohmios.

Una vez que se ha calculado la corriente de cortocircuito máximo, se obtiene el poder de corte, que deberá cumplir la siguiente condición:

$$PdC \geq I_{cc_{max}}$$

Siendo pdc el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos.

Corriente de cortocircuito mínima

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y el tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuitos con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos para la protección de los conductores frente a cortocircuito.
- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc_{\min}} = \frac{c \cdot U_n \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot |Z_{d_nueva}| + Z_0}$$

Donde:

$I_{cc_{\min}}$: Corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.

U_n : Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_{d_nueva} : Impedancia directa en ohmios, teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito que es de 250°C.

Z_0 : Impedancia homopolar en ohmios.

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magnetotérmico es necesario calcular su calibre (intensidad nominal), al igual que los fusibles. Se acotan del siguiente modo:

Interruptor Magnetotérmico

$$I_{\text{calculo}} \leq I_{\text{no min al}} \leq I_{\text{admisible}}$$

Fusibles:

$$I_{\text{calculo}} \leq 1,6 \cdot I_{\text{no min al}} \leq I_{\text{admisible}}$$

Donde:

-**I_{calculo}**: Es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{\text{calculo}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi}$$

-**I_{admisible}**: Es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la instrucción 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Dentro del intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga dentro de los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico de la siguiente manera:

- I_{ccmin} Mayor o igual que 5 La curva es de tipo B.
- I_{ccmin} Mayor o igual que 10 La curva es de tipo C.
- I_{ccmin} Mayor o igual que 20 La curva es de tipo D.

Calculo de las impedancias

- Calculo de Z_d (impedancia directa)

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia Z compuesta de:

- un elemento resistivo puro R .
- un elemento inductivo puro X , llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de R y X ; después se suman aritméticamente por separado.

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut}$$

- Calculo de Z_a

Esta impedancia representa la línea de media o alta tensión que llega al transformador. La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía, en este caso será de 500MVA. Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

$$Z_a = X = \frac{U^2}{S_{cc}}$$

Donde:

U : Tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

S_{cc} : Potencia de cortocircuito en MVA.

Z_a : Impedancia aguas arriba del defecto en Ω . Es totalmente inductiva.

- Cálculo de Z_T

Esta impedancia representa al transformador de distribución. Para el cálculo aproximado, se puede igualmente despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z = X = U_{cc} \cdot \frac{U^2}{S}$$

Donde:

U: Tensión en vacío entre fases en V.

U_{cc} : Tensión de cortocircuito en %.

S: Potencia nominal del transformador en kVA.

Z_T : Impedancia del transformador en j . Es totalmente inductiva.

La resistencia del transformador se puede considerar despreciable. La resistencia y reactancia de toda la aparamenta de alta tensión también lo podemos considerar despreciable.

- Cálculo de Z_L

Esta impedancia representa a los conductores de la instalación. La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$R_L = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

R: Resistencia del conductor en ohmios.

ρ : Resistividad del material. La de un conductor de cobre a 20°C es de 0,01724 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ y la de un conductor de aluminio a 20°C es de 0,02857 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

L = Longitud del conductor en m.

S = Sección por fase del conductor en mm^2 .

Para secciones iguales o inferiores a 150 mm^2 se podrá despreciar siempre la reactancia de la línea.

- Cálculo de Z_{aut}

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinasí) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de 0,15 j má .

$$Z_{aut} \approx X = N^{\circ} \text{ de automatismos} \times 0,15 \text{ j má}$$

En el número de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole, como diferenciales, etc.

- Cálculo de Z_d_{nueva}

Con el objetivo de determinar la curva del interruptor magnetotérmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. Para ello se debe tener en cuenta la impedancia directa de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo. Otra novedad es que para calcular la nueva impedancia de la línea, hay que calcularla a temperatura de cortocircuito (250°C). Para ello se hace la siguiente transposición:

$$Z_{L_{250^{\circ}C}} = Z_{L_{20^{\circ}C}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

Donde:

$$= 4 \times 10^{-3}$$

$$\hat{e} T = 250^{\circ}C \text{ ó } 20^{\circ}C = 230^{\circ}C.$$

Por tanto:

$$Z_{d_{nueva}} = Z_a + Z_T + Z_{L_{250^{\circ}C}} + Z_{aut}$$

- Cálculo de Z_0 (impedancia homopolar).

En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea.

$$Z_0 = Z_0 + Z_0 + Z_0 + Z_{auto}$$

Donde:

$$Z_{a0} = 0$$

$$Z_{T0} = Z_T$$

$$Z_{L0} = 3 \times Z_{L_{250^{\circ}C}}$$

$$Z_{auto} = 3 \times Z_{aut}$$

1.13.3.4. Coordinación de protecciones

Si el dispositivo de protección contra las sobrecargas posee un poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde esté instalado, se considera que asegura igualmente la protección contra las corrientes de cortocircuito de la canalización situada en el lado de carga de este punto (puede no ser válido para interruptores automáticos no limitadores, cuyo caso habría que verificar la condición de tiempo máximo de disparo).

Cuando se utilizan protecciones contra sobrecarga y cortocircuito por protecciones distintas, las características de los dispositivos deben estar coordinadas, de tal forma que la energía que deja pasar el dispositivo de protección contra los cortocircuitos no sea superior a la que pueda soportar sin daño el dispositivo de protección contra las sobrecargas.

1.13.4. Protección de las personas

Siempre que existan entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor que los una entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas, se puede producir de dos formas posibles:

- Cuando las personas se pongan en contacto directo con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (Contacto Directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto en el aislamiento, etc.
- Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentra bajo tensión (Contacto Indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por un defecto en el aislamiento, por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Se han realizado diversos estudios para determinar con exactitud, los valores peligrosos de intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites de tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano.

Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto. El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión fija estos valores en:

Características del local	Limite de tensión de contacto [V]
Locales o emplazamientos húmedos	24
En los demás casos	50

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

1.13.4.1. Protección contra contactos directos

Para que se pueda considerar correcta la protección contra contactos directos, se tomarán en cuenta las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, eliminando la posibilidad de un contacto fortuito con las manos o por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Por ejemplo, armarios eléctricos aislantes o barreras de protección. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos en los mismos.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo. No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

En esta instalación se adoptará principalmente el indicado en el tercer apartado, es decir, todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

1.13.4.2. Protección contra contactos indirectos

Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Las medidas de protección contra contactos indirectos, pueden ser de las siguientes clases:

- Clase A*: Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien, impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores, entre los cuales puede aparecer una diferencia de potencial peligrosa.

Clase B: Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Adoptaremos una protección contra contactos indirectos de la clase B, conductores de protección puestos a tierra, combinados con interruptores diferenciales.

Las tomas de tierra tienen como objetivo evitar que cualquier equipo descargue su potencial eléctrico a tierra, a través de nuestro cuerpo. En condiciones normales, cualquier equipo puede tener en sus partes metálicas una carga eléctrica, bien por electricidad estática o bien por una derivación, para evitar precisamente una descarga eléctrica cuando se toca dicho equipo se exige que este tenga sus partes metálicas puestas a tierra.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe desconectar automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación:

$$\begin{array}{ll} \text{En locales secos:} & R \leq (50 \\ \text{En locales húmedos o mojados:} & R \leq \left(\frac{I_s}{24}\right) \\ & /I_s) \end{array}$$

Siendo I_s la sensibilidad en miliamperios.

1.13.5. Solución adoptada

La solución adoptada consiste en colocar un interruptor general automático a la entrada de cada cuadro general de distribución y un interruptor diferencial. A la salida de cada línea se colocará un interruptor magnetotérmico. Habrá que estudiar si es necesaria o no la colocación de un Interruptor de Control de Potencia (I.C.P.), para limitar el consumo, en función de la previsión de cargas y uso.

Tenemos que tener en cuenta que Iberdrola prohíbe la colocación de ICP para la línea del ascensor por motivos de seguridad, evitando de este modo la parada del mismo por un exceso de consumo en su línea o en una asociada al mismo (interruptor de corte aguas arriba).

En los cuadros auxiliares se colocará un interruptor de corte o un seccionador de corte en carga a la entrada del cuadro; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial.

Se instalarán interruptores diferenciales de diferentes sensibilidades según sea el caso:

$$\text{En líneas de fuerza (Motores)} \quad I_s = 300 \text{ mA}$$

$$\text{En líneas de alumbrado} \quad I_s = 30 \text{ mA.}$$

Estos interruptores magnetotérmicos irán asociados a las puestas a tierra de las masas. Los elementos de protección utilizados son de la marca Schneider Electric. Para su elección se tendrá en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

La protección diferencial se incluye en todas las derivaciones del embarrado y cuadros auxiliares que siguen a estas derivaciones, de forma que no pueda tener lugar ninguna electrocución o defecto peligroso.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo.

Las características de las protecciones utilizadas se pueden consultar en el punto 2.4 del apartado cálculos del presente proyecto.

1.14. Puesta a tierra

1.14.1. Introducción

Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden 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 el material utilizado.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión determina, en la instrucción 18, cual es límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas.

Características del local	Límite de tensión de contacto [V]
Locales o emplazamientos húmedos	24
En los demás casos	50

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas.

Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de estas corrientes.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

1.14.2. Características de la puesta a tierra

La denominación «puesta a tierra» comprende toda la instalación metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta, o las de descargas de origen atmosférico.

La instalación a tierra se convierte en una especie de embudo sumidero que manda a tierra toda la corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y también enviará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico o procedente de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las consiguientes diferencias de potencial entre puntos del terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberán considerar:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.
- La protección de los equipos sensibles.
- Un potencial de referencia

Para ello es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones.
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura...) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

1.14.3. Componentes de la puesta a tierra

Los elementos de puesta a tierra, se dividen en cinco partes o grupos:

El terreno

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica, y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente.

La resistividad depende de cada terreno y se mide en ohmios por metro. Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT-13-2, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra, con la excepción de las instalaciones de tercera categoría e intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA, donde la investigación de las características (MIE-RAT-13-4) se sustituye por un examen visual del terreno,

pudiéndose estimar la resistividad por los valores que para diferentes terrenos se indican en las tablas de la citada instrucción.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:

- Humedad.
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida.
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura.
- Textura.

Tomas de tierra

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

1. Electrodo

Son la masa metálica que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitar a este el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que pueda tener.

Pueden ser naturales o artificiales; los electrodos naturales, suelen estar constituidos por conducciones metálicas enterradas, como conducciones de agua, cubiertas de plomo de cables de redes subterráneas, pilares metálicos de los edificios que se construyen con estructuras metálicas, etc. Los electrodos artificiales pueden ser barras (picas), tubos, placas metálicas, cables, u otros perfiles que a su vez puedan combinarse formando anillos o mallas.

De la sección en contacto con el terreno dependerá el valor de la resistencia a tierra. En general, la sección de un electrodo no debe ser inferior a $\frac{1}{4}$ de la sección del conductor de línea principal de tierra.

Los metales deben ser inalterables a las acciones de la humedad y del terreno como son el cobre, el hierro galvanizado, fundición de hierro, etc.

2. Líneas de enlace con tierra

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm² de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

3. Puntos de puesta a tierra

El elemento de la puesta a tierra, es el situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de puesta a tierra es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa, etc. que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra. El número de puntos de puesta a tierra conectados al mismo electrodo o conjunto de ellos dependerá del tipo de instalación.

Línea principal de tierra

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm² de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

Derivaciones de las líneas principales de tierra

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC-BT 18. La sección mínima [SP] dependerá de la sección de los conductores activos de la instalación [S], con un mínimo de 2.5 mm²; para secciones de los conductores de fase.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S _p (mm ²)
S ≤ 16	S _p = S
16 ≤ S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

Conductores de protección

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-BT 19.

1.14.4. Elementos a conectar a tierra

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, deberemos conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (no obligatorio según R.E.B.T.).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

1.14.5. Solución adoptada

El electrodo está formado por 6 picas de acero recubiertas de cobre de 20 mm de diámetro y 2 metros de longitud, situadas una en cada esquina de del edificio, en concreto en los pilares principales que soportan el bloque, y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Cada una de las centralizaciones de contadores existentes se unirán al conductor principal de tierra, en las diferentes pletinas instaladas para ello. De aquí partirán a las diferentes derivaciones individuales, con las secciones de cables especificadas en el apartado de cálculos del presente proyecto.

Los conductores de tierra se distinguirán fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.

1.15. Resumen del presupuesto

El presupuesto total asciende a la cantidad de

1.16. Informe de seguridad y salud

El estudio básico de seguridad y salud será ejecutada por una empresa externa. Su objetivo será dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1197 del 24 de Octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los diferentes riesgos laborales que puedan ser evitados, proponiendo las posibles medidas técnicas para ello, definiendo la relación de los riesgos que no pueden eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a disminuir dichos riesgos.

Fdo. Julen Lizarrondo Ostiz

PAMPLONA, Septiembre de 2012



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE
VIVIENDAS”

DOCUMENTO 2 CÁLCULOS

Alumno: Julen Lizarrondo Ostiz

Tutor: Felix Arroniz Fdez. De Gaceo

Pamplona, Julio de 2012

ÍNDICE

2.1. Previsión de Cargas.....	3
2.1.1. Acometida Portal 1.....	3
2.1.2. Acometida Portal 2.....	5
2.2. Métodos para el cálculo de las secciones.....	7
2.2.1. Normas para en cálculo de secciones.....	7
2.2.2. Metodologías utilizadas para el cálculo.....	8
2.3. Cálculo de Secciones.....	10
2.3.1. Acometidas.....	10
2.3.1.1. Acometida Portal 1.....	10
2.3.1.2. Acometida Portal 2.....	11
2.3.2. Líneas Generales de Alimentación.....	12
2.3.2.1. Portal 1.....	12
2.3.2.2. Portal 2.....	14
2.3.3. Derivaciones Individuales.....	16
2.3.3.1. Portal1.....	16
2.3.3.1.1. Locales Comerciales.....	16
2.3.3.1.2. Servicios comunes.....	17
2.3.3.1.3. Viviendas.....	21
2.3.3.2. Portal2.....	33
2.3.3.2.1. Locales Comerciales.....	33
2.3.3.2.2. Servicios comunes.....	35
2.3.3.2.3. Viviendas	38
2.3.4. Circuitos interiores.....	47
2.3.4.1. Viviendas.....	47
2.3.4.2. Servicios generales.....	50
2.3.4.3. Garajes y trasteros.....	57
2.3.4.4. Locales comerciales.....	57
2.4. Cálculo de las intensidades de cortocircuito y protecciones.....	57
2.4.1. Introducción.....	57
2.4.2. Intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador.....	57
2.4.3. Cálculo de los fusibles de la C.G.P.....	58
2.4.4. Cálculo de intensidades de cortocircuito y protecciones de líneas interiores....	58
2.5. Cálculo de iluminación interior.....	66
2.5.1. Introducción.....	66
2.5.2. Cálculos.....	66
2.6. Cálculos de Iluminación de Emergencia y Señalización.....	69
2.6.1. Cálculos.....	69
2.7. Cálculo de la instalación de puesta a tierra.....	72
2.7.1. Introducción.....	72
2.7.2. Cálculos e instalación en obra.....	72

2.1 Previsión de cargas

La carga total prevista será la suma de las cargas correspondientes a las viviendas, locales comerciales, oficinas e industrias y los servicios generales. La previsión se determinará de acuerdo con lo establecido en la ITE-BT-10 del REBT y en las especificaciones de edificación.

2.1.1 Acometida Portal 1

VIVIENDAS

nº de viviendas = 12(Electrificación Básica = 5.750W)

Coefficiente de simultaneidad =9.9

$$P_{viviendas} = \frac{N^{\circ}_{viviendas} E.B.x5750 + N^{\circ}_{viviendas} E.E.x9200}{N^{\circ}_{totalviviendas}} \cdot k_s = \frac{12 \cdot 5750}{12} \cdot 9.9 = 56.93kW$$

SERVICIOS GENERALES

El cálculo de la potencia de **Ascensores** se realiza siguiendo la normativa de Iberdrola MT 2.80.12 , sección 2.3. Dicha normativa indica que la potencia prevista para un ascensor con un número inferior a 5 plazas será de 4 Kw.

Para la iluminación de **zonas de uso común**, se estimara una potencia de 15 W /m² para lámparas incandescentes y de 4 W /m² para lámparas de descarga.

Servicio	Descripcion	Potencia (W)
Escalera	1 ascensor de cinco plazas	4500
	Extractores	1000
	alumbrado planta baja	108
	alumbrado toda noche	72
	emergencias planta baja	100
	alumbrado escaleras	324
	alumbrados rellanos	584
	emergencias escaleras	100
	emergencia rellanos	100
	alumbrado permanente	234
	fuerza escalera	3680
	alimentacion audioportero	500
	Total escaleras	11302

Garaje	Alumbrado garaje (P1)	680
	Alumbrado permanente (P1)	268
	Emergencias garaje (P1)	200
	Alumbrado garaje (P2)	522
	Alumbrado permanente (P2)	326
	Emergencias garaje (P2)	200
	alumbrado escaleras (P1)	288
	emergencia escaleras (P1)	100
	alumbrado escaleras (P2)	360
	emergencia escaleras (P2)	100
	centralita incendios	500
	alumbrado rampa	232
	bombas achique	250
	puerta garaje	500
	fuerza garaje (P1)	3680
	fuerza garaje (P2)	3680
	Cuadro ventilacion	14000
	Total garaje	31436
	Trasteros	alumbrado trasteros
pasillos trasteros		180
Tomas de corriente		2400
emergencia trasteros		100
Total trasteros		3340

LOCALES

Superficie del local: 62.32 m²

$$P_{locales} = 100 \frac{W}{m^2} \cdot 62,32m^2 = 6.23kW$$

POTENCIA TOTAL PORTAL 1

Resumen	Total viviendas (KW)	56,93
	Total locales (KW)	6,23
	Total servicios comunes (KW)	46,078

Potencia total (KW)	109,238
----------------------------	----------------

2.1.2 Acometida Portal 2

VIVIENDAS

nº de viviendas = 9 (Electrificación Básica = 5.750W)

Coefficiente de simultaneidad = 7.8

$$P_{viviendas} = \frac{N^{\circ}_{viviendas} E.B. \times 5750 + N^{\circ}_{viviendas} E.E. \times 9200}{N^{\circ}_{totalviviendas}} \cdot k_s = \frac{9 \cdot 5750}{9} \cdot 7.8 = 44.85 kW$$

SERVICIOS GENERALES

El cálculo de la potencia de **Ascensores** se realiza siguiendo la normativa de Iberdrola MT 2.80.12, sección 2.3. Dicha normativa indica que la potencia prevista para un ascensor con un número inferior a 5 plazas será de 4 Kw.

Para la iluminación de **zonas de uso común**, se estimara una potencia de 15 W /m² para lámparas incandescentes y de 4 W /m² para lámparas de descarga.

Servicio	Descripcion	Potencia (W)
Escalera	1 ascensor de cinco plazas	4500
	Extractores	1000
	alumbrado planta baja	108
	alumbrado toda noche	72
	emergencias planta baja	100
	alumbrado escaleras	324
	alumbrados rellanos	584
	emergencias escaleras	100
	emergencia rellanos	100
	alumbrado permanente	234
	fuerza escalera	3680
	alimentacion audioportero	500
	Total escaleras	11302
Generales	Linea a cuadro solar	3800
	Linea a cuadro calefacción	12500
	Alumbrado exterior	910
	Linea a cuadro RITM	5750
	Total garaje	22960
Trasteros	alumbrado trasteros	660
	pasillos trasteros	180
	emergencia trasteros	100
	Tomas de corriente	2400
	Total trasteros	3340

LOCALES

Superficie del local 2: 156.25 m²

Superficie del local 3: 68.31 m²

$$P_{local2} = 100 \frac{W}{m^2} \cdot 156.25m^2 = 15.62kW$$

$$P_{local3} = 100 \frac{W}{m^2} \cdot 68.31m^2 = 6.83kW$$

POTENCIA TOTAL PORTAL 2

Resumen	Total viviendas (KW)	44.85
	Total locales (KW)	22.45
	Total servicios comunes (KW)	37,602

Potencia total (KW)	102,502
----------------------------	----------------

2.2. Métodos para el cálculo de las secciones

En este documento se muestran los cálculos que se han realizado para la elaboración del proyecto de la instalación eléctrica en baja tensión de bloque de 60 viviendas con tres plantas de garaje con trasteros, dos locales planificados y uno sin planificar.

2.2.1 Normas para el cálculo de secciones.

En este apartado se va a calcular las intensidades que circulan por cada uno de los circuitos que componen la instalación.

Para realizar los cálculos se partirá de la potencia consumida por cada uno de los receptores y se usarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de red que se tenga:

Receptor monofásico

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Receptor trifásico

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

I_a = intensidad nominal (A).

P = potencia consumida en cada receptor (W).

V = tensión nominal (V).

$\cos\varphi$ = factor de potencia de cada receptor.

Además se tendrá en cuenta el factor de corrección (F_c) que ha de aplicarse en cada caso, dependiendo del tipo de receptor que se tenga (un solo motor, varios motores, lámparas). Al multiplicar este factor de corrección por la intensidad nominal se obtendrá I_c .

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplica por 1.25, ya que según la dicta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT 47, los conductores que alimenta a motores deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. Y en el caso en que una línea alimente varios motores, la línea se dimensiona para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad de plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

En los conductores que suministran corriente a lámparas de descarga se calculara para una carga total de 1.8 veces la potencia nominal.

Para calcular la Potencia Activa total de cada línea, se sumará las de todos los elementos de la misma línea.

2.2.2 Metodología utilizada para el cálculo

Una vez conocida la intensidad nominal de cada receptor, se calcula la sección de la línea que lo alimenta de la siguiente manera:

1. Elige el tipo de conductor que vamos a utilizar y por donde lo vamos a llevar, es decir, los siguientes condicionantes:
 - Material del conductor (Aluminio o cobre)
 - Tipo de instalación (bajo tubo, al aire, canaleta, bandeja, empotrados...).
 - Material aislante (PVC, XLPE)
 - Tipo de cable (Unipolar, Multiconductor)

Según lo que elijamos se tendrá en cuenta un factor de corrección u otro. El cual es un valor que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma. Por tanto cuando las condiciones reales de instalación sean distintas de las condiciones tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores de corrección que vienen recogidos en las ITC-s BT 06 y 07 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Cabe la posibilidad de utilizar las *Especificaciones Particulares de Instalaciones de Enlace* (MT 2.80.12 / Marzo 2003) y las *Especificaciones de Líneas Subterráneas* (MT 2.51.01 / E5 / Septiembre 2003) de Iberdrola, para el cálculo de las Acometidas, Cajas Generales de Protección y Líneas Generales de Alimentación.

2. Tras haber tomado la decisión en el punto 1, ya se pueden calcular las secciones de los conductores aplicando los siguientes criterios:

CRITERIO TÉRMICO

Dependiendo de qué opciones se hayan escogido en el punto 1 se hallará la sección necesaria a partir de las tablas que da el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en sus ITC-BT 06 si la línea es aérea, ITC-BT 07 si es subterránea, ITC-BT 19 si es una instalación interior o según Especificaciones de Iberdrola.

En este proyecto todas las líneas escogidas tienen en común que son cables unipolares de cobre y con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), libres de halógenos y no propagadores de llama de halógenos, tipo Unfire. Las líneas interiores irán bajo tubo. Únicamente canalizaciones de los garajes y trasteros irán por el exterior mediante tubos rígidos.

Por tanto, mirando en la tabla 19.2 de la ITC-BT 19 se obtiene la sección de cada línea por criterio térmico en el caso de toda la instalación.

CAIDA DE TENSION

Teniendo en cuenta las condiciones que vienen recogidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en instalaciones interiores, las máximas caídas de tensión en líneas de fuerza será del 5%, mientras que será del 3% para líneas de alumbrado.

En cada una de las líneas generales de alimentación (LGA's), la máxima caída de tensión será del 0,5 % de la tensión nominal, y del 1 % en las derivaciones individuales (DI), ya que los contadores se encuentran totalmente centralizados en la planta baja del edificio.

Por tanto habrá que ver que sección es la adecuada para que la caída de tensión en las líneas no supere esos valores.

Según sea la línea trifásica o monofásica tendremos distintas expresiones para calcular las secciones en función de las caídas de tensión.

En el caso de que la línea sea trifásica, se calculara la sección con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{\sqrt{3} \cdot \sum L \cdot I \cdot \cos\varphi}{c \cdot u}$$

Y en el caso de que la línea sea monofásica, se calculara mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot \sum L \cdot I \cdot \cos\varphi}{c \cdot u}$$

Donde:

S: Sección del conductor en mm².

I: Intensidad de la línea en (A).

L: Longitud por el conductor en (m).

u: Caída de tensión (V).

c: Conductividad del material conductor (m/Ωmm²);

Cobre = 56 m/Ωmm², aluminio = 35 m/Ωmm²

Cos φ: Factor de potencia total por la línea

3. Una vez calculada la sección de la línea según los dos criterios se escogerá el resultado que mayor sección de ambos métodos como definitiva.

4. Para finalizar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo la tabla 1 de la ITC-BT 07 o según especificaciones de Iberdrola. El tipo de instalación y los conductores se detallan, así como la tabla completa de cómo quedan los cables, se adjuntan en el anexo de tablas.

A continuación se presentan los resultados más importantes obtenidos tras aplicar el método expuesto para con cada una de las líneas:

2.3. Cálculo de Secciones

2.3.1 Acometidas

Se calcularán todas las líneas según los siguientes criterios,

- R.E.B.T
- Especificaciones Iberdrola (MT 2.51.01, Edición 5, Septiembre de 2003)

Posteriormente, optaremos por el caso más desfavorable entre ambos.

2.3.1.1 Acometida Portal 1

Según R.E.B.T e Iberdrola (XLPE, Aluminio, Cos=0'9)

$$P = 109,238 \text{ k W} \quad \text{Longitud} = 20 \text{ m} \quad V = 0.5 \% = 2 \text{ V}$$

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{109,238 \text{ k}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 162.44 \text{ A}$$

Criterio térmico

XLPE - Aluminio - Terna Cables Unipolares ó Cable enterrado en zanja bajo tubo.

Factor de Corrección 0,8 según ITC-BT-07

$$I_{\max} = \frac{I_a}{F_c} = \frac{162.44}{0.8} = 203.05 \text{ A} \rightarrow \text{ITC-BT-07, Sección} = 70 \text{ mm}^2$$

$$I_{\text{adm}} = 220 \text{ A}$$

Iberdrola no acepta conductores de 70mm² acepta de 50, 95, 150 o 240 mm² para las acometidas, solamente para el conductor de fase por lo que la sección escogida debe ser superior a la hallada en el cálculo, de esta manera **según el criterio térmico la sección será de 95mm² y la Iadm de 260A.**

Criterio c.d.t.

Longitud = 20m

U = 0.5% de 400V = 2V

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{20 \cdot 109.238 \text{ k}}{35 \cdot 2 \cdot 400} = 72.34 \text{ mm}^2 \rightarrow 95 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T e Iberdrola.

Conductor: RV 06/1kV 3x95/50mm² Al (Tabla 7.3 ITC-BT-07)
 Tubo: 140mm (Tabla 21.9 ITC-BT-21)
 Longitud: 20m

2.3.1.2 Acometida Portal 2

Según R.E.B.T e Iberdrola (XLPE, Aluminio, Cos= 0'9)

P = 102.502k W Longitud = 20 m V = 0.5 % = 2 V

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{102.502k}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 164.39A$$

Criterio térmico

XLPE - Aluminio - Terna Cables Unipolares ó Cable enterrado en zanja bajo tubo.

Factor de Corrección 0,8 según ITC-BT-07

$$I_{\max} = \frac{I_a}{F_c} = \frac{164.39}{0.8} = 205.48A \rightarrow \text{ITC-BT-07, Sección} = 70 \text{ mm}^2$$

Iadm=220A

Iberdrola no acepta conductores de 70mm² acepta de 50, 95, 150 o 240 mm² para las acometidas, solamente para el conductor de fase por lo que la sección escogida debe ser superior a la hallada en el cálculo, de esta manera **según el criterio térmico la sección será de 95mm² y la Iadm de 260A.**

Criterio c.d.t.

Longitud =20m

U =0.5% de 400V = 2V

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{20 \cdot 102.502k}{35 \cdot 2 \cdot 400} = 73.21 \text{ mm}^2 \rightarrow 95 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T e Iberdrola.

Conductor: RV 06/1kV 3x95/50mm² Al (Tabla 7.3 ITC-BT-07)
 Tubo: 140 mm (Tabla 21.9 ITC-BT-21)
 Longitud: 20m

2.3.2 Líneas Generales de Alimentación

Se calcularán todas las líneas según los siguientes criterios,

- R.E.B.T
- Especificaciones Iberdrola para Instalaciones de Enlace (MT 2.80.12 , Edición 01 , Julio de 2004).

Posteriormente, optaremos por el caso más desfavorable entre ambos. De las tablas de Iberdrola para el cálculo de LGA, obtenemos también la intensidad nominal de la CGP, además de la intensidad nominal máxima de los fusibles.

Teniendo en cuenta que los contadores se encuentran centralizados en la planta baja, la máxima caída de tensión admisible en cada una de las líneas será de 0'5% de 400V = 2V.

2.3.2.1 Portal 1

$$P=109.238KW$$

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{109,238k}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.95} = 153.89A$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$$I_{cal}=153.89A \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección}=50 \text{ mm}^2 \quad I_{adm}=159A$$

3 x XLPE ó Cobre ó canalizados sobre tubo de PVC rígido en ejecución superficie.

Criterio c.d.t.

$$\text{Longitud}=55m$$

$$U=0.5\% \text{ de } 400V = 2V$$

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{55 \cdot 109.238k}{56 \cdot 2 \cdot 400} = 124.35 \text{ mm}^2 \rightarrow 150 \text{ mm}^2 \quad I_{adm}=338A$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: RZ1 06/1kV 3x150/70+TTx95 Cu (Tabla 14.1 ITC-BT-14)
 Tubo:160 mm² (Tabla 14.1 ITC-BT-14)
 Longitud:55m

Según Iberdrola:

Las secciones de los conductores, diámetro del tubo, e incluso la intensidad nominal de la C.G.P y la intensidad del cortacircuito fusible se obtienen directamente de la tabla 9 del MT 2.80.12 (04-07):

Tabla 9
 Línea general de alimentación
 Determinación de la sección del conductor unipolar de cobre, diámetro mínimo del tubo.
 Intensidad nominal de la Caja General de Protección, e intensidad máxima del cortacircuito fusibles (cos φ = 0,9)

Potencia Prevista ≤ kW *		Sección mínima conductores (mm ²) 3 Fases+Neutro+Prot ec.			Longitud máxima para potencia máxima. m		Diámetro Mínimo Tubo mm	Caja General de Protección			
								Intensidad nominal		Intensidad nominal máxima de los Fusibles	
		EPR/XLPE	ZI	Fases	Neutro	Prot ec.		Centralización		Mínima A	Fusibles A
					Total cdt=0,5 %	Por plantas cdt=1%		EPR/XLPE	ZI		
37	27	10	10	10	11	23	60	100	50	40	
49	36	16	16	16	13	27	60	100	63	50	
66	48	25	16	16	15	31	80	100	80	63	
99	72	50	25	25	18	36	100	250	125	100	
152	112	95	50	50	22	45	125	250	200	160	
155	147	150	95	95	31	63	125	250	250	200	
240	155	240	150	150	46	92	150	400	400	250	

Conclusión:

Por lo tanto cumple con los parámetros mínimos impuestos por Iberdrola por lo que nuestro conductor queda de la siguiente forma:

Conductor: RZ1 06/1kV 3x150/70+TTx95 Cu
 Tubo:160 mm
 Longitud:55m

2.3.2.2 Portal 2

$$P=102.502\text{KW}$$

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{102.502k}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.95} = 155.74A$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$$I_{cal}=155.74A \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección}=50 \text{ mm}^2 \quad I_{adm}=159A$$

3 x XLPE ó Cobre ó canalizados sobre tubo de PVC rígido en ejecución superficie.

Criterio c.d.t.

Longitud =30m

$$U = 0.5\% \text{ de } 400V = 2V$$

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{30 \cdot 102.502k}{56 \cdot 2 \cdot 400} = 68.64 \text{ mm}^2 \rightarrow 70 \text{ mm}^2 \quad I_{adm}=202A$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: RZ1 06/1kV 3x70/35+TTx35 Cu (Tabla 14.1 ITC-BT-14)

Tubo:140 mm (Tabla 14.1 ITC-BT-14)

Longitud:30m

Según Iberdrola:

Las secciones de los conductores, diámetro del tubo, e incluso la intensidad nominal de la C.G.P y la intensidad del cortacircuito fusible se obtienen directamente de la tabla 9 del MT 2.80.12 (04-07):

Tabla 9
 Línea general de alimentación
 Determinación de la sección del conductor unipolar de cobre, diámetro mínimo del tubo,
 Intensidad nominal de la Caja General de Protección, e intensidad
 máxima del cortacircuito fusibles ($\cos \phi = 0,9$)

Potencia Prevista ≤ kW *		Sección mínima conductores (mm ²) 3 Fases+Neutro+Prot ec.			Longitud máxima para potencia máxima. m		Diámetro Mínimo Tubo mm	Caja General de Protección				
		EPR/ XLP E	ZI	Fases	Neutro	Prot c.		Centralización		Intensid . nominal Minima A	Intensidad nominal máxima de los Fusibles A	
								Total cdt=0,5 %	Por plantas cdt=1%		EPR/ XLPE	ZI
37	27	10	10	10	11	23	60	100	50	40		
49	36	16	16	16	13	27	60	100	63	50		
66	48	25	16	16	15	31	80	100	80	63		
99	72	50	25	25	18	36	100	250	125	100		
152	112	95	50	50	22	45	125	250	200	160		
155	147	150	95	95	31	63	125	250	250	200		
249	155	240	150	150	46	92	150	400	400	250		

Conclusión:

De esta manera debe cumplir con los parámetros mínimos impuestos por Iberdrola por lo que nuestro conductor queda de la siguiente forma:

Conductor: RZ1 06/1kV 3x95/50+TTx50 Cu

Tubo:140 mm

Longitud:30m

2.3.3. Derivaciones Individuales

2.3.3. 1. Derivaciones Individuales portal 1

2.3.3.1.1. Locales Comerciales

Derivación individual local 1

$$P = 6.23 \text{KW}$$

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}} = \frac{6.23 \text{K}}{400 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}} = 10 \text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$$I_{cal} = 10 \text{A} \quad \rightarrow \quad \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 1.5 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 18 \text{A}$$

3 x XLPE ó Cobre Conductores aislados en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t.

$$\text{Longitud} = 3 \text{m}$$

$$U = 1\% \text{ de } 400 \text{V} = 4 \text{V}$$

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{3 \cdot 6.23 \text{K}}{56 \cdot 4 \cdot 400} = 0.21 \text{mm}^2 \rightarrow 1.5 \text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: RZ1-K(AS) 0.6/1KV 4x1.5/TTx2.5 Cu (Tabla 19.2 ITC-BT-19)

Conductor de protección: 2.5mm² (Tabla 19.1 ITC-BT-19)

Tubo: 16 mm (Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Longitud: 3m

2.3.3.1.2. Servicios comunes

Derivación individual escalera

$$P = 11.302 \text{KW}$$

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}} = \frac{11.302 \text{K}}{400 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}} = 18.12 \text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$$I_{cal} = 18.13 \text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 25 \text{A}$$

3 x XLPE ó Cobre Conductores aislados en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t.

$$\text{Longitud} = 15 \text{m}$$

$$U = 1\% \text{ de } 400 \text{V} = 4 \text{V}$$

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{15 \cdot 11.302 \text{K}}{56 \cdot 4 \cdot 400} = 1.89 \text{mm}^2 \rightarrow 2.5 \text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: RZ1-K(AS) 0.6/1KV 4x2.5/TTx2.5 Cu (Tabla 19.2 ITC-BT-19)

Conductor de protección: 2.5mm² (Tabla 19.1 ITC-BT-19)

Tubo: 20 mm (Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Longitud: 15m

Derivación individual garaje -1

$$P = 31436 \text{KW}$$

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}} = \frac{31,436 \text{K}}{400 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}} = 50,41 \text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$$I_{cal} = 50,41 \text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 10 \text{mm}^2 \quad I_{adm} = 60 \text{A}$$

3 x XLPE ó Cobre Conductores aislados en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t.

Longitud = 20m

$$U = 1\% \text{ de } 400 \text{V} = 4 \text{V}$$

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{20 \cdot 31,436 \text{K}}{56 \cdot 4 \cdot 400} = 7,01 \text{mm}^2 \rightarrow 10 \text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: RZ1-K(AS) 0.6/1KV 4x10/TTx10Cu (Tabla 19.2 ITC-BT-19)
Conductor de protección: 4mm² (Tabla 19.1 ITC-BT-19)
Tubo: 32 mm (Tabla 21.5 ITC-BT-21)
Longitud: 20m

Derivación individual garaje -2 (desde garaje -1)

$$P = 15454 \text{KW}$$

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}} = \frac{15,454 \text{K}}{400 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}} = 24,78 \text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$$I_{cal} = 24,78 \text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 2,5 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 25 \text{A}$$

3 x XLPE ó Cobre Conductores aislados en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t.

Longitud = 20m

$$U = 1\% \text{ de } 400 \text{V} = 4 \text{V}$$

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{20 \cdot 15,454 \text{K}}{56 \cdot 4 \cdot 400} = 3,5 \text{mm}^2 \rightarrow 4 \text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: RZ1-K(AS) 0.6/1KV 4x4/TTx4Cu	(Tabla 19.2 ITC-BT-19)
Conductor de protección: 4mm ²	(Tabla 19.1 ITC-BT-19)
Tubo: 20 mm	(Tabla 21.5 ITC-BT-21)
Longitud: 20m	

Derivación individual trasteros

$$P = 3340W$$

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}} = \frac{3340}{400 \cdot 1} = 8,35A$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$$I_{cal} = 8,35A \rightarrow ITC-BT-19 \quad Sección = 1.5 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 21A$$

2 x XLPE ó Cobre Conductores aislados en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t.

$$\text{Longitud} = 35m$$

$$U = 1\% \text{ de } 400V = 4V$$

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{35 \cdot 3340}{56 \cdot 4 \cdot 400} = 1,3 \text{ mm}^2 \rightarrow 1.5 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1.5/TTx2.5 Cu (Tabla 19.2 ITC-BT-19)

Conductor de protección: 2.5mm² (Tabla 19.1 ITC-BT-19)

Tubo: 16 mm (Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Longitud: 35m

2.3.3.1.3. Derivación individual Viviendas del portal 1

Vivienda A Piso1

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 20m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 7.76 \text{ mm}^2 \rightarrow 10 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x16+ TT x 16Cu

Tubo: 32 mm

Longitud: 20m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda B Piso1

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 22m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 22 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 8.54\text{mm}^2 \rightarrow 10\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x16+ TT x 16Cu

Tubo: 32 mm

Longitud: 22m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda C Piso1

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 25m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 9.7\text{mm}^2 \rightarrow 10\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x16+ TT x 16Cu

Tubo: 32 mm

Longitud: 25m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda D Piso1

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 28m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 28 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 10.86\text{mm}^2 \rightarrow 16\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x16+ TT x 16Cu

Tubo: 32 mm

Longitud: 28m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda A Piso2

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 23m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 23 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 8.92\text{mm}^2 \rightarrow 10\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x16/16+ TT x 16Cu

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

Tubo: 32 mm

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Longitud: 23m

Vivienda B Piso2

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 25m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 9.7\text{mm}^2 \rightarrow 10\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x16+ TT x 16Cu

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

Tubo: 32 mm

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Longitud: 25m

Vivienda C Piso2

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 28m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 28 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 10.87\text{mm}^2 \rightarrow 16\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x16+ TT x 16Cu

Tubo: 32 mm

Longitud: 28m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda D Piso2

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 31m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 31 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 12.03\text{mm}^2 \rightarrow 16\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x16+ TT x 16Cu

Tubo: 32 mm

Longitud: 31m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda A Piso3

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 26m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 26 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 10.09\text{mm}^2 \rightarrow 16\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x16+ TT x 16Cu

Tubo: 32 mm

Longitud: 26m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda B Piso3

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 28m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 28 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 10.87\text{mm}^2 \rightarrow 16\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x16+ TT x 16Cu

Tubo: 32 mm

Longitud: 28m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda C Piso3

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 31m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 31 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 12.03\text{mm}^2 \rightarrow 16\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x16+ TT x 16Cu

Tubo: 32 mm

Longitud: 31m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda D Piso3

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 34m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 34 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 13.19\text{mm}^2 \rightarrow 16\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x16+ TT x 16Cu

Tubo: 32 mm

Longitud: 34m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

2.3.3. 2. Derivaciones Individuales portal 2

2.3.3.2.1. Locales Comerciales

Derivación individual local 2

$$P = 15.62 \text{KW}$$

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}} = \frac{15.62 \text{K}}{400 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}} = 25.05 \text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$$I_{cal} = 25.05 \text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 4 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 34 \text{A}$$

3 x XLPE ó Cobre Conductores aislados en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t.

$$\text{Longitud} = 7 \text{m}$$

$$U = 1\% \text{ de } 400 \text{V} = 4 \text{V}$$

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{7 \cdot 15.62 \text{K}}{56 \cdot 4 \cdot 400} = 1.22 \text{mm}^2 \rightarrow 1.5 \text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: RZ1-K(AS) 0.6/1KV 4x4/TTx2.5 Cu (Tabla 19.2 ITC-BT-19)

Conductor de protección: 2.5mm² (Tabla 19.1 ITC-BT-19)

Tubo: 20 mm (Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Longitud: 7m

Derivación individual local 3

$$P = 6.83 \text{KW}$$

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}} = \frac{6.83 \text{K}}{400 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}} = 10.95 \text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$$I_{cal} = 10.95 \text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 1.5 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 18 \text{A}$$

3 x XLPE ó Cobre Conductores aislados en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t.

$$\text{Longitud} = 3 \text{m}$$

$$U = 1\% \text{ de } 400 \text{V} = 4 \text{V}$$

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{3 \cdot 6.83 \text{K}}{56 \cdot 4 \cdot 400} = 0.22 \text{mm}^2 \rightarrow 1.5 \text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: RZ1-K(AS) 0.6/1KV 4x1.5/TTx2.5 Cu (Tabla 19.2 ITC-BT-19)

Conductor de protección: 2.5mm² (Tabla 19.1 ITC-BT-19)

Tubo: 16 mm (Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Longitud: 3m

2.3.3.2.2. Servicios comunes

Derivación individual escalera

$$P = 11.302 \text{KW}$$

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}} = \frac{11.302 \text{K}}{400 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}} = 18.13 \text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$$I_{cal} = 18.13 \text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 25 \text{A}$$

3 x XLPE ó Cobre Conductores aislados en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t.

$$\text{Longitud} = 15 \text{m}$$

$$U = 1\% \text{ de } 400 \text{V} = 4 \text{V}$$

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{15 \cdot 11.302 \text{K}}{56 \cdot 4 \cdot 400} = 1.89 \text{mm}^2 \rightarrow 2.5 \text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: RZI-K(AS) 0.6/1KV 4x2.5/TTx2.5 Cu (Tabla 19.2 ITC-BT-19)

Conductor de protección: 2.5mm² (Tabla 19.1 ITC-BT-19)

Tubo: 20 mm (Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Longitud: 15m

Derivación individual servicios generales

$$P = 22.96 \text{KW}$$

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}} = \frac{22.96 \text{K}}{400 \cdot 0.9 \cdot \sqrt{3}} = 36.82 \text{A}$$

Según R.E.B.T.:

Criterio térmico

$$I_{cal} = 36.82 \text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 44 \text{A}$$

3 x XLPE ó Cobre Conductores aislados en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t.

$$\text{Longitud} = 25 \text{m}$$

$$U = 1\% \text{ de } 400 \text{V} = 4 \text{V}$$

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{25 \cdot 22.96 \text{K}}{56 \cdot 4 \cdot 400} = 6.4 \text{mm}^2 \rightarrow 10 \text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: RZ1-K(AS) 0.6/1KV 4x10/TTx10 Cu (Tabla 19.2 ITC-BT-19)

Conductor de protección: 10mm² (Tabla 19.1 ITC-BT-19)

Tubo: 25 mm (Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Longitud: 25m

Derivación individual trasteros

$$P = 3340W$$

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{3340}{400 \cdot 1} = 8,35A$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$$I_{cal} = 8,35A \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 1.5 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 21A$$

2 x XLPE ó Cobre Conductores aislados en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t.

$$\text{Longitud} = 35m$$

$$U = 1\% \text{ de } 400V = 4V$$

$$S = \frac{\sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{35 \cdot 3340}{56 \cdot 4 \cdot 400} = 1,3 \text{ mm}^2 \rightarrow 1.5 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1.5/TTx2.5 Cu (Tabla 19.2 ITC-BT-19)

Conductor de protección: 2.5mm² (Tabla 19.1 ITC-BT-19)

Tubo: 16 mm (Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Longitud: 35m

2.3.3.2.3 Derivación individual Viviendas del portal 2

Vivienda A Piso1

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T.:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6 \text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 13m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 13 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 5 \text{ mm}^2 \rightarrow 6 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x10+ TT x 10Cu

Tubo: 25 mm

Longitud: 13m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda B Piso1

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 14m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 14 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 5.43\text{mm}^2 \rightarrow 6\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x10+ TT x 10Cu

Tubo: 25 mm

Longitud: 14m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda C Piso1

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 17m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 17 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 6.6\text{mm}^2 \rightarrow 10\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x10+ TT x 10Cu

Tubo: 25 mm

Longitud: 17m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda A Piso2

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 16m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 16 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 6.21\text{mm}^2 \rightarrow 10\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x10+ TT x 10Cu

Tubo: 25 mm

Longitud: 16m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda B Piso2

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 17m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 17 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 6.6\text{mm}^2 \rightarrow 10\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x10+ TT x 10Cu

Tubo: 25 mm

Longitud: 17m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda C Piso2

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 20m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 7.76\text{mm}^2 \rightarrow 10\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x10+ TT x 10Cu

Tubo: 25 mm

Longitud: 20m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda A Piso3

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 19m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 19 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 7.38\text{mm}^2 \rightarrow 10\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x10+ TT x 10Cu

Tubo: 25 mm

Longitud: 19m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda B Piso3

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 20m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 7.76\text{mm}^2 \rightarrow 10\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x10+ TT x 10Cu

Tubo: 25 mm

Longitud: 20m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

Vivienda C Piso3

$P = 5750\text{W}$ (Electrificación básica)

$$I_a = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{5750}{230 \cdot 1} = 25\text{A}$$

Según R.E.B.T:

Criterio térmico

$I_{cal} = 25\text{A} \rightarrow \text{ITC-BT-19} \quad \text{Sección} = 6\text{ mm}^2 \quad I_{adm} = 37\text{A}$

2 x XLPE ó Cobre por el interior de tubos independientes alojados en el interior de un conducto vertical de fábrica, dispuesto a lo largo de la caja de la escalera

Criterio c.d.t.

Longitud = 23m

$U = 1\%$ de 230V = 2.3V

$$S = \frac{2 \cdot \sum L \cdot P}{c \cdot u \cdot V_L} = \frac{2 \cdot 23 \cdot 5750}{56 \cdot 2.3 \cdot 230} = 8.9\text{mm}^2 \rightarrow 10\text{mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T.

Conductor: ES07Z1-k 2x10+ TT x 10Cu

Tubo: 25 mm

Longitud: 23m

(Tabla 14.1 ITC-BT-14)

(Tabla 21.5 ITC-BT-21)

2.3.4 Circuitos interiores

Para el cálculo de todos los circuitos interiores, tendremos en cuenta siempre la línea de mayor longitud, cuando la potencia demandada sea la misma. Para el resto de los casos, cumpliremos con lo especificado en el reglamento, siguiendo como referencia las tablas 19.1 y 19.2 de la ITC-BT-19, referente a conductores y la ITC-BT-21 para tubos y conductos.

La máxima caída de tensión permitida será del 3% para circuitos de alumbrado y del 5% para los demás usos

2.3.4.1 Viviendas

Los circuitos a instalar para las viviendas tipo son:

- Circuito "C1": destinado a alumbrado general.
- Circuito "C2": destinado a tomas de corriente uso general y frigorífico.
- Circuito "C3": destinado a cocina y horno.
- Circuito "C4.1": destinado a lavadora.
- Circuito "C4.2": destinado a lavavajillas.
- Circuito "C5": destinado a tomas de corriente baños y encimera cocina.

Calcularemos el circuito más desfavorable, obteniendo de esta forma el conductor de esta forma la sección de cable mayor, teniendo en cuenta la siguiente tabla, donde se indican el número mínimo de tomas por circuito:

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

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

$$\text{Intensidad} = N \times I_a \times F_s \times F_u$$

$$\text{Potencia} = V \times I_a$$

Donde:

Fs =Factor de simultaneidad

Fu = Factor de utilización

N = Numero de tomas o receptores

Ia = Intensidad prevista por toma o receptor

Este será el número de tomas por circuito:

	C1	C2	C3	C4,1	C4,2	C5
Acceso	1					
Vestibulo	1	1				
salon	2	5				
dormitorios	6	9				
baños	4					2
pasillos	1	1				
cocina	2	3	1	1	1	2
tendedero	1					
TOTAL	18	19	1	1	1	4

Relación de circuitos y tomas, potencias e intensidad nominal del automático:

	Nº tomas	P(W/toma)	Fu	Fs	P(W)	V(V)	I(A)	Ia(A)
C1	18	200	0,5	0,75	1350	230	5,87	10
C2	19	3450	0,25	0,2	3277,5	230	14,25	16
C3	1	5400	0,75	0,5	2025	230	8,80	25
C4,1	1	3450	0,75	0,66	1707,75	230	7,43	16
C4,2	1	3450	0,75	0,66	1707,75	230	7,43	16
C5	4	3450	0,5	0,4	2760	230	12,00	16

Como en todos los cálculos no varían de lo indicado en el REBT, la sección de los conductores es la resultante de la siguiente tabla:

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad Fs	Factor utilización Fu	Tipo de toma ⁽⁷⁾	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm ²	Tubo o conducto Diámetro mm ⁽³⁾
C ₁ Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽⁹⁾	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C ₄ Lavadora	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T	16	3	4 ⁽⁶⁾	20
C ₄ lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T	16	3	4 ⁽⁶⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20

Comprobaremos mediante la siguiente tabla si no supera la c.d.t. máxima del 3%, es decir, 6.9V

Circuito	Long.max(m)	I.max(A)	Secc.(mm ²)	c.d.t calculada (V)	c.d.t max (V)
C1	21	10	1,5	5	6,9
C2	22	16	2,5	5,028571429	6,9
C3	3	25	6	0,446428571	6,9
C4,1	5	16	4	0,714285714	6,9
C4,2	4	16	4	0,571428571	6,9
C5	17	16	2,5	3,885714286	6,9

Claramente se puede observar que se cumple con el criterio.

2.3.4.2 Servicios generales

A continuación se detallan las potencias de las líneas que componen los servicios generales de cada uno de los portales, en función de la superficie de cada espacio ocupado:

Portal 1

Servicio	Descripción	Potencia (W)
Escalera	1 ascensor de cinco plazas	4500
	Extractores	1000
	alumbrado planta baja	108
	alumbrado toda noche	72
	emergencias planta baja	100
	alumbrado escaleras	324
	alumbrados rellanos	584
	emergencias escaleras	100
	emergencia rellanos	100
	alumbrado permanente	234
	fuerza escalera	3680
	alimentacion audioportero	500
	Total escaleras	11302
Garajes	Alumbrado garaje (P1)	680
	Alumbrado permanente (P1)	268
	Emergencias garaje (P1)	200
	Alumbrado garaje (P2)	522
	Alumbrado permanente (P2)	326
	Emergencias garaje (P2)	200
	alumbrado escaleras (P1)	288
	emergencia escaleras (P1)	100
	alumbrado escaleras (P2)	360
	emergencia escaleras (P2)	100
	centralita incendios	500
	alumbrado rampa	232
	bombas achique	250
	puerta garaje	500
	fuerza garaje (P1)	3680
	fuerza garaje (P2)	3680
	Cuadro ventilacion	14000
Total garaje	31436	
Trasteros	alumbrado trasteros	660
	pasillos trasteros	180
	emergencia trasteros	100
	Tomas de corriente	2400
	Total trasteros	3340
Total		46078

Portal 2

Servicio	Descripción	Potencia (W)
Escalera	1 ascensor de cinco plazas	4500
	Extractores	1000
	alumbrado planta baja	108
	alumbrado toda noche	72
	emergencias planta baja	100
	alumbrado escaleras	324
	alumbraos rellanos	584
	emergencias escaleras	100
	emergencia rellanos	100
	alumbrado permanente	234
	fuerza escalera	3680
	alimentacion audioportero	500
	Total escaleras	11302
Generales	Linea a cuadro solar	3800
	Linea a cuadro calefacción	12500
	Alumbrado exterior	910
	Linea a cuadro RITM	5750
	Total generales	22960
Trasteros	alumbrado trasteros	660
	pasillos trasteros	180
	emergencia trasteros	100
	Tomas de corriente	2400
	Total trasteros	3340
Total		37602

Calculo de cables electricos en baja tension	Proyecto: 21 viviendas Ansoain Hoja: servicios comunes escalera portal 1	fecha: Septiembre 2012 Julen Lizarrondo	Autor:
--	---	--	------------

Denominación	Tensión asignada (V)	Potencia instalada (W)	Coefficiente simultaneidad	Factor de arranque	Longitud (m)	cos	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Sección calculada(mm²)	Sección (mm²)	Denominación del cable	Diámetro tubo mínimo (mm²)
D.I Serv. Comunes. Escalera P1	400	11302	1	1	15	0,9	18,13	25	1,9	2,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 4x2.5/TTx2.5 Cu	20
1 ascensor de cinco plazas	400	7500	1	1,3	40	0,9	12,03	18	3,3	4	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x4/TTx4 Cu	20
Extractor 1	400	500	1	1,25	40	0,9	0,80	18	0,2	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
Extractor 2	400	500	1	1,25	40	0,9	0,80	18	0,2	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
alumbrado planta baja	230	108	1	1,8	15	1	0,47	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
alumbrado toda noche	230	72	1	1,8	15	1	0,31	16	0,0	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
emergencias planta baja	230	100	1	1	15	1	0,43	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
alumbrado escaleras	230	324	1	1,8	50	1	1,41	16	0,5	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
alumbrosos rellanos	230	584	1	1,8	50	1	2,54	16	1,0	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
emergencias escaleras	230	100	1	1	50	1	0,43	16	0,2	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
emergencia rellanos	230	100	1	1	50	1	0,43	16	0,2	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
alumbrado permanente	230	234	1	1,8	55	1	1,02	16	0,4	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
fuerza escalera	400	3680	1	1	15	0,9	9,20	18	0,6	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
alimentación audioportero	230	500	1	1	10	1	2,17	16	0,2	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12

Calculo de cables eléctricos en baja tensión	Proyecto: 21 viviendas Ansoain Hoja: servicios comunes garaje -1	fecha: Septiembre 2012 Autor: Julen Lizarrondo	 <p>upna Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>
--	---	---	--

Denominación	Tensión asignada (V)	Potencia instalada (W)	Coefficiente simultaneidad	Factor de arranque	Longitud (m)	cos	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Sección calculada(mm²)	Sección (mm²)	Denominación del cable	Diámetro tubo mínimo (mm²)
D.I Serv. Comunes. Garaje -1	400	3340	1	1	20	0,9	50,41	60	2,9	10	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 4x10/TTx10 Cu	32
Alumbrado garaje	230	680	1	1,8	35	1	1,90	16	0,8	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
Alumbrado permanente	230	268	1	1,8	35	1	0,75	16	0,3	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
Emergencias garaje	230	100	1	1	35	1	0,28	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
Emergencias garaje	230	100	1	1	35	1	0,28	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
alumbrado escaleras	230	288	1	1,8	40	1	1,25	16	0,4	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
emergencia escaleras	230	100	1	1	40	1	0,43	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
centralita incendios	230	250	1	1	45	1	1,09	16	0,4	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
alumbrado rampa	230	116	1	1,8	35	1	0,50	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
bomba achique 1	400	250	1	1,25	15	0,9	0,63	18	0,0	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
bomba achique2	400	250	1	1,25	15	0,9	0,63	18	0,0	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
Ventilador 1	400	1750	1	1	10	0,9	4,38	18	0,7	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
Ventilador 2	400	1750	1	1	5	0,9	4,38	18	0,7	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
Ventilador 3	400	1750	1	1	5	0,9	4,38	18	0,7	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
Ventilador 4	400	1750	1	1	10	0,9	4,38	18	0,7	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
puerta garaje	400	500	1	1,3	50	0,9	1,25	18	0,3	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
fuerza garaje (P1)	400	3680	1	1	10	0,9	9,20	18	0,4	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16

Calculo de cables eléctricos en baja tensión	Proyecto: 21 viviendas Ansoain Hoja: servicios comunes garaje -2 y trasteros	fecha: Septiembre 2012 Autor: Julen Lizarrondo	
--	---	---	---

Denominación	Tensión asignada (V)	Potencia instalada (W)	Coefficiente simultaneidad	Factor de arranque	Longitud (m)	cos	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Sección calculada(mm²)	Sección (mm²)	Denominación del cable	Diámetro tubo mínimo (mm²)
D.I Serv. Comunes. Garaje -2	400	15454	1	1	23	0,9	###	44	2,8	4	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 4x4/TTx6 Cu	20
Alumbrado garaje	230	522	1	1,8	45	1	2,27	16	0,8	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
Alumbrado permanente	230	326	1	1,8	45	1	1,42	16	0,5	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
Emergencias garaje	230	100	1	1	45	1	0,43	16	0,2	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
Emergencias garaje	230	100	1	1	45	1	0,43	16	0,2	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
alumbrado escaleras	230	360	1	1,8	30	1	1,57	16	0,4	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
emergencia escaleras	230	100	1	1	30	1	0,43	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
centralita incendios	230	250	1	1	45	1	1,09	16	0,4	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
alumbrado rampa	230	116	1	1,8	35	1	0,50	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
bomba achique 1	400	250	1	1,25	15	0,9	0,63	18	0,0	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
bomba achique2	400	250	1	1,25	15	0,9	0,63	18	0,0	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
Ventilador 1	400	1750	1	1	10	0,9	4,38	18	0,7	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
Ventilador 2	400	1750	1	1	5	0,9	4,38	18	0,7	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
Ventilador 3	400	1750	1	1	5	0,9	4,38	18	0,7	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
Ventilador 4	400	1750	1	1	10	0,9	4,38	18	0,7	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
fuerza garaje	400	3680	1	1	10	0,9	9,20	18	0,4	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
D.I Serv. Com. Trast. (P1)	230	3340	1	1	35	1	2,36	18	1,1	2	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2,5 Cu	25
alumbrado trasteros	230	660	1	1	20	1	2,87	16	0,4	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
pasillos trasteros	230	180	1	1,8	20	1	0,78	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
emergencia trasteros	230	100	1	1	20	1	0,43	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
Tomas de corriente	230	2400	1	1	20	1	10,43	16	1,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12

Calculo de cables eléctricos en baja tensión	Proyecto: 21 viviendas Ansoain Hoja: servicios comunes generales	fecha: Septiembre 2012 Autor: Julen Lizarrondo	
--	---	---	---

Denominación	Tensión asignada (V)	Potencia instalada (W)	Coefficiente simultaneidad	Factor de arranque	Longitud (m)	cos	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Sección calculada(mm²)	Sección (mm²)	Denominación del cable	Diámetro tubo mínimo (mm²)
D.I Serv. Comunes. Generales	400	22960	1	1	25	0,9	36,82	44	6,4	10	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 4x10/TTx10 Cu	25
Línea a cuadro solar	400	3800	1	1	50	0,9	6,09	18	2,1	2,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x2,5/TTx2.5 Cu	16
Línea a cuadro calefacción	400	12500	1	1	50	0,9	20,05	44	7,0	10	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x10/TTx10 Cu	25
Alumbrado exterior	230	910	1	1	15	0,9	2,54	18	0,5	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	12
Línea a cuadro RITM	400	5750	1	1	45	0,9	9,22	18	2,9	4	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x4/TTx4 Cu	16
D.I Serv. Comunes. Trasteros (P2)	230	3340	1	1	25	0,9	1,36	18	0,3	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2,5 Cu	25
alumbrado trasteros	230	660	1	1	15	1	2,87	16	0,3	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
pasillos trasteros	230	180	1	1	15	1	0,78	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
emergencia trasteros	230	100	1	1	15	1	0,43	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
Tomas de corriente	230	2400	1	1	20	1	10,43	16	1,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12

Calculo de cables eléctricos en baja tensión	Proyecto: 21 viviendas Ansoain Hoja: servicios comunes escalera portal 2	fecha: Septiembre 2012 Autor: Julen Lizarrondo	
--	---	---	--

Denominación	Tensión asignada (V)	Potencia instalada (W)	Coefficiente simultaneidad	Factor de arranque	Longitud (m)	cos	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Sección calculada(mm²)	Sección (mm²)	Denominación del cable	Diámetro tubo mínimo (mm²)
D.I Serv. Comunes. Escalera P2	400	11302	1	1	15	0,9	18,13	25	1,9	2,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 4x2.5/TTx2.5 Cu	20
1 ascensor de cinco plazas	400	7500	1	1,3	40	0,9	12,03	18	3,3	4	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x4/TTx2.5 Cu	20
Extractor 1	400	500	1	1,25	40	0,9	0,80	18	0,2	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
Extractor 2	400	500	1	1,25	40	0,9	0,80	18	0,2	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
alumbrado planta baja	230	108	1	1,8	15	1	0,47	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
alumbrado toda noche	230	72	1	1,8	15	1	0,31	16	0,0	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
emergencias planta baja	230	100	1	1	15	1	0,43	16	0,1	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
alumbrado escaleras	230	324	1	1,8	50	1	1,41	16	0,5	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
alumbrados rellanos	230	584	1	1,8	50	1	2,54	16	1,0	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
emergencias escaleras	230	100	1	1	50	1	0,43	16	0,2	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
emergencia rellanos	230	100	1	1	50	1	0,43	16	0,2	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
alumbrado permanente	230	234	1	1,8	55	1	1,02	16	0,4	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12
fuerza escalera	400	3680	1	1	15	0,9	9,20	18	0,6	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 3x1,5/TTx2.5 Cu	16
alimentación audioportero	230	500	1	1	10	1	2,17	16	0,2	1,5	RZ1-K(AS) 0.6/1KV 2x1,5/TTx2.5 Cu	12

2.4. Cálculo de las intensidades de cortocircuito y protecciones

2.4.1 Introducción

El cálculo de la corriente de cortocircuito en diferentes puntos de una instalación tiene por objeto determinar el poder de corte de los dispositivos de protección en los puntos considerados, estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución, ya que es aquí donde se colocarán las protecciones.

El poder de corte y el calibre calculado para las protecciones magnetotérmicas serán los que se utilizaran para las protecciones diferenciales.

El poder de corte de las protecciones deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito I_{cc} calculada para su valor máximo en ausencia del dispositivo de protección.

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito se seguirá el método de las impedancias descrito en la memoria del presente proyecto.

2.4.2 Intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador

En primer lugar se calcula la impedancia aguas arriba del transformador. La potencia de cortocircuito que proporciona la red es $S = 500$ MVA. (Dato obtenido de la compañía suministradora, en nuestro caso IBERDROLA S.A.). Despreciando la resistencia R frente a la reactancia X , se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevadas al secundario del transformador.

$$Z = X = \frac{U_s^2}{S_{cc}} = \frac{400^2}{500 \cdot 10^6} = 0.32 m\Omega$$

En segundo lugar se calculará la impedancia del transformador, considerando despreciable la impedancia de la paramenta de alta tensión; también se desprecia la resistencia del transformador frente a la impedancia. Iberdrola nos proporciona el dato del valor de su transformador, en este caso es de 600 KVA, y el valor de U es de 4 %.

$$Z = X = U_{cc} \cdot \frac{U^2}{S} = 0.04 \cdot \frac{400^2}{600 \cdot 10^3} = 10.66 m\Omega$$

Entonces, con estos datos se puede calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador:

$$Z = X_T = 0.32 m\Omega + 10.66 m\Omega = 10.98 m\Omega$$

$$I_{cc \max} = \frac{C_T \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_T} = \frac{1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 10.98 \cdot 10^{-3}} = 21032.8$$

2.4.3 Cálculo de los fusibles de las C.G.P.

C.G.P.1

Ical: 153.89A

Iadm: 338A

$$I_{cal} < 200A < I_{adm}$$

$$153.89A < 200A < 338A$$

FUSIBLE: I nominal: 200A
 PdC: 50KA
 Clase gG

C.G.P.2

Ical: 155A

Iadm: 160A

$$I_{cal} < 200A < I_{adm}$$

$$155A < 200A < 202A$$

FUSIBLE: I nominal: 200A
 PdC: 50KA
 Clase gG

2.4.4 Cálculo de intensidades de cortocircuito y protecciones de líneas interiores

A continuación, se muestran mediante las tablas de cálculo, todos los cálculos realizados a las diferentes líneas y circuitos interiores, para determinar el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos, además de las curvas de disparo. Debemos calcular todas las impedancias, para ello, calcularemos la impedancia de media tensión y la del transformador tal y como se ha realizado en el apartado anterior.

Por cada interruptor automático, consideraremos que tienen $0,15j\Omega$ de impedancia.

En los conductores la parte reactiva se puede despreciar, por lo que consideramos toda la impedancia resistiva.

$$R_L = \rho \left(\frac{\Omega * mm^2}{m} \right) * \frac{L(m)}{S(mm^2)}$$

Calculamos la resistencia de cada cable, considerando una temperatura nominal de $20^{\circ}C$ para la cual la ρ del cobre es $0.01724 \left(\frac{\Omega * mm^2}{m} \right)$.

Las protecciones colocadas, vienen también descritas en los documentos planos del presente proyecto.

Una vez calculada la impedancia total, calculamos la intensidad máxima de ccto para a partir de esta seleccionar el poder de corte (PdC) de nuestro automático (el PdC debe ser siempre superior a la I_{max}). La calcularemos a partir de la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{c * U_n}{\sqrt{3} |Z_d|}$$

Cálculo de protecciones	Proyecto: 21 viviendas Ansoain Hoja: acometida, C.G.P., L.G.A. y I.G.M.	fecha: Septiembre 2012 Autor: Julen Lizarrondo	
-------------------------	--	---	---

Denominación	Tensión asignada (V)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Z transformador (j ó)	Z acometida (ó)	Z l.g.a (ó)	Z deriv. individual (ó)	Nº automáticos/fusibles aguas arriba	Z total (ó)	I _{cc} max. (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	I magnetotérmico Fusibles I. General de maniobra
Acometidas															
Acometida 1	400	20	95	203,05	260	0,01098	0,00595			0					No lleva
Acometida 2	400	20	95	205,48	260	0,01098	0,00595			0					No lleva
Cajas generales de protección															
C.G.P. 1	400					0,01098	0,00595						50		Fusibles 3x200A
C.G.P. 2	400					0,01098	0,00595						50		Fusibles 3x200A
Líneas generales de alimentación															
L.G.A. 1	400	55	150	153,89	338	0,01098	0,00595	0,00632		1					No lleva
L.G.A. 2	400	30	95	155,74	284	0,01098	0,00595	0,00544		1					No lleva
Interruptores generales de maniobra															
I.G.M. 1	400	55	150	153,89	338	0,01098	0,00595	0,00632		2	0,016667	13856	22		(IGM)4P-250A-20KA
I.G.M. 2	400	30	95	155,74	284	0,01098	0,00595	0,00544		2	0,016030	14406	22		(IGM)4P-250A-20KA

Cálculo de protecciones	Proyecto: 21 viviendas Ansoain Hoja: Escalera portal 1 y 2	fecha: Septiembre 2012 Autor: Julen Lizarrondo	
-------------------------	---	---	--

Denominación	Tensión asignada (V)	Longitud (m)	Sección (mm²)	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Z transformador (j ó)	Zacometida (ó)	Z l.g.a (ó)	Z deriv. individual (ó)	Nº automáticos/fusibles aguas arriba	Z total (ó)	Icc max. (A)	PdC (KA)	Curva de disparo	I magnetotermico Fusibles I. General de maniobra	I diferencial
D.I Serv. Com. Esca. P1	400	15	2,5	18,13	25	0,01098	0,00595	#####	0,10344	4	0,11629	1986	6	C	4P-20A-C-6KA	õ õ õ õ ..
ascensor	400	40	4	12,03	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,17240	6	0,28835	801	6	D	3P-16A-D-6KA	3P-40A-300mA
Extractor 1	400	40	1,5	0,80	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,45973	6	0,57557	401	6	D	3P-10A-D-6KA	3P-40A-300mA
Extractor 2	400	40	1,5	0,80	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,45973	6	0,57557	401	6	D	3P-10A-D-6KA	3P-40A-300mA
alumbrado planta baja	230	15	1,5	0,47	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,17240	7	0,28836	801	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
alumbrado toda noche	230	15	1,5	0,31	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,17240	7	0,28836	801	6	C	2P-10A-C-6KA	
emergencias planta baja	230	15	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,17240	7	0,28836	801	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
alumbrado escaleras	230	50	1,5	1,41	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,57467	7	0,69048	334	6	C	2P-10A-C-6KA	
alumbrados rellanos	230	50	1,5	2,54	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,57467	7	0,69048	334	6	C	2P-10A-C-6KA	
emergencias escaleras	230	50	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,57467	7	0,69048	334	6	C	2P-10A-C-6KA	
emergencia rellanos	230	50	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,57467	7	0,69048	334	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
alumbrado permanente	230	55	1,5	1,02	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,63213	7	0,74794	309	6	C	2P-10A-C-6KA	
alimentación audioportero	230	10	1,5	2,17	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,11493	7	0,23096	1000	6	C	2P-10A-C-6KA	
fuerza escalera	400	15	1,5	3,20	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,17240	7	0,28836	801	6	C	4P-10A-C-6KA	4P-40A-30mA
D.I Serv. Com. Esca. P2	400	15	2,5	18,13	25	0,01098	0,00595	0,00544	0,10344	4	0,11541	2001	6	C	4P-20A-C-6KA	õ õ õ õ ..
ascensor	400	40	4	12,03	18	0,01098	0,00595	0,00544	0,17240	6	0,28748	803	6	D	3P-16A-D-6KA	3P-40A-300mA
Extractor 1	400	40	1,5	0,80	18	0,01098	0,00595	0,00544	0,45973	6	0,57469	402	6	D	3P-10A-D-6KA	3P-40A-300mA
Extractor 2	400	40	1,5	0,80	18	0,01098	0,00595	0,00544	0,45973	6	0,57469	402	6	D	3P-10A-D-6KA	3P-40A-300mA
alumbrado planta baja	230	15	1,5	0,47	16	0,01098	0,00595	0,00544	0,17240	7	0,28748	803	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
alumbrado toda noche	230	15	1,5	0,31	16	0,01098	0,00595	0,00544	0,17240	7	0,28748	803	6	C	2P-10A-C-6KA	
emergencias planta baja	230	15	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00544	0,17240	7	0,28748	803	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
alumbrado escaleras	230	50	1,5	1,41	16	0,01098	0,00595	0,00544	0,57467	7	0,68960	335	6	C	2P-10A-C-6KA	
alumbrados rellanos	230	50	1,5	2,54	16	0,01098	0,00595	0,00544	0,57467	7	0,68960	335	6	C	2P-10A-C-6KA	
emergencias escaleras	230	50	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00544	0,57467	7	0,68960	335	6	C	2P-10A-C-6KA	
emergencia rellanos	230	50	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00544	0,57467	7	0,68960	335	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
alumbrado permanente	230	55	1,5	1,02	16	0,01098	0,00595	0,00544	0,63213	7	0,74706	309	6	C	2P-10A-C-6KA	
alimentación audioportero	230	10	1,5	2,17	16	0,01098	0,00595	0,00544	0,11493	7	0,23008	1004	6	C	2P-10A-C-6KA	
fuerza escalera	400	15	1,5	3,20	18	0,01098	0,00595	0,00544	0,17240	7	0,28748	803	6	C	4P-10A-C-6KA	4P-40A-30mA

Cálculo de protecciones	Proyecto: 21 viviendas Ansoain Hoja: Garaje -1	fecha: Septiembre 2012 Autor: Julen Lizarrondo	
-------------------------	---	---	---

Denominación	Tensión asignada (V)	Longitud (m)	Sección (mm²)	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Z transformador (j ó)	Z acometida (ó)	Z l.g.a (ó)	Z deriv. individual (ó)	Nº automáticos/fusibles aguas arriba	Z total (ó)	Icc max. (A)	PdC (KA)	Curva de disparo	I magnetotermico Fusibles I. General de maniobra	I diferencial
D.I Serv. Com. Garaje -1	400	20	10	50,41	60	0,01098	0,00595	0,00632	0,05747	4	0,07069	3267	6	C	4P-60A-C-6KA	6 6 6 6 ..
Alumbrado garaje	230	35	1,5	1,3	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	7	0,47216	489	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
Alumbrado permanente	230	35	1,5	0,75	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	7	0,47216	489	6	C	2P-10A-C-6KA	
Emergencias garaje	230	35	1,5	0,28	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	7	0,47216	489	6	C	2P-10A-C-6KA	
Emergencias garaje	230	35	1,5	0,28	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	7	0,47216	489	6	C	2P-10A-C-6KA	
alumbrado escaleras	230	40	1,5	1,25	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,45973	7	0,52961	436	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
emergencia escaleras	230	40	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,45973	7	0,52961	436	6	C	2P-10A-C-6KA	
centralita incendios	230	45	1,5	2,17	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,51720	7	0,58706	393	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
alumbrado rampa	230	35	1,5	1,01	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	7	0,47216	489	6	C	2P-10A-C-6KA	
bomba achique 1	400	15	1,5	0,63	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,17240	6	0,24243	953	6	D	3P-10A-D-6KA	3P-40A-300mA
bomba achique 1	400	15	1,5	0,63	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,17240	6	0,24243	953	6	D	3P-10A-D-6KA	3P-40A-300mA
Ventilador 1	400	35	1,5	3,5	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	6	0,47215	489	6	D	3P-10A-D-6KA	4P-40A-300mA
Ventilador 2	400	35	1,5	3,5	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	6	0,47215	489	6	D	3P-10A-D-6KA	4P-40A-300mA
Ventilador 3	400	35	1,5	3,5	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	6	0,47215	489	6	D	3P-10A-D-6KA	4P-40A-300mA
Ventilador 4	400	35	1,5	3,5	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	6	0,47215	489	6	D	3P-10A-D-6KA	4P-40A-300mA
puerta garaje	400	50	1,5	1,25	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,57467	6	0,64451	358	6	D	3P-10A-D-6KA	3P-40A-300mA
fuerza garaje (P1)	400	10	1,5	3,2	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,11493	7	0,18506	1248	6	C	4P-10A-C-6KA	4P-40A-30mA

Cálculo de protecciones	Proyecto: 21 viviendas Ansoain Hoja: Garaje -2 y trasteros (P1)	fecha: Septiembre 2012 Autor: Julen Lizarrondo	
-------------------------	--	---	--

Denominación	Tensión asignada (V)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Z transformador (j ó)	Z acometida (ó)	Z l.g.a (ó)	Z deriv. individual (ó)	Nº automáticos/fusibles aguas arriba	Z total (ó)	Icc max. (A)	PdC (kA)	Curva de disparo	I magnetotermico Fusibles I. General de maniobra	I diferencial
D.I Serv. Com. Garajes-2	400	20	6	24,78	25	0,01098	0,00595	0,00632	0,05747	4	0,07069	3267	6	C	4P-25A-C-6KA	õ õ õ õ ..
Alumbrado garaje	230	45	1,5	2,27	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,51720	7	0,58706	393	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
Alumbrado permanente	230	45	1,5	1,42	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,51720	7	0,58706	393	6	C	2P-10A-C-6KA	
Emergencias garaje	230	45	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,51720	7	0,58706	393	6	C	2P-10A-C-6KA	
Emergencias garaje	230	45	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,51720	7	0,58706	393	6	C	2P-10A-C-6KA	
alumbrado escaleras	230	30	1,5	1,57	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,34480	7	0,41471	557	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
emergencia escaleras	230	30	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,34480	7	0,41471	557	6	C	2P-10A-C-6KA	
centralita incendios	230	45	1,5	2,17	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,51720	7	0,58706	393	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
alumbrado rampa	230	35	1,5	1,01	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	7	0,47216	489	6	C	2P-10A-C-6KA	
bomba achique 1	400	15	1,5	0,63	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,17240	6	0,24243	953	6	D	3P-10A-D-6KA	3P-40A-300mA
bomba achique 1	400	15	1,5	0,63	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,17240	6	0,24243	953	6	D	3P-10A-D-6KA	3P-40A-300mA
Ventilador 1	400	35	1,5	3,5	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	6	0,47215	489	6	D	3P-10A-D-6KA	4P-40A-300mA
Ventilador 2	400	35	1,5	3,5	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	6	0,47215	489	6	D	3P-10A-D-6KA	4P-40A-300mA
Ventilador 3	400	35	1,5	3,5	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	6	0,47215	489	6	D	3P-10A-D-6KA	4P-40A-300mA
Ventilador 4	400	35	1,5	3,5	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	6	0,47215	489	6	D	3P-10A-D-6KA	4P-40A-300mA
fuera garaje (P1)	400	10	1,5	3,2	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,11493	7	0,18506	1248	6	C	4P-10A-C-6KA	4P-40A-30mA
D.I Serv. Com. Trast. (P1)	400	35	1,5	8,35	18	0,01098	0,00595	0,00632	0,40227	4	0,41470	557	6	C	4P-16A-C-6KA	õ õ õ õ ..
alumbrado trasteros	230	20	1,5	2,87	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,22987	7	0,64452	358	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
pasillos trasteros	230	20	1,5	0,78	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,22987	7	0,64452	358	6	C	2P-10A-C-6KA	
emergencia trasteros	230	20	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,22987	7	0,64452	358	6	C	2P-10A-C-6KA	
Tomas de corriente	230	20	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,22987	7	0,64452	358	6	C	2P-10A-C-6KA	

Cálculo de protecciones	Proyecto: 21 viviendas Ansoain Hoja: Servicios generales y trasteros (P2)	fecha: Septiembre 2012 Autor: Julen Lizarrondo	
-------------------------	--	---	--

Denominación	Tensión asignada (V)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Z transformador (j ó)	Z acometida (ó)	Z l.g.a (ó)	Z deriv. individual (ó)	Nº automáticos/fusibles aguas arriba	Z total (ó)	Icc max. (A)	PdC (KA)	Curva de disparo	I magnetotermico Fusibles I. General de maniobra	I diferencial
D.I Serv. Com. Generales	400	25	10	36,82	44	0,01098	0,00595	0,00540	0,04310	4	0,05567	4149	6	C	4P-40A-C-6KA	δ δ δ δ ..
Línea a cuadro solar	400	50	2,5	6,09	18	0,01098	0,00595	0,00540	0,34480	6	0,39943	578	6	C	4P-10A-C-6KA	4P-40A-300mA
Línea a cuadro calefacción	400	50	10	20,05	44	0,01098	0,00595	0,00540	0,08620	6	0,14115	1636	6	C	4P-10A-C-6KA	4P-40A-300mA
Línea a cuadro RITM	400	45	4	3,22	18	0,01098	0,00595	0,00540	0,19395	6	0,24868	929	6	C	4P-10A-C-6KA	4P-40A-300mA
Alumbrado exterior	230	15	1,5	1,46	18	0,01098	0,00595	0,00540	0,17240	7	0,22717	1017	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I Serv. Com. Tras. (P2)	230	25	1,5	1,36	18	0,01098	0,00595	0,00540	0,28733	4	0,29891	773	6	C	2P-16A-C-6KA	δ δ δ δ ..
alumbrado trasteros	230	15	1,5	2,87	16	0,01098	0,00595	0,00540	0,17240	7	0,47124	490	6	C	2P-10A-C-6KA	2P-40A-30mA
pasillos trasteros	230	15	1,5	0,78	16	0,01098	0,00595	0,00540	0,17240	7	0,47124	490	6	C	2P-10A-C-6KA	
emergencia trasteros	230	15	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00540	0,17240	7	0,47124	490	6	C	2P-10A-C-6KA	
Tomas de corriente	230	20	1,5	0,43	16	0,01098	0,00595	0,00632	0,22987	7	0,64452	358	6	C	2P-10A-C-6KA	

Cálculo de protecciones	Proyecto: 21 viviendas Ansoain Hoja: Viviendas portal 1	fecha: Septiembre 2012 Autor: Julen Lizarrondo	 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa
-------------------------	--	---	--

Denominación	Tensión asignada (V)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Z transformador (j ó)	Z acometida (ó)	Z l.g.a (ó)	Z deriv. individual (ó)	Nº automáticos/fusibles aguas arriba	Z total (ó)	Icc max. (A)	PdC (KA)	Curva de disparo	I magnetotermico Fusibles I. General de maniobra	I diferencial
D.I. vivienda A piso 1	230	20	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00544	0,03448	5	0,04735	4878	6	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda B piso 1	230	22	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00544	0,03793	5	0,05069	4556	7	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda C piso 1	230	25	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00544	0,04310	5	0,05574	4143	8	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda D piso 1	230	28	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00544	0,04827	5	0,06080	3798	9	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda A piso 2	230	23	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00544	0,03965	5	0,05237	4410	10	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda B piso 2	230	25	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00544	0,04310	5	0,05574	4143	11	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda C piso 2	230	28	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00544	0,04827	5	0,06080	3798	12	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda D piso 2	230	31	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00544	0,05344	5	0,06589	3505	13	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda A piso 3	230	26	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00544	0,04482	5	0,05742	4022	14	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda B piso 3	230	28	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00544	0,04827	5	0,06080	3798	15	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda C piso 3	230	31	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00544	0,05344	5	0,06589	3505	16	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda D piso 3	230	24	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00544	0,04138	5	0,05405	4272	17	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA

Cálculo de protecciones	Proyecto: 21 viviendas Ansoain Hoja: viviendas portal 2	fecha: Septiembre 2012 Autor: Julen Lizarrondo	
-------------------------	--	---	---

Denominación	Tensión asignada (V)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Intensidad calculada (A)	Intensidad admisible (A)	Z transformador (j ó)	Zacometida (ó)	Z l.g.a (ó)	Z deriv. individual (ó)	Nº automáticos/fusibles aguas arriba	Z total (ó)	Icc max. (A)	PdC (KA)	Curva de disparo	I magnetotermico Fusibles I. General de maniobra	I diferencial
D.I. vivienda A piso 1	230	13	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00632	0,02241	5	0,03661	6308	6	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda B piso 1	230	14	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00632	0,02414	5	0,03825	6038	6	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda C piso 1	230	17	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00632	0,02931	5	0,04320	5346	6	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda A piso 2	230	16	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00632	0,02758	5	0,04154	5559	6	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda B piso 2	230	17	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00632	0,02931	5	0,04320	5346	6	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda C piso 2	230	20	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00632	0,03448	5	0,04820	4791	6	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda A piso 3	230	19	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00632	0,03276	5	0,04653	4963	6	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda B piso 3	230	20	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00632	0,03448	5	0,04820	4791	6	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA
D.I. vivienda C piso 3	230	23	10	25	37	0,01098	0,00595	0,00632	0,03965	5	0,05323	4338	6	C	2P-32A-C-6KA	2P-40A-30mA

2.5. Cálculos de Iluminación Interior

2.5.1 Introducción

Para la realización del proyecto de iluminación interior seguiremos el método descrito en la memoria.

Este método denominado método de los lúmenes se basa en el desarrollo de estos seis puntos:

- Determinación del nivel de iluminación requerido
- Determinación del coeficiente de utilización
- Cálculo del número de lúmenes totales
- Cálculo del número de lámparas necesarias
- Cálculo de la altura de las lámparas
- Distribución de lámparas y lúmenes
- Fijación del emplazamiento de las lámparas

El desarrollo de estos puntos esta extensamente desarrollado en el documento MEMORIA del presente proyecto.

2.5.2 Cálculos

Calcularemos las diferentes estancias de las zonas comunes interiores del edificio:

1. Zaguán portal 1

- Dimensiones del local (m) \rightarrow sup *erficie* = $a \cdot b = 18m^2$ $h=2.8m$
- Nivel de iluminación: $E = 300$ lux
- Tipo de iluminación: directa.
- Tipo de luminaria: ERCO 22209000 Lightcast Downlight 2 x TC-DEL 18W
- Flujo luminoso de cada lámpara (): 2300 lúmenes.
- Índice del local (Se utiliza como dato para encontrar el factor de utilización en las tablas):

$$k = \frac{a \cdot b}{(a + b)h} = \frac{18}{18 \cdot 2.8} = 0.36$$

- Factores de reflexión: Techo 70 %, Paredes 50 %.
- Coeficiente de utilización: $C = 0,69$.
- Factor de mantenimiento: $C_u = 0,8$ (lugar limpio).

-Lúmenes totales necesarios:

$$N_{lumenes} = \frac{E \cdot S}{C_u \cdot C_m} = \frac{18 \cdot 500}{0.69 \cdot 0.8} = 16304.35lm$$

- N° de luminarias necesarias:

$$N_{luminarias} = \frac{N_{lumenes}}{n \cdot \Phi} = \frac{16304.35}{2 \cdot 2300} = 3.54$$

Aproximando nos quedan 4 luminarias.

- Solución adoptada:

4 luminarias Philips Downlight FBS261 2xPL-C/4P18W/840 HF-P

Utilizaremos el mismo método de cálculo para determinar la iluminación del resto de las estancias de los elementos comunes del edificio. Aunque solo se mostrarán las soluciones adoptadas.

2. Zaguán portal 2

- Solución adoptada:

3 luminarias Philips Downlight FBS261 2xPL-C/4P18W/840 HF-P

3. Escaleras comunes portal 1 y portal 2

- Solución adoptada:

16 luminarias Philips Gondola FWG201 1x maX105W-e27

4. Cuarto limpieza portal 1 y portal 2

- Solución adoptada:

2 luminarias Fluorescente Philips tMs022 1xtl-D58W HFP

5. Rellano portal 1 y 2

- Solución adoptada:

34 luminarias Philips Downlight FBS261 2xPL-C/4P18W/840 HF-P

6. Planta bajo-cubierta

- Solución adoptada a pasillos:

10 luminarias Fluorescente Philips tMs022 2xtl-D36W HFP

- Solución adoptada a vestíbulos:

2 luminarias Fluorescente Philips tMs022 1xtl-D18W HFP con kit de emergencia

- Solución adoptada a sala de calderas:

4 luminarias Fluorescente Philips tMs022 2xtl-D36W HFP

- Solución adoptada a sala de RITS y libro del edificio:

2 luminarias Fluorescente Philips tMs022 1xtl-D58W HFP

7. Escalera de emergencia

- Solución adoptada:

12 luminarias Philips Gondola FWG201 1x maX105W-e27

8. sotano -1

- Solución adoptada al garaje vial:

8 Fluorescentes Philips tMs022 1xtl-D58W HFP

4 Fluorescentes Philips tMs022 1xtl-D58W HFP con kit de emergencia

2 Fluorescentes Philips tMs022 1xtl-D18W HFP con kit de emergencia

- Solución adoptada alas salas de basuras:

3 Fluorescentes Philips tMs022 2xtl-D36W HFP

- Solución adoptada portales:

4 luminarias Philips Downlight FBS261 2xPL-C/4P18W/840 HF-P

9. sotano -2

- Solución adoptada al garaje vial:

11 Fluorescente Philips tMs022 1x1l-D58W HFP
 6 Fluorescente Philips tMs022 1x1l-D58W HFP con kit de
 emergencia
 2 Fluorescente Philips tMs022 1x1l-D18W HFP con kit de
 emergencia

- Solución adoptada portales:

4 luminarias Philips Downlight FBS261 2xPL-C/4P18W/840 HF-P

2.6. Cálculos de iluminación de emergencia y señalización

2.6.1. Cálculos

Calcularemos las diferentes estancias de las zonas comunes interiores del edificio:

1- Zaguán portal 1:

- Área del local: 18 m²
- Proporción: 5 lúmenes / m²
- Flujo necesario: 90 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61705. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 155 lm
- Lámparas necesarias:

$$N_{lumenes} = \frac{\Phi_{necesario}}{\Phi_{lamparas}} = \frac{90}{155} = 0.58$$

- Solución: 1 luminaria.
- Lúmenes proporcionados: 155lm.
- Potencia: 6W.

Utilizaremos el mismo método de cálculo para determinar la iluminación de emergencia del resto de las estancias de los elementos comunes del edificio. Aunque solo se mostrarán las soluciones adoptadas.

2. Zaguán portal 2

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61705. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 155 lm
- Solución: 1 luminaria.

3. Escaleras comunes portal 1 y portal 2

A lo largo de las escaleras se instalarán este tipo de lámparas de emergencia, dos por cada rellano de escaleras, tal y como se muestran en los planos.

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61705. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 155 lm
- Solución: 16 luminarias.

4. Rellano portal 1 y 2

Dada las características de los dos portales, en el portal 1 se instalarán dos luminarias por rellano mientras que en el portal 2 solo se instalará una.

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61705. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 155 lm
- Solución: 9 luminarias.

5. Planta bajo-cubierta

- Solución adoptada a pasillos:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61705. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 155 lm
- Solución: 7 luminarias.

- Solución adoptada a vestíbulos:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61705. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 155 lm
- Solución: 2 luminarias.

- Solución adoptada a sala de calderas:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización a prueba de fuego: marca ATX Ref. 94961. Potencia de la lámpara 8W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 180 lm
- Solución: 1 luminarias.

- Solución adoptada a sala de RITS y libro del edificio:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61705. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 155 lm
- Solución: 2 luminarias.

7. Escalera de emergencia

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61705. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 155 lm
- Solución: 9 luminarias.

8. sotano -1

- Solución adoptada al garaje vial:
 - Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61707. Potencia de la lámpara 6W.
 - Flujo luminoso de la lámpara: 310 lm
 - Solución: 10 luminarias.
- Solución adoptada alas salas de basuras:
 - Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61707. Potencia de la lámpara 6W.
 - Flujo luminoso de la lámpara: 310 lm
 - Solución: 2 luminarias.
- Solución adoptada portales:
 - Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61705. Potencia de la lámpara 6W.
 - Flujo luminoso de la lámpara: 155 lm
 - Solución: 2 luminarias.

9. sotano -2

- Solución adoptada al garaje vial:
 - Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61707. Potencia de la lámpara 6W.
 - Flujo luminoso de la lámpara: 310 lm
 - Solución: 8 luminarias.
- Solución adoptada portales:
 - Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca Legrand Ref. 61705. Potencia de la lámpara 6W.
 - Flujo luminoso de la lámpara: 155 lm
 - Solución: 2 luminarias.

2.7. Cálculo de la instalación de puesta a tierra

2.7.1 Introducción

Según la ITC-BT 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y tal como está explicado en la memoria del presente proyecto, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

Con el objetivo de hacer más segura la instalación y aunque el edificio no sea una construcción especialmente húmeda, a la hora de calcular la puesta a tierra se ha de tener cuenta el valor de 24 voltios. Por tanto, la instalación estará protegida para que en caso de que cualquier masa pueda ponerse en tensión, esta no supere el valor de 24 voltios.

La resistividad del terreno según la tabla 14.3 de la ITC-BT 18, para margas y arcillas compactas (terreno en la zona de construcción), es entre 100 y 200 $\Omega \cdot m$. La corriente máxima de disparo del interruptor diferencial más desfavorable que se tendrá en cuenta será de 300 mA.

Entonces, la resistencia del circuito de protección, entendido éste desde la conexión a masa hasta el paso a tierra, deberá cumplir la siguiente expresión:

$$R < \frac{V_c}{I_s} = \frac{24}{0.3} = 80\Omega$$

Donde:

R: Resistencia de puesta a tierra en Ω .

V: Tensión de contacto en V.

I_s: Sensibilidad del interruptor diferencial en A

Por lo tanto la R debe de ser menor que 80 Ω

2.7.2 Cálculos e instalación en obra

El electrodo está formado por 6 picas de acero recubiertas de cobre de 20 mm de diámetro y 2 metros de longitud, situadas en cada una de las esquinas del edificio tal y como se puede apreciar en los planos y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Cada una de las centralizaciones se unirá al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50 mm². De las dos centralizaciones partirán los diferentes conductores de protección para cada una de las derivaciones individuales.

De la misma manera también, tanto las guías de los ascensores como la antena para la televisión y el registro RITM, se unirán al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50 mm².

Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuito son muy elevados.

Una vez elegido cual va a ser la configuración de la instalación, como el número de picas, la sección de los conductores de unión de las picas, la naturaleza de los conductores etc. se procede a verificar que la instalación cumple con las condiciones anteriormente expuestas, es decir, que la resistencia de tierra sea inferior a 80á , con lo que quedara limitada la tensión de contacto. Es aconsejable que en edificios de viviendas, la resistencia de puesta a tierra sea inferior a 10á .

Si la resistividad del terreno es de 150á m y la longitud de pica de 2m, la resistencia a tierra por pica es de:

$$R = \frac{150\Omega m}{2m} = 75\Omega$$

La resistencia de seis picas en paralelo será igual a:

$$R = \frac{1}{6 \cdot \frac{1}{75}} = 12.5\Omega$$

La resistencia a tierra del conductor de cobre desnudo será:

$$R = \frac{2 \cdot P}{L} = \frac{2 \cdot 150}{141.92} = 2.114\Omega$$

Donde:

P: Resistividad del terreno en á m, en nuestro caso 150 á m.

L: Longitud del perímetro del conductor en metros.

La resistencia total del mallazo de puesta a tierra, será la que forman la resistencia de las picas y la resistencia del conductor que las une, unidas estas en paralelo.

$$R_{\text{omatierra}} = \frac{2.114 \cdot 12.5}{2.114 + 12.5} = 1.81\Omega$$

Por tanto se puede decir que la instalación de puesta a tierra es adecuada para proteger eficazmente a las personas, ya que la resistencia total de tierra es mucho menor que el límite máximo (1.81á < 80á).

Fdo. Julen Lizarrondo Ostiz

PAMPLONA, Septiembre de 2010



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE
VIVIENDAS”

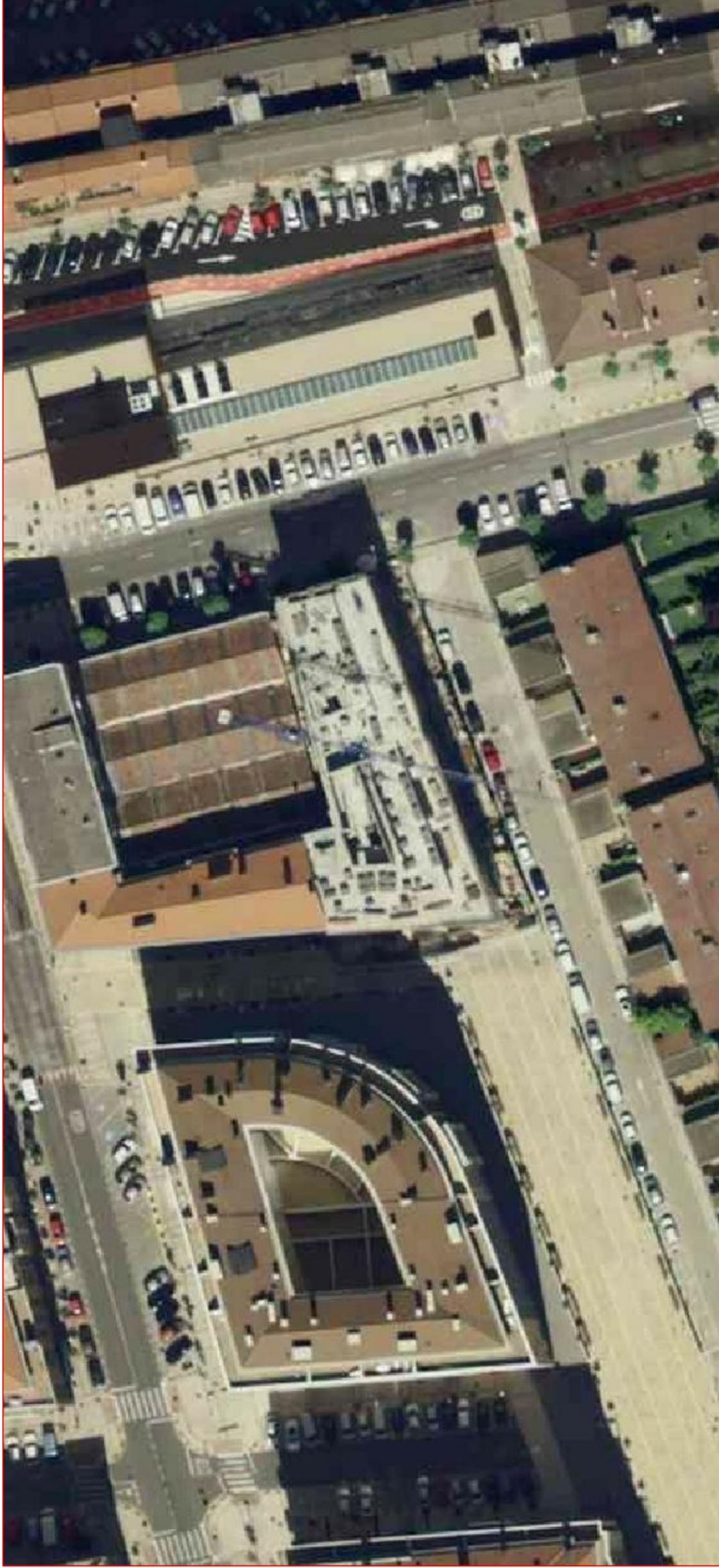
DOCUMENTO 3 PLANOS

Alumno: Julen Lizarrondo Ostiz

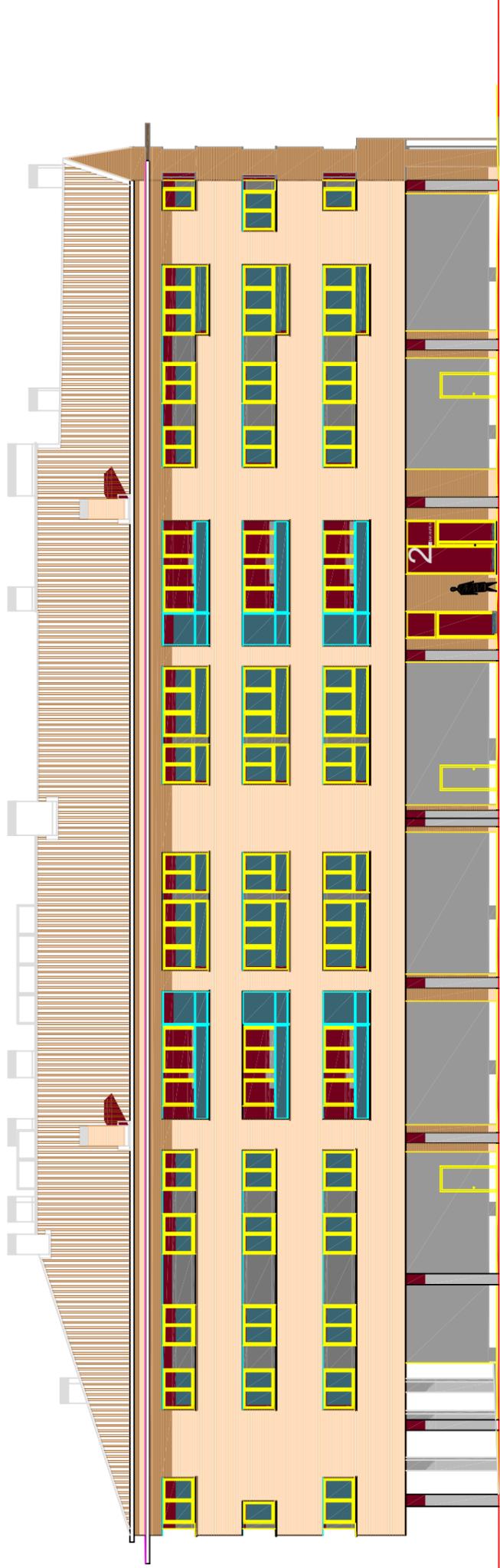
Tutor: Felix Arroniz Fdez. De Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2012

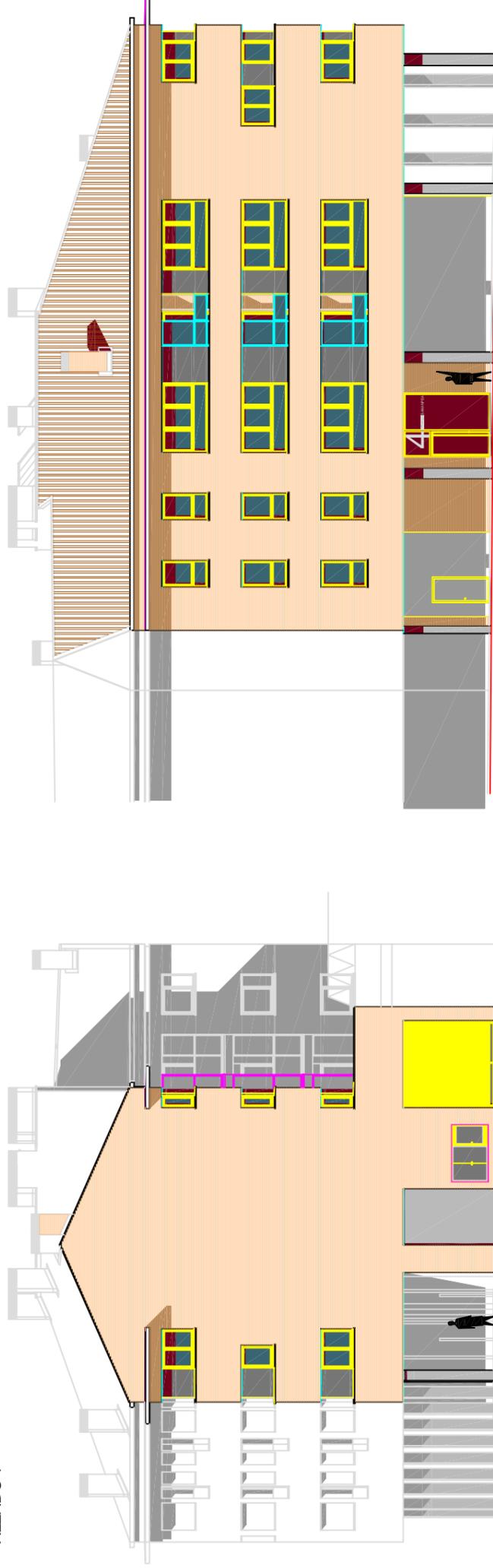
ÍNDICE	NºPlano
3.1. Ubicación.....	1
3.2. Alzados.....	2
3.3. Electrificación Planta bajo cubierta.....	3
3.4. Electrificación Viviendas	4
3.5. Electrificación Planta Baja.....	5
3.6. Electrificación sótano -1.....	6
3.7. Electrificación sótano -2.....	7
3.8. Puesta a tierra.....	8
3.9. Unifilar centralización de contadores portal 1.....	9
3.10. Unifilar centralización de contadores portal 2.....	10
3.11. Unifilar servicios comunes escalera (P 1) (P 2).....	11
3.12. Unifilar servicios comunes trasteros (P 1) (P 2).....	12
3.13. Unifilar servicios comunes generales.....	13
3.14. Unifilar servicios comunes garaje -1.....	14
3.15. Unifilar servicios comunes garaje -2.....	15
3.16. Esquema maniobra ventiladores.....	16
3.17. Esquema maniobra bombas achique.....	17
3.18. Unifilar Viviendas.....	18



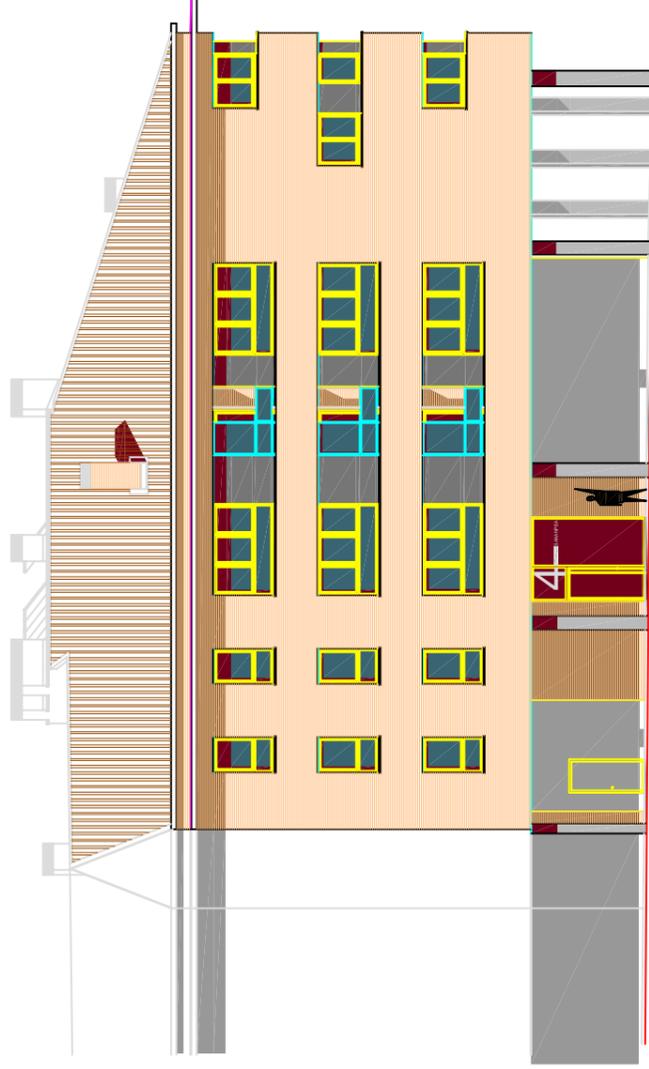
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: Julen Lizarrondo Ostiz FIRMA:
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE VIVIENDAS		
PLANO: UBICACION EN LA PARCELA P32 DE LA U6 DE ANSOAIN		FECHA: 5/09/2012 ESCALA: S/E Nº PLANO: 1



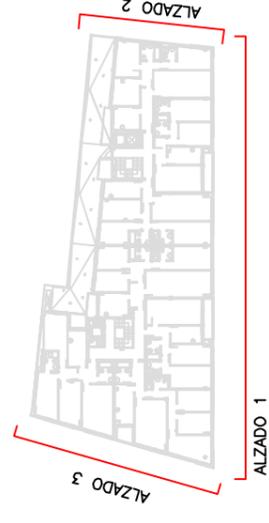
ALZADO 1



ALZADO 2



ALZADO 3

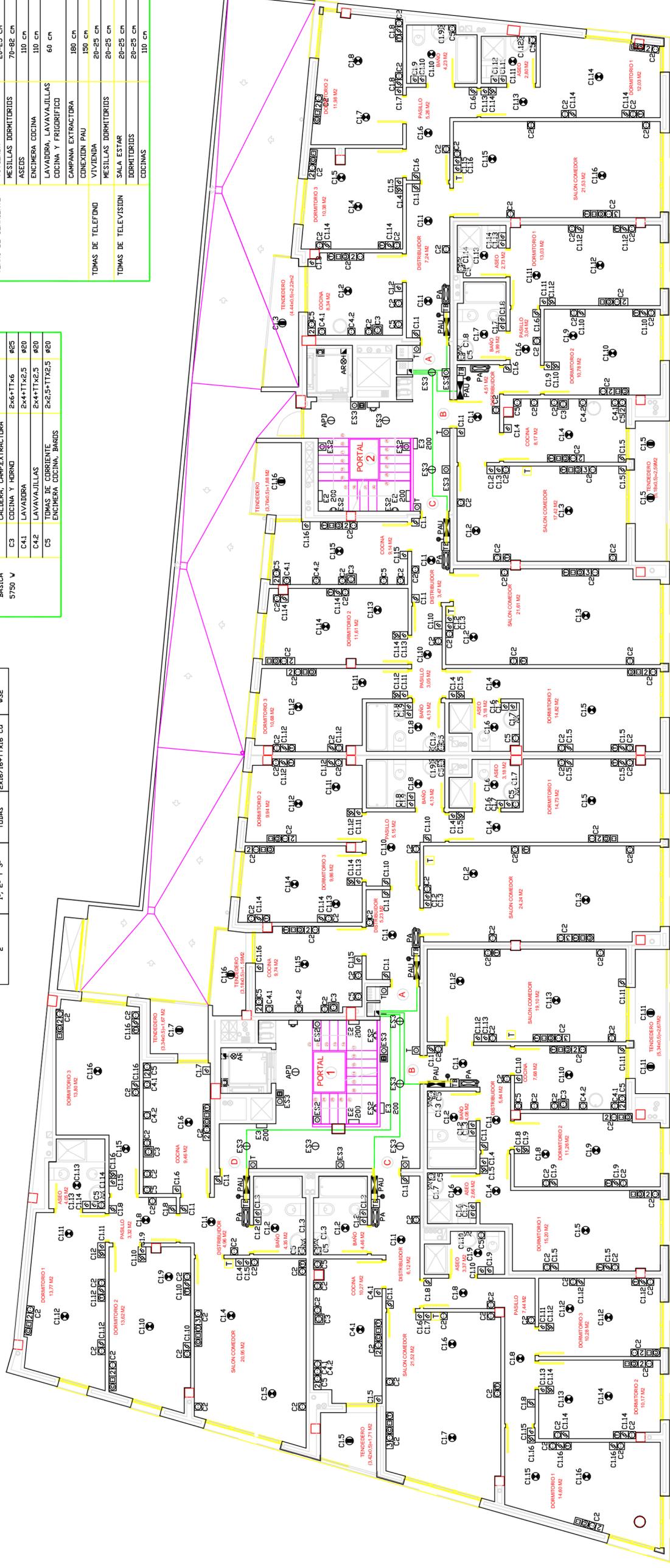


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE VIVIENDAS	
PLANO: ALZADOS		REALIZADO: Julen Lizarrondo Ostiz
FIRMA:		FECHA: 5/09/2012
ESCALA: 1/2000		N° PLANO: 2

DERIVACIONES INDIVIDUALES A VIVIENDA			
ESCALERA	PLANTAS	VIVIENDA	SECCION
1	1ª, 2ª Y 3ª	2x16/16+11x16 Cu	#32
2	1ª, 2ª Y 3ª	2x16/16+11x16 Cu	#32

INSTALACION ELECTRICA INTERIOR VIVIENDA			
ELECTRIFICACION	CIRCUITO	DESCRIPCION	TUBO
BASICA	C1	ALUMBRADO GENERAL	2x1,5+11x1,5 #16
	C2	TOMAS DE CORRIENTE USO GENERAL, REFRIGERADOR CALDERA, CAMP. EXTRACTORA	2x2,5+11x2,5 #20
	C3	COCINA Y HORNO	2x4+11x6 #25
	C4	LAVADORA	2x4+11x2,5 #20
	C5	TOMAS DE CORRIENTE ENCIMERA COCINA, BANDOS	2x2,5+11x2,5 #20

ALTIMA MONTAJE MECANISMOS EN INTERIOR VIVIENDA			
MECANISMOS	UBICACION	ALTIMA DE MONTAJE	
TOMAS DE CORRIENTE	VIVIENDA	10 cm	
	MESILLAS DORMITORIOS	70-80 cm	
	VIVIENDA	20-25 cm	
	MESILLAS DORMITORIOS	70-82 cm	
	ASEOS	10 cm	
TOMAS DE TELEFONO	ENCIMERA COCINA	10 cm	
	LAVADORA, LAVAVAJILLAS COCINA Y FRIGORIFICO	60 cm	
	CAMPANA EXTRACTORA	180 cm	
	CONEXION PAU	150 cm	
	VIVIENDA	20-25 cm	
TOMAS DE TELEVISION	MESILLAS DORMITORIOS	20-25 cm	
	SALA ESTAR	20-25 cm	
	DORMITORIOS	20-25 cm	
	COCINAS	20-25 cm	
	VIVIENDA	10 cm	



LEYENDA VIVIENDA		LEYENDA VIVIENDA		LEYENDA VIVIENDA	
SYMBOLOLOGIA	DESCRIPCION	SYMBOLOLOGIA	DESCRIPCION	SYMBOLOLOGIA	DESCRIPCION
	CUADRO DE MANDO Y PROTECCION DE VIVIENDA. EMPOTRADO CON TAPA ALTIMA MONTAJE 170 cm.		MECANISMO SIMPLE E EJECUCION EMPOTRADA. TOMA ELECTRICA SCHUKO EP+1/23A, 250V		TOMA TELEFONIA TIPO RJ11 E EJECUCION EMPOTRADA
	MECANISMO SIMPLE E EJECUCION EMPOTRABLE INTERRUPTOR 10A 250V		LUMINARIA TIPO APLOQUE ADOSABLE A PARED PARA LAMPARA		TOMA TV/FH E EJECUCION EMPOTRADA
	MECANISMO SIMPLE E EJECUCION EMPOTRABLE CONMUTADOR 10A 250V		PUNTO DE LUZ SIMPLE/ CONMUTADO CRUZAMIENTO EMPOTRADO EN TECHO CON PORTALAMPARAS		TOMA PREVISION TLCA E EJECUCION EMPOTRADA
	MECANISMO SIMPLE E EJECUCION EMPOTRABLE PULSADOR TIMBRE 10A 250V		PANEL INTERIOR AUDIOPORTERO		LUMINARIA TIPO ADOSABLE A PARED PARA PHILIPS FBS561 2xPL-C/4P18W/840 HF-P
	MECANISMO SIMPLE E EJECUCION EMPOTRABLE. TOMA ELECTRICA SCHUKO 2P+1/16A, 250V		TIMBRE 10A 220 V		LUMINARIA TIPO ADOSABLE A PARED PARA PHILIPS GONDOLA FVG201 1xMAX105W-e27
	MECANISMO DOBLE E EJECUCION EMPOTRABLE. TOMA ELECTRICA SCHUKO 2P+1/16A, 250V		TERMOSTATO		APARATO AUTONOMO EMERGENCIA LUMINARIA FLUORESCENTE LEGRAND SERIE U21 REF:61705 6V 155 lumens
	MECANISMO TRIPLE E EJECUCION EMPOTRABLE. TOMA ELECTRICA SCHUKO 2P+1/16A, 250V		APARATO AUTONOMO EMERGENCIA LUMINARIA FLUORESCENTE LEGRAND SERIE U21 REF:61707 6V 310 lumens		APARATO AUTONOMO EMERGENCIA LUMINARIA FLUORESCENTE LEGRAND SERIE U21 REF:61707 6V 310 lumens



Universidad Pública
de Navarra
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA
UN BLOQUE DE VIVIENDAS**

REALIZADO:
Julen Lizarrondo Ostiz

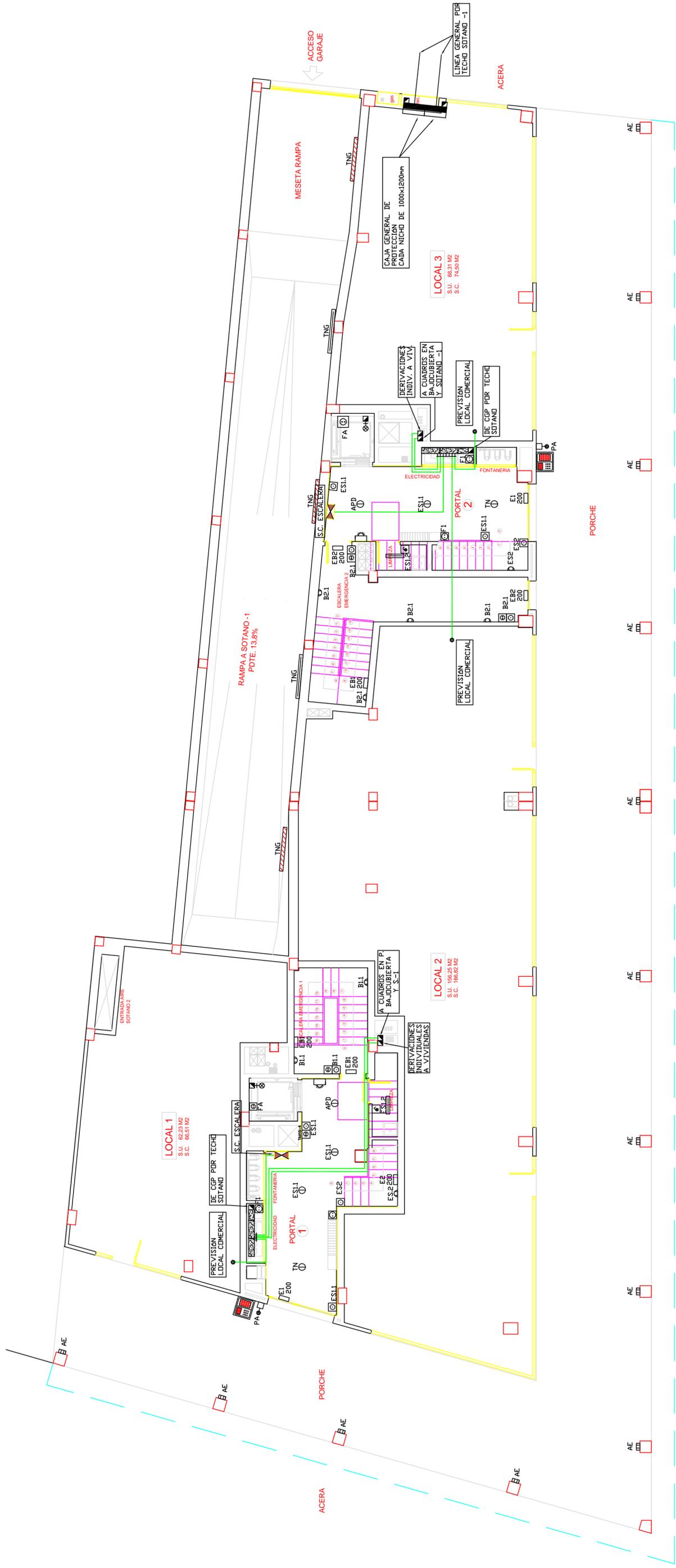
FIRMA:

FECHA: 5/09/2012

ESCALA: 1/100

Nº PLANO: 4

ELECTRIFICACION PLANTA TIPO



LEYENDA SEVICIOS COMUNES PLANTA BAJA		LEYENDA SEVICIOS COMUNES PLANTA BAJA	
SYMBOLOGIA	DESCRIPCION	SYMBOLOGIA	DESCRIPCION
	CUADRO DE MANDO Y PROTECCION DE VIVIENDA. EMPOTRADO CON TAPA ALTURA MONTAJE: 170 cm.		FLUORESCENTE PHILIPS TMS022 1xTL-D36w HFP CON KIT DE EMERGENCIA
	MECANISMO SIMPLE EJECUCION EMPOTRABLE INTERRUPTOR 10A 250V		PANEL EXTERIOR AUDIOPORTERO
	MECANISMO SIMPLE EJECUCION EMPOTRABLE PULSADOR 10A 250V		PORTALAMPARAS DE PORCELANA PARA ALUMBRADO RECINTO DE ASCENSOR PARA LAMPARA A60/40W
	MECANISMO SIMPLE EJECUCION EMPOTRABLE. TDMA ELECTRICA SCHUKO 2P+T/16A, 250V		APARATO AUTONOMO EMERGENCIA Y SERIALIZACION FLUORESCENTE LEGRAND SERIE U21 REF:61705 6W 155 lumenes
	LUMINARIA EMPOTRABLE TIPO DOWNLIGHT PARA LAMPARA Philips FBS261 2xFL-C/4P18W/840 HF-P		APARATO AUTONOMO EMERGENCIA Y SERIALIZACION FLUORESCENTE LEGRAND SERIE U21 REF:61707 6W 310 lumenes
	LUMINARIA TIPO ADSASBLE A PARED PARA PHILIPS GONDOLA FVG201 1xMAX105W-e27		PUNTO DE CONEXION ELECTRICA CENTRALITA DE DETECCION INCENDIOS
	FLUORESCENTE PHILIPS TMS022 1xTL-D36w HFP		MONTANTE VERTICAL INSTALACIONES ELECTRICAS
	FLUORESCENTE PHILIPS TMS022 2xTL-D36w HFP		

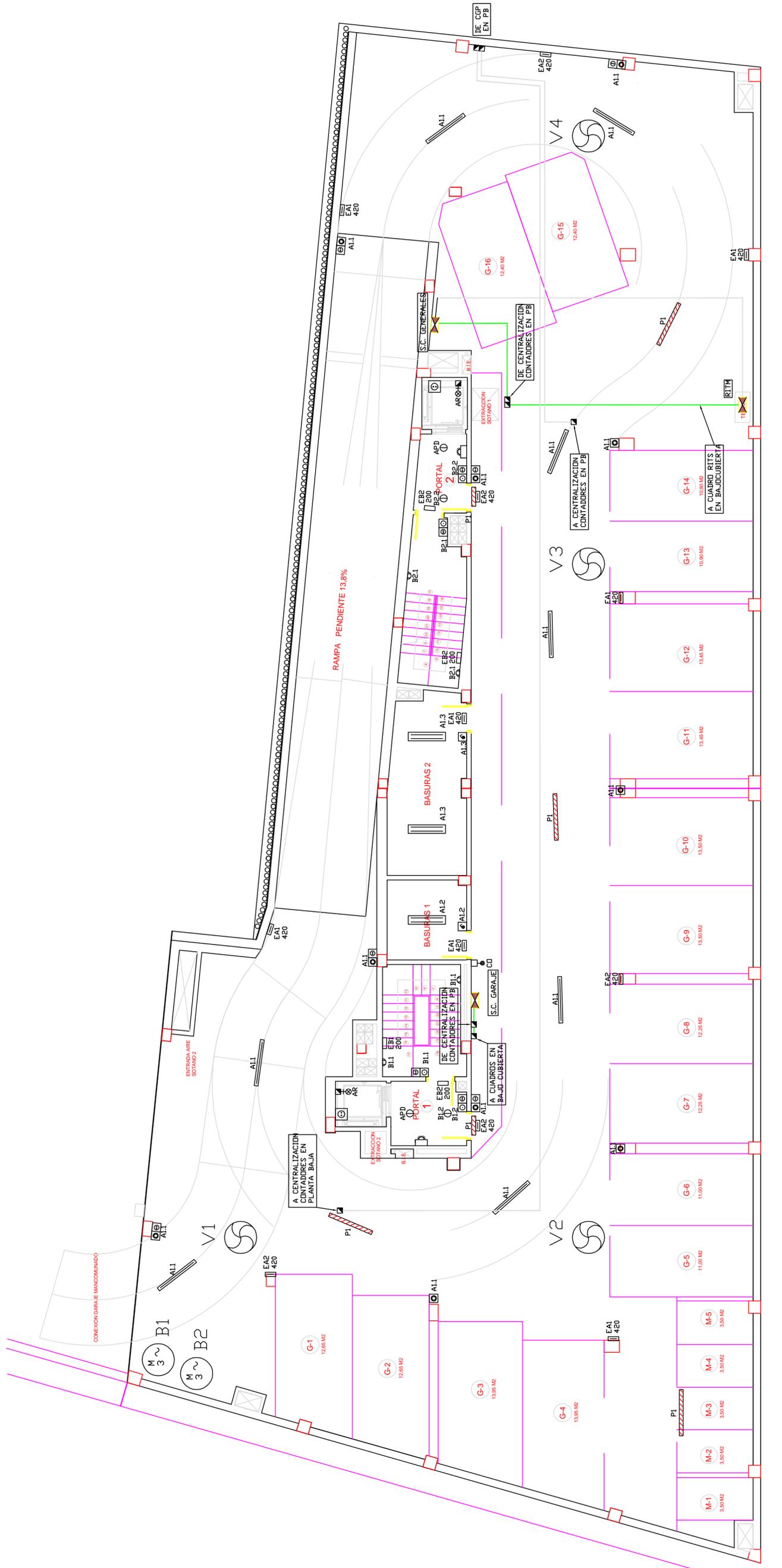

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
 REALIZADO: **Julen Lizarrondo Ostiz**
 FIRMA:

PROYECTO: **INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE VIVIENDAS**
 DEPARTAMENTO: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**
 FECHA: 5/09/2012
 ESCALA: 1/100
 Nº PLANO: 5

PLANO: **ELECTRIFICACION PLANTA BAJA**



LEYENDA SERVICIOS COMUNES DE GARAJES	LEYENDA SERVICIOS COMUNES DE GARAJES	LEYENDA SERVICIOS COMUNES DE GARAJES	LEYENDA SERVICIOS COMUNES DE GARAJES
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION	DESCRIPCION	DESCRIPCION
	CUADRO ELECTRICO		FLUORESCENTE PHILIPS TMS022 1xTLJD38w HFP CON KIT DE EMERGENCIA
	Mecanismo 10 AX 250V Interruptor 10A Shion serie 82 Ref:75101-39 con tectia ref:82010-30		FLUORESCENTE PHILIPS TMS022 1xTLJD38w HFP CON KIT DE EMERGENCIA
	Mecanismo 10 AX 250V Fusador con luminosos incorporado 10A Shion serie 82 Ref:75161-39 con tectia		PORTALAMPARAS DE PORCELANA PARA ALUMBRADO RECINTO DE ASCENSOR PARA LAMPARA 460/40V
	Base de enchufe monofásica bipolar 16A - 250V (con toma de tierra lateral) schuco) con tapa		APARATO AUTONOMO EMERGENCIA Y ESALZACION FLUORESCENTE LEGRAND SERIE UEL1 REF:61705 6W 135 lumenes
	LUMINARIA EMPOTRABLE TIPO DOWNLIGHT PARA LAMPARA Philips P35261 ExPL-C/4P18V/840 HF-P		APARATO AUTONOMO EMERGENCIA Y ESALZACION FLUORESCENTE LEGRAND SERIE UEL1 REF:61707 6W 310 lumenes
	LUMINARIA TIPO ADSORABLE A PARED PARA PHILIPS GONDOLA FUG201 1xMAXI05V-e27		PUNTO DE CONEXION ELECTRICA CENTRALITA DE TEECCION PONDADO
	FLUORESCENTE PHILIPS TMS022 1xTLJD38w HFP		MONITOREO VERTICAL INSTALACIONES ELECTRICAS
	FLUORESCENTE PHILIPS TMS022 2xTLJD38w HFP		

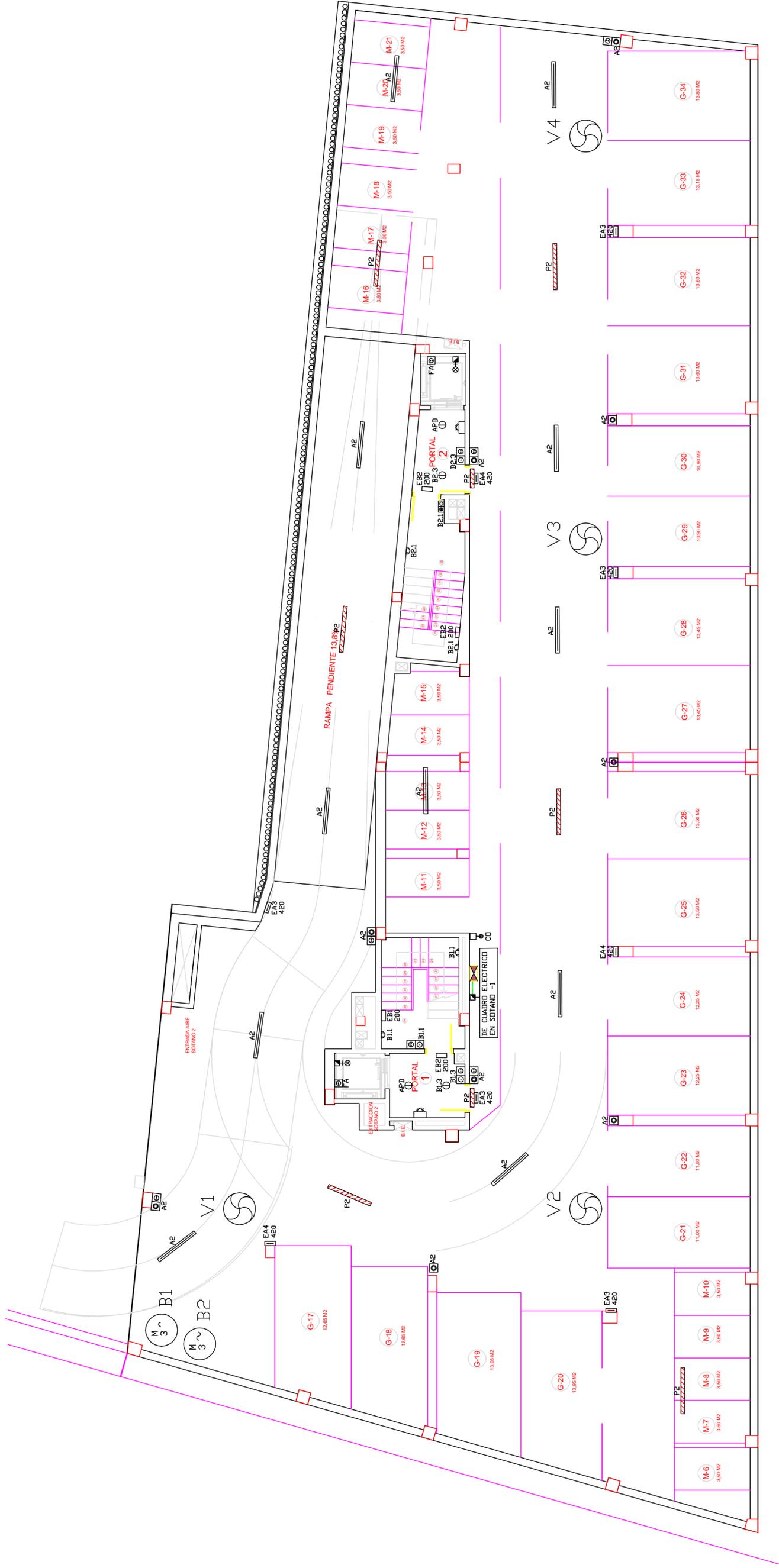

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
 REALIZADO: **Julen Lizarrondo Ostiz**
 FIRMA:

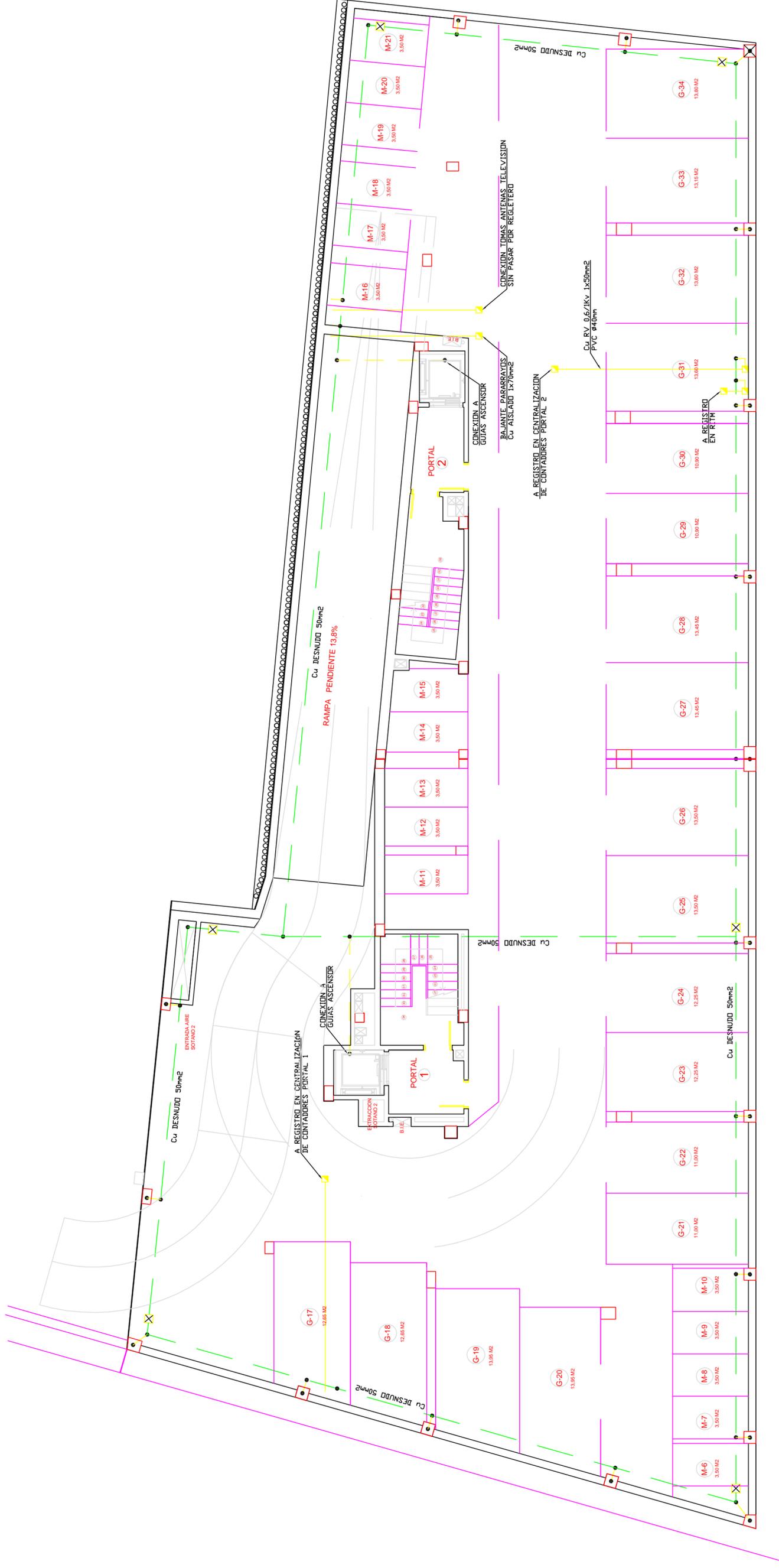
PROYECTO:
INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE VIVIENDAS

PLANO: **ELECTRIFICACION SOTANO -1**
 ESCALA: 1/100
 N° PLANO: 6



LEYENDA SERVICIOS COMUNES DE GARAJES	LEYENDA SERVICIOS COMUNES DE GARAJES	LEYENDA SERVICIOS COMUNES DE GARAJES	LEYENDA SERVICIOS COMUNES DE GARAJES
DESCRIPCION	DESCRIPCION	DESCRIPCION	DESCRIPCION
	CUADRO ELECTRICO		FLUORESCENTE PHILIPS TMS022 1xTLJD58w HFP CON KIT DE EMERGENCIA
	Mecanismo 10 AX 250V Interruptor 10A Shion serie 82 Ref:75101-39 con tecla ref:82010-30		FLUORESCENTE PHILIPS TMS022 1xTLJD58w HFP CON KIT DE EMERGENCIA
	Mecanismo 10 AX 250V Pulsador con luminosos incorporado 10A Shion serie 82 Ref:75161-39 con tecla		PORTALAMPARAS DE PORCELANA PARA ALUMBRADO RECINTO DE ASCENSOR PARA LAMPARA 460/40V
	Base de enchufe monofásica bipolar 16A - 250V (con toma de tierra lateral schuko) con tapa		APARATO AUTONOMO EMERGENCIA Y ESCALAZACION FLUORESCENTE LEGRAND SERIE LB1 REF:61705 6W 135 lumenes
	LUMINARIA EMPOTRABLE TIPO DOWNLIGHT PARA LAMPARA PHILIPS P35261 EXPL-C/4P18V/840 HF-P		APARATO AUTONOMO EMERGENCIA Y ESCALAZACION FLUORESCENTE LEGRAND SERIE LB1 REF:61707 6W 310 lumenes
	LUMINARIA TIPO ADSORBIBLE A PARED PARA PHILIPS GONDOLA FV201 1xMAXI05V-e27		PUNTO DE CONEXION ELECTRICA CENTRALITA DE RECEPCION MONDRIJN
	FLUORESCENTE PHILIPS TMS022 1xTLJD58w HFP		MONTANTE VERTICAL INSTALACIONES ELECTRICAS
	FLUORESCENTE PHILIPS TMS022 2xTLJD36w HFP		

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	DEPARTAMENTO DE E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	REALIZADO: Julen Lizarrondo Ostiz FIRMA:	
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE VIVIENDAS		
PLANO: ELECTRIFICACION SOTANO -2		
ESCALA: 1/100		Nº PLANO: 7



LEYENDA DE LA RED DE TIERRAS	DESCRIPCION
---	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 50mm ² ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD DE 80 cm DE LA ULTIMA SOLERA TRANSITABLE PARA PUESTA A TIERRA DEL SISTEMA ELECTRICO.
---	CONDUCTOR DE COBRE RV0.6/1KV DE SECCION SEGUN PLANO BAJO TUBO DE PVC E EJECUCION ENTERRADO/SUPERFICIE
■	MONTANTE PARA CONEXION DE PUESTA A TIERRA
⊗	ELECTRODO COMPUESTO POR PICA DE ACERO-COBRE DE 2m DE LONGITUD Y I.20 mm DE DIAMETRO EN ARQUETA DE 40x40x40 cm CON TAPA REGISTRABLE DE FUNDICION Y PUENTE DE COMPROBACION.
●	CONEXION DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA A LAS PARTES METALICAS DE LA ESTRUCTURA



DEPARTAMENTO DE
E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

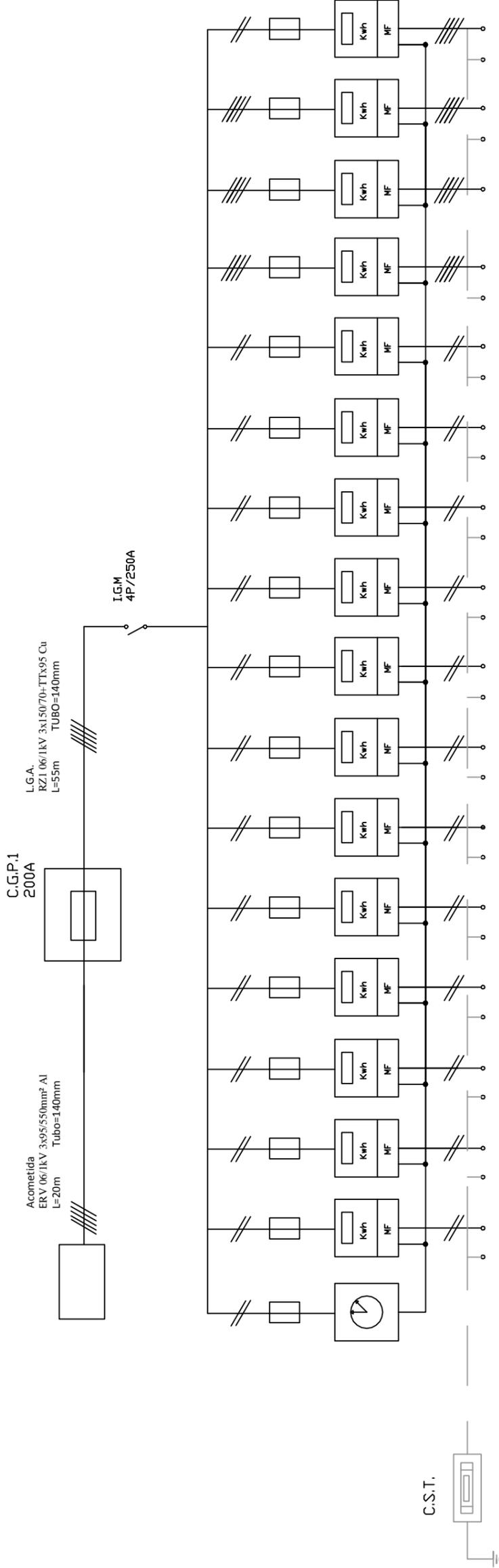
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE VIVIENDAS

REALIZADO:
Julen Lizarrondo Ostiz
 FIRMA:

PLANO:
PUESTA A TIERRA

FECHA: 5/09/2012
 ESCALA: 1/100
 Nº PLANO: 8



N. CONTADOR	DERIVACION INDIVIDUAL VIV.	DERIVACION LOCAL 1	DERIVACION ESCALERA	DERIVACION GARAJE -1	DERIVACION TRASTEROS											
1	5750 W	6232 W	11302W	13193 W	940W											
CIRCUITO	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	1.5	2.5	4	1.5	
POTENCIA (W)	5750 W	6232 W	11302W	13193 W	940W											
SECCION (m2)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	1.5	2.5	4	1.5	
TUBO (mm)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	16	20	20	16	
LONGITUD (m)	20	22	25	28	25	28	28	31	26	28	28	3	15	20	20	35

LEYENDA CONTADORES	
DESCRIPCION	DESCRIPCION
RELOJ DE DISCRIMINACION HORARIA	FUSIBLE
CONTADOR MONOFASICO	INTERRUPTOR GENERAL DE MANIOBRA
ARQUETA ACOMETIDA	CAJA DE SECCIONAMIENTO DE TIERRA
CAJA GENERAL DE PROTECCION	


Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE: **DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL**

REALIZADO: **Julen Lizarrondo Ostiz**

FIRMA:

PROYECTO: **INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE VIVIENDAS**

PLANO: **UNIFILAR CENTRALIZACION DE CONTADORES PORTAL1**

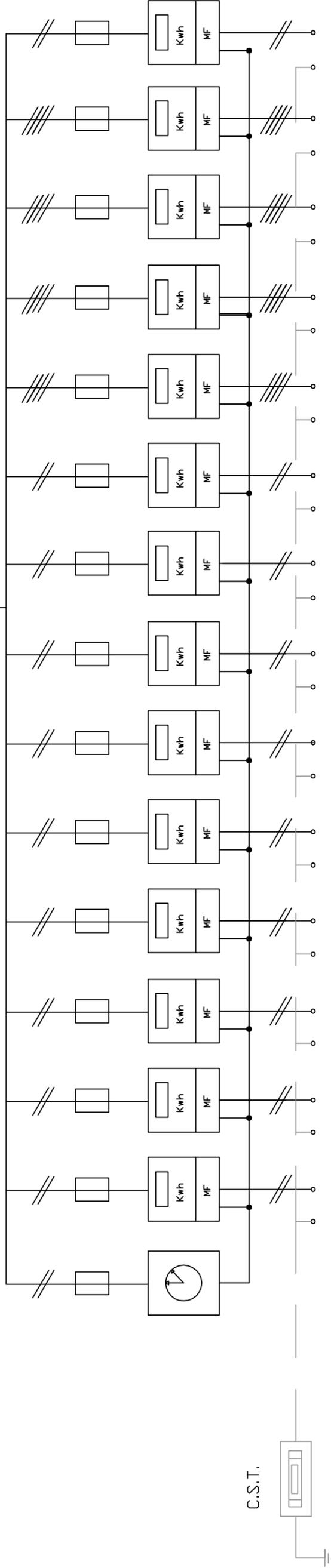
FECHA: 5/09/2012
 ESCALA: S/E
 Nº PLANO: 9

Acometida
RV 06/1kV 3x95/50mm² Al
L=20m
Tubo=140mm

C.G.P.2
200A

L.G.A.
RZ1 06/1kV 3x95/50+TTx50 Cu
L=30m
TUBO=140mm

I.G.M
4P/250A



C.S.T.

Arqueta de conexion
con el anillo conductor
de puesta a tierra.

N. CONTADOR	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
CIRCUITO	DERIVACION INDIVIDUAL VIV.	DERIVACION LOCAL 2	DERIVACION LOCAL 3	DERIVACION ESCALERA	DERIVACION GENERALES	DERIVACION TRASTEROS								
POTENCIA (W)	5750 W	15620 W	6830 W	11302W	22960 W	940W								
SECCION (m2)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	4	1.5	2.5	6	1.5
TUBO (mm)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	20	16	20	25	16
LONGITUD (m)	13	14	17	16	17	20	19	20	23	7	3	15	20	35

LEYENDA CONTADORES	
DESCRIPCION	DESCRIPCION
RELOJ DE DISCRIMINACION HORARIA	FUSIBLE
CONTADOR MONOFASICO	INTERRUPTOR GENERAL DE MANIOPRA
ARQUETA ACOMETIDA	CAJA DE SECCIONAMIENTO DE TIERRA
CAJA GENERAL DE PROTECCION	



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA
UN BLOQUE DE VIVIENDAS**

REALIZADO:

Julen Lizarrondo Ostiz

FIRMA:

PLANO:

UNIFILAR CENTRALIZACION DE CONTADORES PORTAL2

FECHA:

5/09/2012

ESCALA:

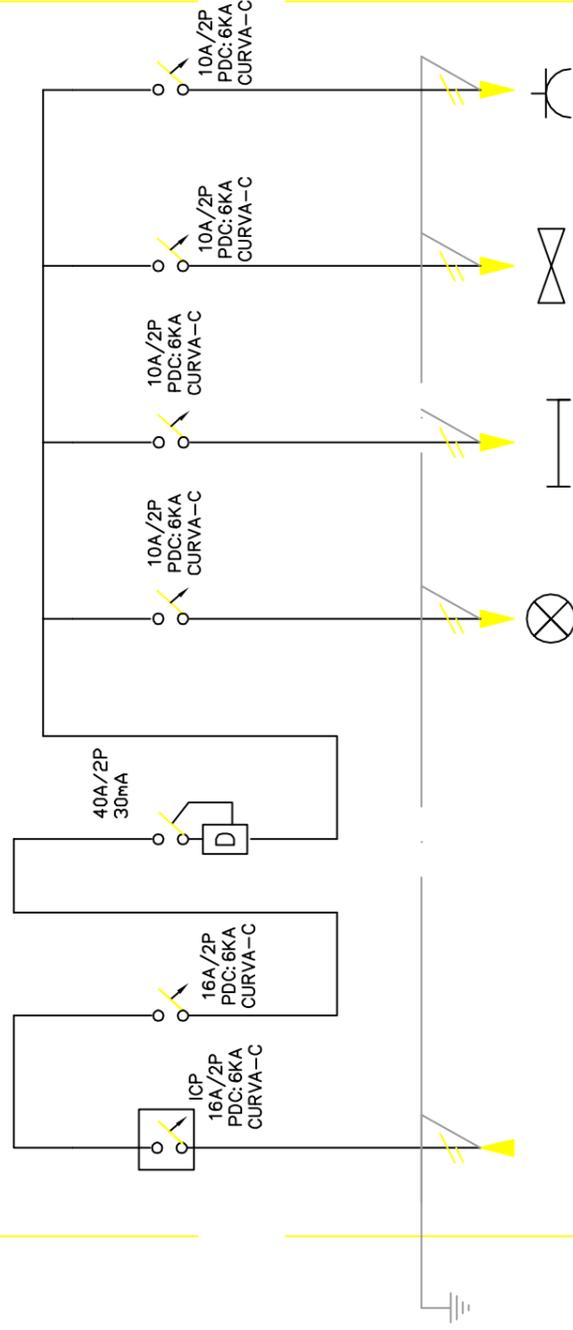
S/E

Nº PLANO:

10

CUADRO TRASTEROS

Tension : 230 V



DENOMINACION	DERIVACION INDIVIDUAL	INTER. GENERAL AUTOMATICO	PROTECCION DIFERENCIAL	ALUMBRADO TRASTEROS	PASILLOS TRASTEROS	EMERGENCIAS TRASTEROS	TOMAS DE CORRIENTE
POT. INST.	3340 W	--	--	660 W	180 W	100 W	2400 W
COEF. SIM.	1	--	--	1	1	1	1
FACT. ARR.	1	--	--	1	1,8	1	1
Longitud	35m	--	--	20m	20m	20m	20m
COS FI	0.9	--	--	1	1	1	1
CONDUCTOR	3x1.5/TTx2.5 Cu	--	--	2x1.5/TTx2.5 Cu	2x1.5/TTx2.5 Cu	2x1.5/TTx2.5 Cu	2x1.5/TTx2.5 Cu
TUBO (mm2)	25	--	--	12	12	12	12

LEYENDA CONTADORES			
DESCRIPCION	DESCRIPCION	DESCRIPCION	DESCRIPCION
PUNTO DE LUZ	TOMA DE CORRIENTE	PUSTA A TIERRA	
PUNTO DE LUZ DE EMERGENCIA	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO	
MOTOR TRIFASICO ASINCRONO	ICP	PORTERO AUTOMATICO	
MOTOR VENTILADOR	DIFERENCIAL		


 Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA
UN BLOQUE DE VIVIENDAS

REALIZADO:

Julen Lizarrondo Ostiz

FIRMA:

PLANO:
UNIFILAR SERVICIOS COMUNES TRASTEROS (P1) (P2)

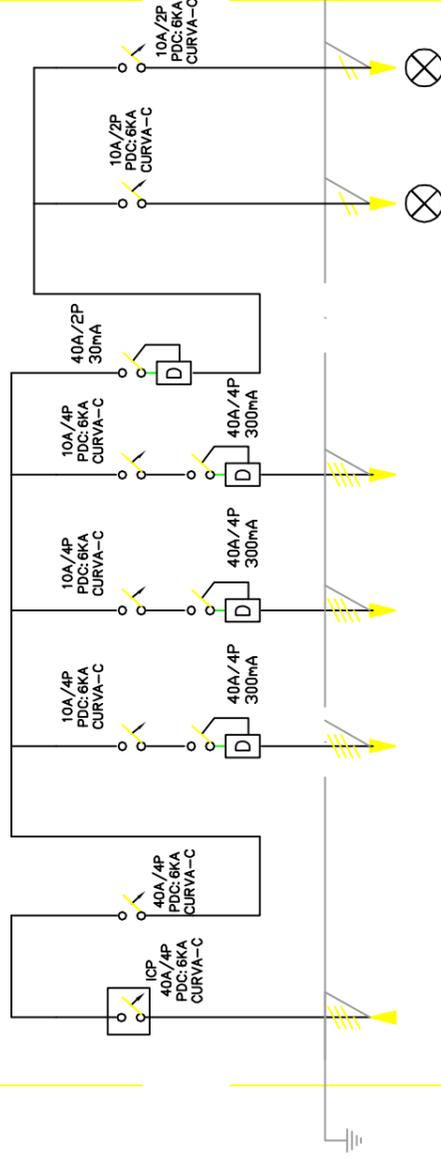
FECHA:
 5/09/2012

ESCALA:
 S/E

Nº PLANO:
 12

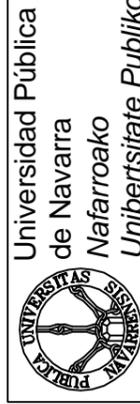
CUADRO SERVICIOS COMUNES GENERALES

Tension: 400/230V



DENOMINACION	DERIVACION INDIVIDUAL	INTER. GENERAL AUTOMATICO	LINEA A SOLAR	LINEA A CALEFACCION	LINEA A RITM	PROTECCION DIFERENCIAL	ALUMBRADO EXTERIOR	RESERVA ALUMBRADO
POT. INST.	22960 W	--	3800 W	12500 W	5750 W	--	910 W	--
COEF. SIM.	1	--	1	1	1	--	1	1
FACT. ARR.	1	--	1	1	1	--	1,8	1
Longitud	25m	--	50m	50m	45m	--	45m	--
COS FI	0.9	--	0.9	0.9	0.9	--	0.9	0.9
CONDUCTOR	3x10/TTx10 Cu	--	3x2.5/TTx2.5 Cu	3x10/TTx10 Cu	3x4/TTx4 Cu	--	3x1.5/TTx2.5 Cu	3x1.5/TTx2.5 Cu
TUBO (mm2)	25	--	16	25	16	--	20	--

LEYENDA CONTADORES			
DESCRIPCION	DESCRIPCION	DESCRIPCION	DESCRIPCION
PUNTO DE LUZ	TOMA DE CORRIENTE	PUSTA A TIERRA	
PUNTO DE LUZ DE EMERGENCIA	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO	
MOTOR TRIFASICO ASINCRONO	ICP	PORTERO AUTOMATICO	
MOTOR VENTILADOR	DIFERENCIAL		



E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO
 TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
**INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA
 UN BLOQUE DE VIVIENDAS**

REALIZADO:

Julen Lizarrondo Ostiz

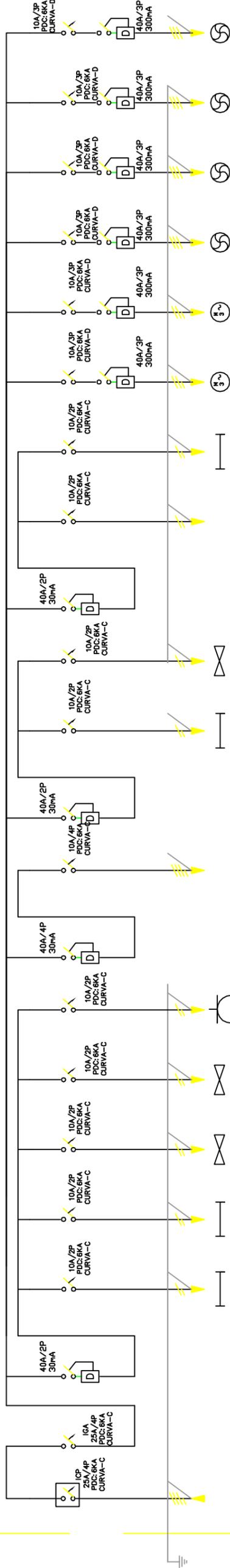
FIRMA:

PLANO:
 UNIFILAR SERVICIOS COMUNES GENERALES

FECHA: 5/09/2012
 ESCALA: S/E
 N° PLANO: 13

CUADRO SERVICIOS COMUNES GARAJE -2

Tension: 400/230V



DENOMINACION	CUADRO SOTANO -1	INTER. GENERAL AUTOMATICO	PROTECCION DIFERENCIAL	ALUMBRADO GARAJE	ALUMBRADO PERMANENTE	EMERGENCIAS GARAJE	EMERGENCIAS GARAJE	EMERGENCIAS GARAJE	EMERGENCIAS GARAJE	EMERGENCIAS ESCALERAS	PROTECCION DIFERENCIAL	ALUMBRADO ESCALERAS	ALUMBRADO ESCALERAS	EMERGENCIAS ESCALERAS	PROTECCION DIFERENCIAL	CENTRALITA INCENDIOS	ALUMBRADO RAMPA	BOMBA ACHIQUEZ	BOMBA ACHIQUEZ	VENTILADOR 1	VENTILADOR 2	VENTILADOR 3	VENTILADOR 4
POT. INST.	15454 W	---	---	522 W	328	100 W	---	360 W	360 W	100 W	---	250 W	116 W	250 W	250 W	1750 W	1750 W	1750 W	1750 W				
COEF. SIM.	1	---	---	1	1	1	1	1	1	1	---	1	1	1	---	1	1	1	1	1	1	1	1
FACT. ARR.	1	---	---	1,8	1,8	1	1	1	1	1	---	1,8	1,8	1	---	1	1,8	1,25	1	1	1	1	1
Longitud	20m	---	---	35m	35m	35m	35m	35m	35m	40m	---	40m	40m	40m	---	45m	35m	15m	10m	5m	5m	10m	10m
COS FI	0,9	---	---	1	1	1	1	1	1	1	---	1	1	1	---	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
CONDUCTOR	3x6/Tlx6 Cu	---	---	2x1,5/Tlx2,5 Cu	2x1,5/Tlx2,5 Cu	2x1,5/Tlx2,5 Cu	2x1,5/Tlx2,5 Cu	2x1,5/Tlx2,5 Cu	2x1,5/Tlx2,5 Cu	2x1,5/Tlx2,5 Cu	---	2x1,5/Tlx2,5 Cu	2x1,5/Tlx2,5 Cu	2x1,5/Tlx2,5 Cu	---	2x1,5/Tlx2,5 Cu	2x1,5/Tlx2,5 Cu	3x1,5/Tlx2,5 Cu					
TUBO (mm ²)	20	---	---	12	12	12	12	12	12	12	---	12	12	12	---	12	12	16	16	16	16	16	16

LEYENDA CONTADORES		DESCRIPCION	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	PUNTO DE LUZ		TOMA DE CORRIENTE
	PUNTO DE LUZ DE EMERGENCIA		INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO
	MOTOR TRIFASICO ASINCRONO		ICP
	MOTOR VENTILADOR		DIFERENCIAL
	PUESTA A TIERRA		INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO
	PORTERO AUTOMATICO		DIFERENCIAL


Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

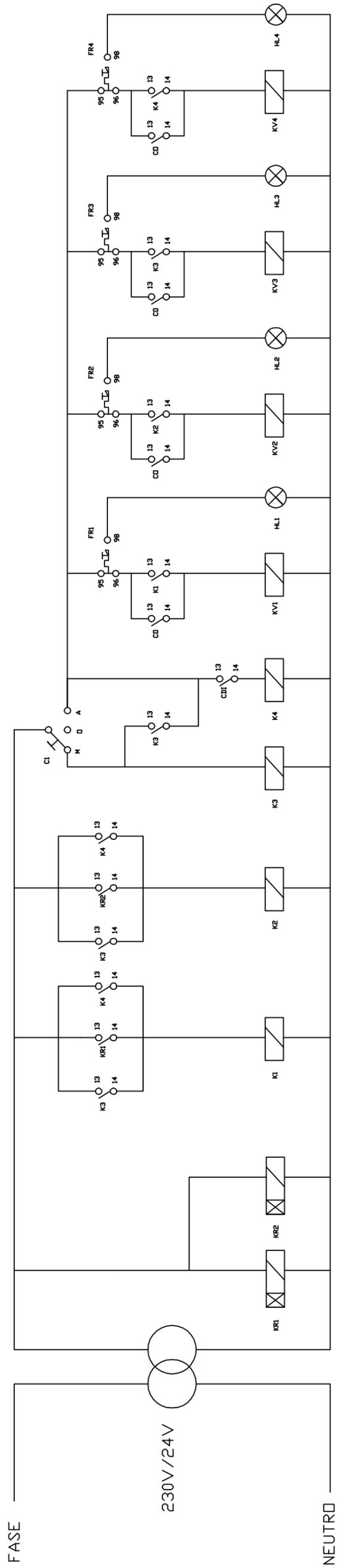
PROYECTO:
INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE VIVIENDAS

REALIZADO:
Julen Lizarrondo Ostiz

FIRMA:

FECHA: 5/09/2012
ESCALA: S/E
Nº PLANO: 15

PLANO:
UNIFILAR SERVICIOS COMUNES GARAJE -2



SIMBOLOGIA	LEYENDA CONTACTORES	
	DESCRIPCION	DESCRIPCION
FR1	RELE TERMICO DE LOS VENTILADORES	RELES AUXILIARES
C1	CONMUTADOR ENTRE MANUAL APAGADO Y AUTOMATICO	RELOJES (ACTIVAN LOS VENTILADORES) (15min CADA 4 HORAS)
CDI	CONTACTO DETECCION DE INCENDIO	LAMPARAS DE SENALIZACION DE DISPARO DEL RELE TERMICO
CO	CONTACTO DE EMESIONES CO	CONTACTORES PARA LOS VENTILADORES



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

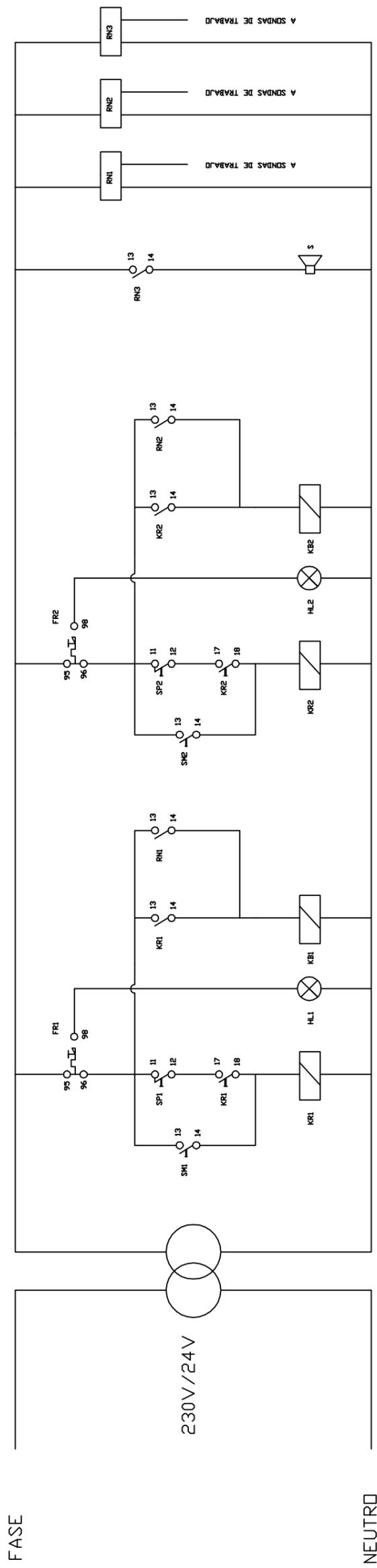
DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA
UN BLOQUE DE VIVIENDAS

REALIZADO:
Julen Lizarrondo Ostiz
FIRMA:

PLANO:
ESQUEMA MANIOBRA VENTILADORES

FECHA:
5/09/2012
ESCALA:
S/E
Nº PLANO:
16



LEYENDA CONTACTORES		DESCRIPCION	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
FRI	RELE TERMICO DE LAS BOMBAS	KT	CONTACTO TEMPORIZADO
KB1	CONTACTORES DE BOMBAS	SP1	PULSADORES DE MARCHA/PARO
RN1	RELES DE NIVEL	S	SIRENA DE ALARMA
KR	RELES AUXILIARES	HL1	LAMPARAS DE SENALIZACION DE DISPARO DEL RELE TERMICO


Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE VIVIENDAS

REALIZADO:
Julen Lizarrondo Ostiz

FIRMA:

ESCALA: S/E
 N° PLANO: 17

FECHA: 5/09/2012
ESQUEMA MANIOBRA BOMBAS ACHIQUE

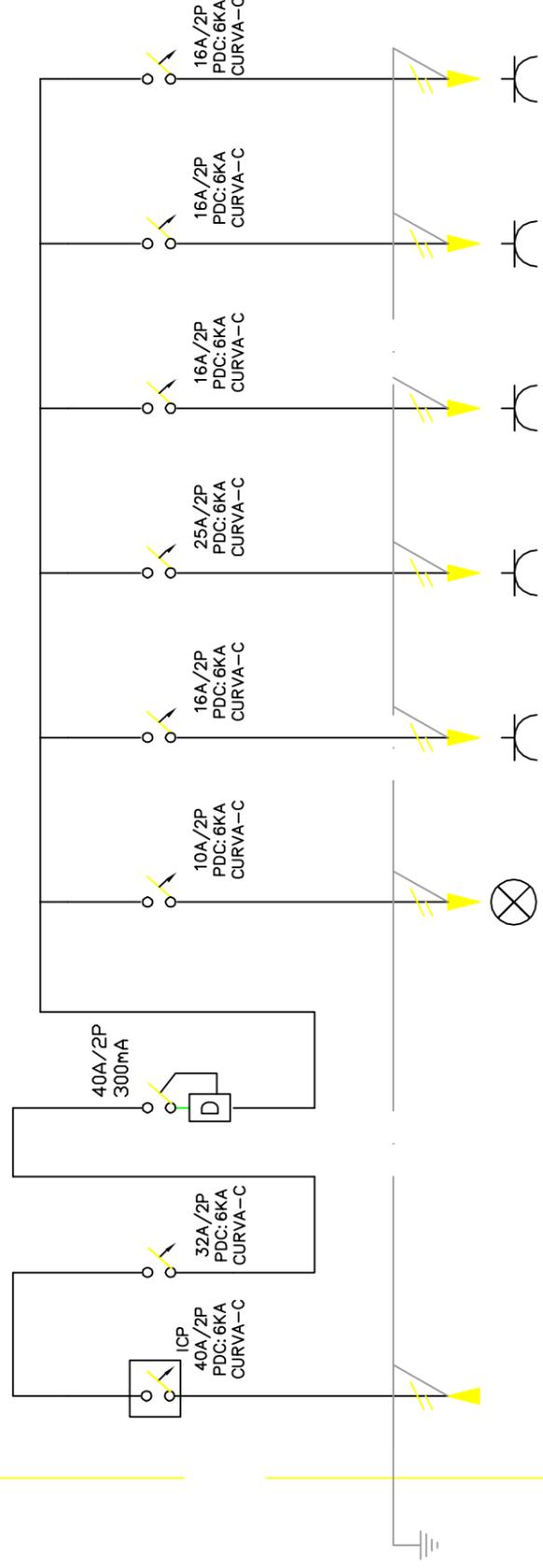
DERIVACIONES INDIVIDUALES A VIVIENDA			
ESCALERA	PLANTAS	VIVIENDA	SECCION
1	1ª, 2ª Y 3ª	TODAS	2x16/16+TTx16 Cu
2	1ª, 2ª Y 3ª	TODAS	2x16/16+TTx16 Cu

PORTAL 1	
VIVIENDAS	LONGITUD
vivienda A piso 1	20m
vivienda B piso 1	22m
vivienda C piso 1	25m
vivienda D piso 1	28m
vivienda A piso 2	23m
vivienda B piso 2	25m
vivienda C piso 2	28m
vivienda D piso 2	31m
vivienda A piso 3	26m
vivienda B piso 3	28m
vivienda C piso 3	31m
vivienda D piso 3	24m

PORTAL 2	
VIVIENDAS	LONGITUD
vivienda A piso 1	13m
vivienda B piso 1	14m
vivienda C piso 1	17m
vivienda A piso 2	16m
vivienda B piso 2	17m
vivienda C piso 2	20m
vivienda A piso 3	19m
vivienda B piso 3	20m
vivienda C piso 3	23m

Tension: 230V

CUADRO VIVIENDA TIPO



DENOMINACION	DERIVACION INDIVIDUAL	INTER. GENERAL AUTOMATICO	PROTECCION DIFERENCIAL	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO ZONAS HUMEDAS C5
POT. INST.	5750 W	--	--	ALUMBRADO C1	FUERZA C2	COCINA-HORNO C3	LAVADORA C4.1	LAVAVAJILLAS C4	3680 W
Longitud	VER TABLA	--	--	1500 W	3680 W	5400 W	3680 W	3680 W	3680 W
CONDUCTOR	VER TABLA	--	--	2x1.5/TTx2.5 Cu	2x2.5/TTx2.5 Cu	2x6/TTx6 Cu	2x4/TTx4 Cu	2x4/TTx4 Cu	2x2.5/TTx2.5 Cu
TUBO (mm2)	VER TABLA	--	--	16	20	25	20	20	20

LEYENDA CONTADORES			
DESCRIPCION	DESCRIPCION	DESCRIPCION	DESCRIPCION
PUNTO DE LUZ	TOMA DE CORRIENTE	PUESTA A TIERRA	
PUNTO DE LUZ DE EMERGENCIA	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO	
MOTOR TRIFASICO ASINCRONO	ICP	PORTERO AUTOMATICO	
MOTOR VENTILADOR	DIFERENCIAL		


Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

REALIZADO: Julen Lizarrondo Ostiz

PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE VIVIENDAS

FIRMA:

FECHA: 5/09/2012 **ESCALA:** S/E **Nº PLANO:** 18

PLANO: UNIFILAR VIVIENDAS



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

δINSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE
VIVIENDASö

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Julen Lizarrondo Ostiz

Tutor: Felix Arroniz Fdez. De Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2012

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

4.1. Objeto.....	4
4.2. Condiciones generales	4
4.2.1. Normas generales.....	4
4.2.2. Ámbito de aplicación	4
4.2.3. Conformidad o variación de las condiciones	4
4.2.4. Rescisión.....	4
4.2.5. Condiciones generales	4
4.3. Condiciones de la ejecución	5
4.3.1. Datos de la obra	5
4.3.2. Obras que comprende	5
4.3.3. Mejora y variaciones del proyecto.....	5
4.3.4. Personal.....	5
4.3.5. Condiciones de pago.....	6
4.4. Condiciones particulares.....	7
4.4.1. Disposiciones aplicables	7
4.4.2. Contradicciones y omisiones del proyecto	7
4.4.3. Prototipos	7
4.5. Normativa general	8
4.6. Conductores.....	9
4.6.1. Materiales	9
4.6.2. Redes aéreas para la distribución de la energía eléctrica.....	9
4.6.2.1. Instalaciones de conductores aislados.....	9
4.6.2.2. Sección mínima del conductor neutro	9
4.6.2.3. Continuidad del conductor neutro.....	10
4.6.3. Sección de los conductores: Caídas de tensión.....	10
4.7. Receptores	11
4.7.1. Condiciones generales de la instalación	11
4.7.2. Conexiones de receptores	11
4.7.3. Receptores de alumbrado. Instalación	12
4.7.4. Receptores a motor. Instalación.....	12
4.7.5. Aparatos de caldeo. Instalación.....	12
4.8. Protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones	13
4.8.1. Protección de las instalaciones	13
4.8.1.1. Protección contra sobreintensidades	13

4.8.1.2. Protección contra sobrecargas	13
4.8.2. Situación de los dispositivos de protección	13
4.8.3. Características de los dispositivos de protección.....	13
4.9. Protecciones contra contactos directos e indirectos	15
4.9.1. Protección contra contactos directos	15
4.9.2. Protección contra contactos indirectos	15
4.9.3. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.....	16
4.10. Alumbrados especiales	17
4.10.1. Alumbrado de emergencia	17
4.10.2. Alumbrado de señalización.....	17
4.10.3. Locales con alumbrados especiales	17
4.10.4. Fuentes propias de energía.....	18
4.10.5. Instrucciones complementarias.....	18
4.11. Local.....	19
4.11.1. Prescripciones de carácter general.....	19
4.12. Corrección del factor de potencia	20
4.13. Puesta a tierra	
4.13.1. Objeto de la puesta a tierra	21
4.13.2. Definición	21
4.13.3. Partes que comprende la puesta a tierra.....	21
4.13.4. Electrodo. Naturaleza. Constitución. Dimensiones.....	22
4.13.5. Resistencia de tierra	23
4.13.6. Características y condiciones de la instalación de las líneas de enlace con tierra, de las principales de tierra y sus derivaciones	23
4.13.7. Separación entre las tomas de tierra de las masas, de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación	24
4.13.8. Revisión de las tomas de tierra	25

4.1. Objeto

El objeto de este pliego de condiciones es, establecer las exigencias que deben satisfacer los materiales, el montaje y la realización de las obras de la instalación eléctrica de baja tensión de un bloque de 21 viviendas con garajes y trasteros comunitarios y 3 locales comerciales la parcela P32 de la u6 de Ansoain (Navarra)

4.2.1. Normas generales

Todas las instalaciones que se realicen en el desarrollo del presente proyecto deberán cumplir lo preceptuado en Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como con la reglamentación complementaria.

4.2.2. Ámbito de aplicación

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica del edificio anteriormente descrito.

4.2.3. Conformidad o variación de las condiciones

Se aplicarán estas condiciones para todas las obras incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.

4.2.4. Rescisión

Si la ejecución de las obras no fuera efectuada, o si el material presentado no reuniese las condiciones necesarias, se podrá proceder a la rescisión del contrato con pérdida de la fianza.

En este caso se fijará un plazo para tomar las medidas cuya paralización pudiera perjudicar las obras sin que durante este plazo se empiecen más trabajos.

No se abandonarán los acopios que se hubieran efectuado.

4.2.5. Condiciones generales

El contratista deberá cumplir cuantas disposiciones vigentes hubiera de carácter social y de protección a la empresa nacional.

4.3. Condiciones de la ejecución

4.3.1. Datos de la obra

Se entregará al contratista una copia de los planos, memoria y pliego de condiciones, así como cuantos planos o datos necesite la completa ejecución de la obra. El contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, del presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

4.3.2. Obras que comprende

Las obras se ejecutan conforme el proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiese, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora. El contratista, salvo aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de las obras en relación con el proyecto, como en las condiciones técnicas específicas. Las obras que comprenden este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos par efectuar la instalación eléctrica del edificio

Las labores comprendidas son las siguientes:

- a) Los trasportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de zona.
- b) Suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- c) Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:
 - Colocación de luminarias.
 - Colocación de cableado.
 - Instalación de las protecciones eléctricas.
 - Colocación de y tubos protectores para cableado.

4.3.3. Mejoras y variaciones del proyecto

No se considerarán como mejoras o variaciones del proyecto nada mas que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, por escrito, por el director de obra y convenido el precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independientemente del contratista.

4.3.4. Personal

El contratista no podrá utilizar en los trabajos, persona, que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

El contratista deberá emplear en sus trabajos el numero de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el

número de brigadas que se indiquen, para trabajar en varios puntos ala vez. El contratista tendrá al frente de los trabajadores, personal cualificado, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan de la dirección técnica de las obras. Estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido.

4.3.5. Condiciones de pago

Se abonarán las unidades realmente ejecutadas, completamente terminadas, a los precios indicados en los presupuestos, y aplicándoles el coeficiente de subasta si lo hubiere. Si alguna obra no se halla debidamente ejecutada, con sujeción estricta a las condiciones del contrato y fuese, sin embargo, admitida, podrá ser recibida provisional y aun definitivamente, en su caso: pero el contratista quedara obligado a conformarse con la rebaja que el director de la obra señale y la propiedad apruebe, salvo en el caso que prefiera demolerla y rehacer a su costa, con arreglo a las condiciones del contrato.

No tendrá derecho el contratista a abono de obras ejecutadas sin orden concreta de la propiedad o del director de la obra. Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista, se abonarán a precios de la contrata, si le son aceptables, con la rebaja correspondiente o la bonificación hecha en subasta. Si contienen materiales o unidades de obra no prevista en el proyecto, y que por tanto, no tiene precio señalado en el presupuesto, se determinará previamente el correspondiente precio contradictorio entre la propiedad y el contratista. Si se ejecutan las obras sin haberse cumplido este requisito previo, deberá conformarse con la tasación que realiza el director de obra.

Cuando la propiedad o el director de obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción, sea en el curso de ejecución de obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.

4.4. Condiciones particulares

4.4.1. Disposición aplicables

Además de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:

- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las Normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto las DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

4.4.2. Contradicciones y omisiones del proyecto

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción entre planos y memoria, prevalecerá lo prescrito en los planos.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en los planos y en este pliego de condiciones, no sólo no examinen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

4.4.3. Prototipos

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.

4.5. Normativa general

- a) Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular. Producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 750 V para corriente alterna.
- b) Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.
- c) Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley del 24 de noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.
- d) Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones de baja tensión. Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.

4.6. Conductores

4.6.1. Materiales

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de cobre, aluminio o de otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas. Pueden ser desnudos o aislados. Los conductores aislados serán de tensión nominal no inferior a 750V y tendrán un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie.

Los aisladores serán de porcelana, vidrio o de otros materiales aislantes equivalentes que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos.

4.6.2. Redes aéreas para distribución de energía eléctrica

4.6.2.1. Instalaciones de conductores aislados

Cuando se trate de conductores de tensión nominal inferior a 1000 voltios:

- a) Sobre aisladores de 1000 voltios de tensión nominal.
- b) Bajo envueltas aislantes resistentes a la intemperie que proporcionen un aislamiento con relación a tierra a 1000 voltios de tensión nominal.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente, de modo que en ellos la elevación de la temperatura no sea superior a la de los conductores.

Se utilizarán piezas metálicas apropiadas resistentes a la corrosión, que aseguran un contacto eléctrico eficaz. En los conductores sometidos a tracción mecánica, los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 % de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores, aunque este último sistema puede utilizarse cuando estos sean de cobre y su sección no superior a 10 mm².

En los empalmes y conexiones de conductores aislados o de estos con conductores desnudos se utilizarán accesorios adecuados resistentes a las acciones de la intemperie y se colocaran de forma que se evite la infiltración de la humedad de los conductores aislados.

Las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de línea (aisladores, cajas de derivación, etc.) y no originaran tracción mecánica sobre la misma.

4.6.2.2. Sección mínima del conductor neutro

El conductor neutro tendrá, como mínimo, la sección que a continuación se especifica:

- a) En distribución monofásica o de corriente continua:

- A dos hilos: igual a la del conductor de fase o polar.
- A tres hilos: hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 la mitad de la sección de los conductores de fase.

b) En distribuciones trifásicas:

- A cuatro hilos (tres fases y neutro): hasta 16 mm² de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm² será de 16 mm²; para secciones superiores a 35 la mitad de la sección de los conductores de fase.

4.6.2.3. Continuidad del conductor neutro

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

- a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten estas antes que el neutro.
- b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señaladas y que solo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido el neutro previamente.

4.6.3. Sección de los conductores. Caídas de tensión

La sección de los conductores a utilizar se determina 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. Esta caída de tensión se calcula considerando todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.

4.7. Receptores

4.7.1. Condiciones generales de la instalación

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las de comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades siendo de aplicación para ello lo dispuesto en la instrucción MI-BT 022. Se adoptarán las características intensidad - tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

4.7.2. Conexiones de receptores

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la instrucción ITC-BT-43.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecta a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor móvil. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor móvil, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materias aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanzan más de 85°C de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores móviles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente.
- Cajas de conexión.

4.7.3. Receptores de alumbrado. Instalación

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámparas fluorescentes se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleve una corrección del factor de potencia hasta 0.95.

4.7.4. Receptores a motor. Instalación

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0.5 m si la potencia del motor es igual o menor a 1 KW.
- 1 m si la potencia nominal es superior a 1 KW.

Todos los motores de potencia superior a 0.25 CV, y todos los situados en locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta constará de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar a este.

4.7.5. Aparatos de caldeo. Instalación

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en caso de empleo negligente o defectos previsibles de los mismos.

Los aparatos de caldeo industrial que estén destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en su uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa.

Los aparatos de caldeo por aire caliente estarán constituidos de manera que su elemento de caldeo sólo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y cese aquel cuando el ventilador deje de funcionar. Los aparatos fijos, llevarán además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta en los conductos de aire.

4.8. Protección contra sobreintensidades y sobretensiones

4.8.1. Protección de las instalaciones

4.8.1.1. Protección contra sobreintensidades

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

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

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

4.8.1.2. Protección contra sobrecargas

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

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro. Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

4.8.2. Situación de los dispositivos de protección

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos. Se instalarán a tal fin interruptores automáticos, diferenciales y fusibles.

4.8.3. Características de los dispositivos de protección

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

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

- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad - tiempo adecuado. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación

de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito. Los interruptores automáticos, llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o, en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

4.9. Protecciones contra contactos directos e indirectos

4.9.1. Protección contra contactos directos

Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- a) Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente con un mínimo de 2.5 m hacia arriba, 1 m hacia abajo y 1 m lateralmente.
- b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.
- c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

4.9.2. Protección contra contactos indirectos

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligaran en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250 V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección, cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

Clase A:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección; inaccesibilidad simultáneamente de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

Clase B:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad se defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la clase A no es generalmente posible, sin embargo se puede aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

4.9.3. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En instalaciones con el punto neutro conectado directamente a tierra, como es nuestro caso:

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
 - 24 voltios en locales conductores.
 - 48 voltios en los demás casos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Se utilizaran como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales.

Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor predeterminado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir del cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en un tiempo conveniente la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

4.10. Alumbrados especiales

4.10.1. Alumbrado de emergencia

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía este constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70 % de su tensión nominal.

4.10.2. Alumbrado de señalización

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica.

Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización, falle o su tensión baje a menos del 70 % de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasara automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban iluminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

4.10.3. Locales con alumbrados especiales

a) Con alumbrado de emergencia:

Todos los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.

b) Con alumbrado de señalización:

Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de un lux.

4.10.4. Fuentes propias de energía

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidoras de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70 % de su valor nominal.

La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

La capacidad mínima de esta fuente propia de energía será como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de emergencia en las condiciones señaladas en el apartado 2.1 de la ITC-BT-28 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4.10.5. Instrucciones complementarias

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidos por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

4.11. Local

4.11.1. Prescripciones de carácter general

Las instalaciones en los locales a que afectan las presentes prescripciones cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan.

a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente, o igualmente en el caso en existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia los justifique.

b) Los cuadros generales de mando y protección deberán colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocara junto o sobre él el dispositivo de mando y protección preceptivo, según la ITC-BT-17. Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectara mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores.

c) Los cuadro generales de mando y protección, al igual que los cuadros secundarios, se instalaran en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras de fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica y siempre antes del cuadro general.

d) Se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocara una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

e) Las canalizaciones estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 voltios, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público
- Conductores aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 750 voltios, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente construidos en materiales incombustibles.
- Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000 voltios, armados colocados directamente sobre las paredes.

f) Se adoptaran las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

4.12. Corrección del factor de potencia

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencia inferior a 0.90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.
- Para la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior de un 10% del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.

Cuando se instalen condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias se descarga a tierra.

4.13. Puestas a tierra

4.13.1. Objeto de la puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden 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 el material utilizado.

4.13.2. Definición

La denominación 'puesta a tierra', comprende toda ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de descarga de origen atmosférico.

4.13.3. Partes que comprende la puesta a tierra

a) Tomas de tierra:

Las tomas de tierra están constituidas por los elementos siguientes:

- **Electrodo:** Es una masa metálica, permanentemente en contacto con el terreno, para facilitar el paso a este de las corrientes de defectos que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.
- **Línea de enlace con tierra:** Esta formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.
- **Punto de puesta a tierra:** Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Las instalaciones que lo precisen dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados separarse estas, con el fin de poder realizar la medida de resistencia a tierra.

b) Líneas principales de tierra:

Estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

c) Derivaciones de las líneas principales de tierra:

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

d) Conductores de protección:

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

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección aquellos que tienen las masas:

- Al neutro de la red.
- A otras masas.
- A elementos metálicos distintos de las masas.
- A un relé de protección.

Los circuitos de puesta a tierra formaran una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualquiera que sean estos. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuara por derivaciones desde este.

Se considera independiente una toma de tierra respecto a otra cuando una de las tomas a tierra no alcance, respecto de un punto a potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando la otra toma disipa la máxima corriente de tierra prevista.

4.13.4. Electroodos. Naturaleza. Constitución. Dimensiones

Los electroodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electroodos artificiales los establecidos con el exclusivo objeto de obtener la puesta a tierra, y por electroodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearan principalmente electroodos artificiales. No obstante, los electroodos naturales que existieran en la zona de una instalación y que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno puedan utilizarse bien solos o conjuntamente con otros electroodos artificiales. En general, se puede prescindir de estos cuando su instalación presente requisitos anteriormente señalados, con sección suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con los mismos presente un valor adecuado.

Picas verticales:

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- Tubos de acero galvanizado de 25 mm. de diámetro exterior, como mínimo.
- Perfiles de acero dulce galvanizado de 60 mm, de lado, como mínimo.
- Barras de cobre o de acero de 14 mm. de diámetro, como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m. si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, al menos, a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

4.13.5. Resistencia de tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella en cada caso. Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

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

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

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan mas que un valor muy aproximado de la resistencia de tierra del electrodo.

4.13.6. Características y condiciones de instalación de las líneas de enlace con tierra, de las líneas principales de tierra y sus derivaciones

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

- a) La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión, ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de la duración de la falta, el cual solo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.
- c) De cualquier forma los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16mm² de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm² para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm² ó 35 mm², según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la instrucción ITC-BT 18 para los conductores de protección.

Los conductores de enlace con tierra desnudos enterrados en el suelo se consideraran que forman parte del electrodo.

Si en una instalación existen tomas de tierras independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos electrodos en caso de falta.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección será lo mas corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la instrucción ITC-BT 18.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masa que se desean poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicas las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán estos en forma adecuada con envoltentes o pastas, si ello se estimase conveniente.

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

4.13.7. Separación entre las tomas de tierra de las masas, de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masas, no estarán unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

a) No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalizaciones de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra de otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos de 15 m. Para terrenos cuya resistividad no sea elevada (100 Ohm-m).

Cuando el terreno sea mal conductor esta distancia será aumentada.

c) El centro de transformación esta situado en un recinto aislado de los locales de utilización, o bien si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, esta establecido de tal forma que sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

4.13.8. Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma a tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuara esta comprobación anualmente en la época en que el terreno este mas seco. Para ello se mediará la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, estos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

Fdo. Julen Lizarrondo Ostiz

PAMPLONA, Septiembre de 2010



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE
VIVIENDAS”

DOCUMENTO 5 RESUPUESTO

Alumno: Julen Lizarrondo Ostiz

Tutor: Felix Arroniz Fdez. De Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2012

PRESUPUESTO

INDICE

5.1. Capítulo I: Acometidas.....	3
5.1.1. Acometidas	3
5.2. Capítulo II: Instalación de Enlace.....	4
5.2.1. Cajas Generales de Protección.....	4
5.2.2. Líneas Generales de Alimentación	4
5.2.3. Centralizaciones de Contadores.....	5
5.2.4. Derivaciones Individuales	6
5.3. Capítulo III: Protecciones y Cuadros Eléctricos	7
5.3.1. Viviendas	7
5.3.2. Escaleras.....	8
5.3.3. Garajes.	9
5.3.4. Trasteros.....	10
5.3.5. Servicios Generales	11
5.4. Capítulo IV: Conductores, tubos y canalizaciones interiores.....	12
5.4.1. Viviendas	12
5.4.2. Escaleras.....	13
5.4.3. Garajes.	14
5.4.4. Trasteros.....	14
5.4.5. Servicios Generales	15
5.5. Capítulo V: Puesta a tierra	16
5.5.1. Puesta a tierra.....	16
5.6. Capítulo VI: Alumbrado.....	17
5.6.1. Alumbrado iluminación interior	17
5.6.2. Alumbrado de emergencia	18
5.7. Capítulo VII: Tomas y elementos varios	19
5.7.1. Tomas y elementos varios	19
5.8. Resumen presupuesto total de la instalación.....	21

5.1. Capítulo I: Acometidas

5.1.1. Acometidas

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.1.1	Ud, ARQUETA IBERDROLA			
	Arqueta tronco piramidal de las siguientes características: Boca de entrada de 700x700 mm, con tapa de hierro fundido fuerte homologada por IBERDROLA SA.	2	240	480
1.1.2	ACOMETIDA 1 IBERDROLA			
	Metros de conductor RV-K 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al , General Cable	60	3,772	226,32
	Metros de conductor RV-K 0,6/1 kV 1x50 mm ² Al , General Cable	20	2,879	57,58
1.1.3	ACOMETIDA 2 IBERDROLA			
	Metros de conductor RV-K 0,6/1 kV 1x95 mm ² Al , General Cable	60	3,772	226,32
	Metros de conductor RV-K 0,6/1 kV 1x50 mm ² Al , General Cable	20	2,879	57,58
1.1.4	ACOMETIDA IBERDROLA			
	Metros de tubo de 140mm de diametro. ODI-BAKAR	40	10,250	410
1.1.5	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	28	45,000	1260
TOTAL CAPITULO I				2717,8

5.2. Capítulo II: Instalación de Enlace

5.2.1. Cajas Generales de Protección

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.1.1	Ud CGP URIARTE SAFYBOX GL - 250 A – BUC			
	Caja general de protección , tipo URIARTE GL – 250 A-BUC 7 , equipada con bases portafusiles cerradas BUC, fusibles de 250 A. Dimensiones: 360 x 590 x 150 mm	2	786,980	1573,96
2.1.2	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	2	45,000	90

5.2.2. Líneas Generales de Alimentación

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.2.1	CONDUCTORES LGA 1			
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1- 0,6/1Kv Cu 1x150 mm ² Flexible General Cable	165	34,244	5650,26
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1- 0,6/1Kv Cu 1x70 mm ² Flexible General Cable	55	16,814	924,77
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1- 0,6/1Kv Cu 1x95 mm ² Flexible General Cable	55	22,024	1211,32
2.2.2	CONDUCTORES LGA 2			
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1- 0,6/1Kv Cu 1x95 mm ² Flexible General Cable	90	22,024	1982,16
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1- 0,6/1Kv Cu 1x50 mm ² Flexible General Cable	60	12,225	733,5
2.2.3	TUBOS LGA 1			
	Metros de tubo de 160mm de diametro. ODI-BAKAR	55	6,210	341,55
2.2.4	TUBOS LGA 2			
	Metros de tubo de 140mm de diametro. ODI-BAKAR	30	4,610	138,3
2.2.5	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	35	45,000	1575

5.2.3. Centralizaciones de Contadores

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.3.1	ud. PANEL DE CONTADORES			
	PMI-15-E URIARTE Panel para 15 contadores Monof. Electrónicos. 580x1874x195mm	1	1.236,240	1236,24
	PMI-12-E URIARTE Panel para 12 contadores Monof. Electrónicos. 480x1759x195mm	1	1.094,630	1094,63
	PTI-6-E URIARTE Panel para 6 contadores Trif. Electrónicos. 580x1944x195mm	2	1150,29	2300,58
2.3.2	ud. INTERRUPTORES			
	IDT-250A Interruptor de corte en carga de 250 A. 360x360 URIARTE	2	316,11	632,22
2.3.3	ud. CAJA SE DECCIONAMIENTO A TIERRA			
	CST-50 Caja de seccionamiento a tierra cable hasta 50 mm ² .	2	34,25	68,5
2.2.5	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	27	45,000	1215

5.2.4. Derivaciones Individuales

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.4.1	m. CONDUCTORES D.I			
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x1,5 mm ² Flexible General Cable	164	1,076	176,464
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x2,5 mm ² Flexible General Cable	143	1,146	163,878
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x4 mm ² Flexible General Cable	28	1,372	38,416
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x6 mm ² Flexible General Cable	100	1,838	183,8
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x10 mm ² Flexible General Cable	100	2,838	283,8
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI ES07Z1-K Cu 1x10 mm ² Flexible General Cable	490	1,578	773,22
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI ES07Z1-K Cu 1x16 mm ² Flexible General Cable	963	1,946	1873,998
2.4.2	m. TUBO D.I			
	Metros de tubo HFX de 32mm de diámetro,PEMSA	321	2,37	760,77
	Metros de tubo HFX de 25mm de diámetro, PEMSА	250	2,24	560
	Metros de tubo HFX de 20mm de diámetro, PEMSА	22	1,98	43,56
	Metros de tubo HFX de 16mm de diámetro, PEMSА	76	1,84	139,84
2.4.3	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	80	45,000	3600
TOTAL CAPITULO II				29365,736

5.3. Capítulo III: Protecciones y Cuadros Eléctricos

5.3.1. Viviendas

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
3.1.1	Ud, CAJAS DE ABONADO			
	Cajas de abonado Pragma Basic, Schneider PRA35113 con 13 modulos 360x396x107 para ICP 40	21	53,59	1125,39
3.1.2	Ud, INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS			
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider IK60N 32A 2P 6kA C	21	49,85	1046,85
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider IK60N 25A 2P 6kA C	21	26,06	547,26
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider IK60N 16A 2P 6kA C	84	24,92	2093,28
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider IK60N 10A 2P 6kA C	21	24,51	514,71
3.1.3	Ud, DIFERENCIALES			
	Interruptor Diferencia residencial , Schneider ID 40A 2P 30mA	21	61,9	1299,9
3.1.4	Ud, ICP			
	ICPV240 40A 2P INDUBOX	21	50,3	1056,3
3.1.5	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	24	45	1080

5.3.2 Escaleras

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
3.2.1	Ud, CUADRO EXTERIOR			
	Cofrets material aislante pragma 18 superficie PRA10262 con 36 modulos schneider 450x426x125	2	83,87	167,74
	Puerta para pragma 18 PRA16218	2	19,13	38,26
3.2.2	Ud, INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS			
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 20A 4P 6kA C	2	94,6	189,2
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider IK60N 10A 2P 6kA C	18	24,51	441,18
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 10A 4P 6kA C	4	91	364
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 10A 3P 6kA D	6	63,92	383,52
3.2.3	Ud, DIFERENCIALES			
	Interruptor Diferencial terciario clase AC, Schneider ID 40A 2P 300mA	8	133,94	1071,52
	Interruptor Diferencial terciario clase AC, Schneider ID 40A 4P 30mA	6	256,29	1537,74
3.2.4	Ud, ICP			
	ICPV240 40A 4P INDUBOX	2	71,91	143,82
3.2.5	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	12	45	540

5.3.3 Garajes.

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
3.3.1	Ud, CUADRO EXTERIOR			
	Cofrets material aislante pragma 18 superficie PRA10262 con 36 modulos schneider 450x426x125	2	83,87	167,74
	Puerta para pragma 18 PRA16218	2	19,13	38,26
3.3.2	Ud, INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS			
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 40A 4P 6kA C	2	127,51	255,02
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider IK60N 10A 2P 6kA C	16	24,51	392,16
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 10A 4P 6kA C	2	91	182
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 10A 3P 6kA D	13	63,92	830,96
3.3.3	Ud, DIFERENCIALES			
	Interruptor Diferencial terciario clase AC, Schneider ID 40A 2P 300mA	6	133,94	803,64
	Interruptor Diferencial terciario clase AC, Schneider ID 40A 4P 30mA	15	256,29	3844,35
3.3.4	Ud, ICP			
	ICPV240 40A 4P INDUBOX	2	71,91	143,82
3.3.5	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	24	45	1080

5.3.4 Trasteros

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
3.4.1	Ud, CUADRO EXTERIOR			
	Cofrets modular mini pragma superficie puerta plena MIP10108 con 8 modulos schneider 228x196x102	2	25,3	50,6
3.4.2	Ud, INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS			
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider IK60N 16A 2P 6kA C	2	24,92	49,84
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider IK60N 10A 2P 6kA C	6	24,51	147,06
3.4.3	Ud, DIFERENCIALES			
	Interruptor Diferencial terciario clase AC, Schneider ID 40A 2P 300mA	2	133,94	267,88
3.4.4	Ud, ICP			
	ICPV240 40A 2P INDUBOX	2	50,3	100,6
3.4.5	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	12	45	540

5.3.5. Servicios Generales

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
3.5.1	Ud, CUADRO EXTERIOR			
	Cofrets material aislante pragma 18 superficie PRA10261 con 18 modulos schneider 300x426x125	1	54,9	54,9
	Puerta para pragma 18 PRA16118	1	14,71	14,71
3.5.2	Ud, INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS			
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 40A 4P 6kA C	2	127,51	255,02
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider IK60N 10A 2P 6kA C	16	24,51	392,16
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 10A 4P 6kA C	2	91	182
	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 10A 3P 6kA D	13	63,92	830,96
3.5.3	Ud, DIFERENCIALES			
	Interruptor Diferencial terciario clase AC, Schneider ID 40A 2P 300mA	6	133,94	803,64
	Interruptor Diferencial terciario clase AC, Schneider ID 40A 4P 30mA	15	256,29	3844,35
3.5.4	Ud, ICP			
	ICPV240 40A 4P INDUBOX	2	71,91	143,82
3.5.5	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	12	45	540
TOTAL CAPITULO III				29596,16

5.4. Capítulo IV: Conductores, tubos y canalizaciones interiores

5.4.1. Viviendas

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
4.1.1	m. CONDUCTORES INTERIOR			
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x1,5 mm ² Flexible General Cable	1176	1,076	1265,376
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x2,5 mm ² Flexible General Cable	2793	1,146	3200,778
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x4 mm ² Flexible General Cable	252	1,372	345,744
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x6 mm ² Flexible General Cable	252	1,838	463,176
4.1.2	m. TUBO INTERIOR			
	Metros de tubo HFX de 25mm de diámetro, PEMSA	42	2,24	94,08
	Metros de tubo HFX de 20mm de diámetro, PEMSA	819	1,98	1621,62
	Metros de tubo HFX de 16mm de diámetro, PEMSA	588	1,84	1081,92
4.1.3	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	100	45	4500

5.4.2 Escaleras

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
4.2.1	m. CONDUCTORES INTERIOR			
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x1,5 mm ² Flexible General Cable	1900	1,076	2044,4
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x2,5 mm ² Flexible General Cable	840	1,146	962,64
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x4 mm ² Flexible General Cable	320	1,372	439,04
4.2.2	m. TUBO INTERIOR			
	Metros de tubo HFX de 20mm de diámetro, PEMSA	80	1,98	158,4
	Metros de tubo HFX de 16mm de diámetro, PEMSA	190	1,84	349,6
	Metros de tubo HFX de 12mm de diámetro, PEMSA	620	1,61	998,2
4.2.3	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	100	45	4500

5.4.3 Garajes.

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
4.3.1	m. CONDUCTORES INTERIOR			
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x1,5 mm ² Flexible General Cable	2040	1,076	2195,04
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x2,5 mm ² Flexible General Cable	880	1,146	1008,48
4.3.2	m. TUBO INTERIOR			
	Metros de tubo HFX de 16mm de diámetro, PEMSA	280	1,84	515,2
	Metros de tubo HFX de 12mm de diámetro, PEMSA	600	1,61	966
4.3.3	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	100	45	4500

5.4.4 Trasteros

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
4.4.1	m. CONDUCTORES INTERIOR			
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x1,5 mm ² Flexible General Cable	240	1,076	258,24
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x2,5 mm ² Flexible General Cable	120	1,146	137,52
4.4.2	m. TUBO INTERIOR			
	Metros de tubo HFX de 12mm de diámetro, PEMSA	120	1,61	193,2
4.4.3	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	100	45	4500

5.4.5. Servicios Generales

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
4.5.1	m. CONDUCTORES INTERIOR			
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x1,5 mm ² Flexible General Cable	270	1,076	290,52
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x2,5 mm ² Flexible General Cable	140	1,146	160,44
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x4 mm ² Flexible General Cable	180	1,372	246,96
	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K(AS) 0,6/1Kv Cu 1x10 mm ² Flexible General Cable	200	2,838	567,6
4.5.2	m. TUBO INTERIOR			
	Metros de tubo HFX de 16mm de diámetro, PEMSA	95	1,84	174,8
	Metros de tubo HFX de 20mm de diámetro, PEMSA	90	1,98	178,2
	Metros de tubo HFX de 25mm de diámetro, PEMSA	50	2,24	112
4.5.3	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	100	45	4500
TOTAL CAPITULO IV				42529,174

5.5. Capítulo V: Puesta a tierra

5.5.1. Puesta a tierra

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
5.1.1	PUESTA A TIERRA			
	Picas de tierra de acero y recubierta de cobre, de 2 m de longitud y 20 mm de diámetro, de la marca Klk. Ref. 20NU183	6	19,29	115,74
	Arqueta de hierro fundido para pica. Marca Klk. Ref. AC-M 200 FE.	6	27,36	164,16
	Grapa para la conexión de picas, de aleación de cobre, de la marca Klk. Ref. KU1625 Ix. (Incluye tornillería de acero inoxidable).	6	5,93	35,58
	Punto de puesta a tierra, de la marca Klk. Ref. PT-4. (Incluye tornillería de acero inoxidable)	24	14,52	348,48
	Metros de Conductor desnudo de cobre, 50mm ² General Cable	710	8,26	5864,6
	Terminales, de la marca Klk. Ref. TK 150 T. (Incluye tornillería de acero inoxidable)	6	4,95	29,7
5.1.2	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	16	45	720
TOTAL CAPITULO V				7278,26

5.6. Capítulo VI: Alumbrado

5.6.1. Alumbrado iluminación interior

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
6.1.1	ALUMBRADO ZAGUAN (P1) (P2)			
	Philips Downlight FBS261 2xPL-C/4P18W/840 HF-P	7	165	1155
6.1.2	ESCALERAS (P1) (P2)			
	Philips Gondola FWG201 1x maX105W-e27	16	45	720
6.1.3	CUARTO LIMPIEZA (P1) (P2)			
	Fluorescente Philips tMs022 1xtl-D58W HFP	2	44	88
6.1.4	RELLANOS (P1) (P2)			
	Philips Downlight FBS261 2xPL-C/4P18W/840 HF-P	34	165	5610
6.1.5	PLANTA BAJOCUBIERTA (P1) (P2)			
	Fluorescente Philips tMs022 2xtl-D36W HFP	14	46	644
	Fluorescente Philips tMs022 1xtl-D58W HFP	2	44	88
	Fluorescente Philips tMs022 1xtl-D18W HFP	2	41	82
6.1.6	ESCALERA EMERGENCIA (P1) (P2)			
	Philips Gondola FWG201 1x maX105W-e27	12	45	540

Julen Lizarrondo Ostiz

6.1.7 SOTANO -1				
	Fluorescente Philips tMs022 1xtl-D58W HFP	8	44	352
	Fluorescente Philips tMs022 1xtl-D58W HFP con kit de emergencia	4	57	228
	Fluorescente Philips tMs022 1xtl-D18W HFP con kit de emergencia	2	50	100
	Fluorescente Philips tMs022 2xtl-D36W HFP	3	46	138
	Philips Downlight FBS261 2xPL-C/4P18W/840 HF-P	4	165	660
6.1.7 SOTANO -2				
	Fluorescente Philips tMs022 1xtl-D58W HFP	11	44	484
	Fluorescente Philips tMs022 1xtl-D58W HFP con kit de emergencia	6	57	342
	Fluorescente Philips tMs022 1xtl-D18W HFP con kit de emergencia	2	41	82
	Philips Downlight FBS261 2xPL-C/4P18W/840 HF-P	4	165	660
6.1.8 MANO DE OBRA				
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	126	45	5670

5.6.2. Alumbrado de emergencia

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
6.2.1 ALUMBRADO EMERGENCIA				
	Legrand serie U21 Ref. 61705. Potencia de la lámpara 6W. 155lumenes	51	40,02	2041,02
	Legrand serie U21 Ref. 61707. Potencia de la lámpara 6W. 310lumenes	22	55,73	1226,06
	lámpara de emergencia y señalización a prueba de fuego: marca ATX Ref. 94961. Potencia de la lámpara 8W. 180lumenes	1	83,56	83,56
	Pegatinas Señalización (Flechas, Salida-Exit- Irteera)	74	0,54	39,96
6.2.2 MANO DE OBRA				
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	60	45	2700

TOTAL CAPITULO VI

23733,6

5.7. Capítulo VII: Tomas y elementos varios

5.7.1. Tomas y elementos varios

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
7.1.1	TOMAS DE CORRIENTE VIVIENDAS			
	Base de enchufe monofásica bipolar con TT lateral 16A – 250V ref: 75432-39 (con toma de tierra lateral schucko) con tapa ref:82041-30 simon serie 82	420	7,38	3099,6
	Base de enchufe doblemonofásica bipolar con TT lateral 16A – 250V ref: 75433-39 (con toma de tierra lateral schucko) con tapa ref:82042-30 simon serie 82	84	14,36	1206,24
	Base de enchufe triple monofásica bipolar con TT lateral 16A – 250V ref: 75434-39 (con toma de tierra lateral schucko) con tapa ref:82043-30 simon serie 82	21	22,14	464,94
	Base de enchufe monofásica bipolar con TT lateral 25A – 250V ref: 75432-39 (con toma de tierra lateral schucko) con tapa ref:82041-30 simon serie 82	21	10,58	222,18
	Toma telefonica simon ref:75480-30 con tapa ref:82062-30 simon serie 82	105	11,02	1157,1
	Toma R-TV ref:75487-39 con tapa 82053-30 simon serie 82	105	13,46	1413,3
	Toma prevision TLCA ref: 75467-69 con tapa 82097-30	105	16,01	1681,05
7.1.2	ACCIONAMIENTOS DE LUZ VIVIENDAS			
	Mecanismo 10 AX 250V Interruptor 10A Simon serie 82 Ref:75101-39 con tecla ref:82010-30	231	8,09	1868,79
	Mecanismo 10 AX 250V Pulsador de timbre 10A Simon serie 82 Ref:75150-39 con tecla ref:82017-30	21	8,83	185,43
	Mecanismo 10 AX 250V Conmutador 10A Simon serie 82 Ref:75201-39 con tecla ref:82010-30	210	9,01	1892,1
	Mecanismo 10 AX 250V Conmutador "cruce" 10A Simon serie 82 Ref:75251-39 con tecla ref:82010-30	42	15,13	635,46

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
7.1.3	TOMAS DE CORRIENTE COMUNES			
	Base de enchufe monofásica bipolar con TT lateral 16A – 250V ref: 75432-39 (con toma de tierra lateral schucko) con tapa ref:82041-30 simon	14	7,38	103,32
7.1.2	ACCIONAMIENTOS DE LUZ COMUNES			
	Mecanismo 10 AX 250V Interruptor 10A Simon serie 82 Ref:75101-39 con tecla ref:82010-30	33	8,09	266,97
	Mecanismo 10 AX 250V Pulsador con luminosos incorporado 10A Simon serie 82 Ref:75160-39 con tecla ref:82016-30	77	14,23	1095,71
7.1.4	CAJAS DE REGISTRO			
	Caja de Registro Circular empotrable	1000	1,02	1020
7.1.5	DETECTORES			
	GE Security Wireless Carbon Monoxide Detector - TX-6310-01-1	2	109,95	219,9
	Sensor de nivel de agua	6	4,62	27,72
7.1.6	CONTACTORES			
	Contactador de LC1D09M7C schneider	14	10	140
	Temporizador para contactor schneider	2	15	30
7.1.7	RELE TERMICO			
	Rele termico LR2D3522 Schneider	6	15	90
7.1.8	TRANSFORMADOR			
	Transformador 400V-230V/24V NRG 125B66NRG	2	22,06	44,12
7.1.9	ALARMA			
	Alarma deteccion de agua en garajes PEYSANET	2	12,9	25,8
7.1.10	MANO DE OBRA			
	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	120	45	5400
TOTAL CAPITULO VII				22289,73

5.8. Resumen presupuesto total de la instalación

Capítulo 1.....	2.717,8 p
Capítulo 2.....	29.365,74 p
Capítulo 3.....	29.596,16 p
Capítulo 4.....	42.529,17 p
Capítulo 5.....	7.278,26 p
Capítulo 6.....	23.733,6 p
Capítulo 7.....	22.289,73 p

Presupuesto de ejecución material.....157.510,46 p

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de ciento cincuenta y siete mil quinientos diez euros con cuarenta y seis céntimos.

Gastos generales (13%).....	20.476,36 p
Beneficio industrial (6%).....	9.450,63 p

Presupuesto de ejecución por contrata.....187.437,45 p

Honorarios de proyecto í í6.560,31 p

Honorarios de dirección de obra..... 6.560,31 p

PRESUPUESTO TOTAL (Sin I.V.A.).....200.558,07 p

El presupuesto total asciende a la cantidad de doscientos mil quinientos cincuenta y ocho euros y siete céntimos.

Fdo. Julen Lizarrondo Ostiz

PAMPLONA, Septiembre de 2012



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

•INSTALACION ELECTRICA DE B.T. PARA UN BLOQUE DE
VIVIENDAS•

DOCUMENTO 7: BIBLIOGRAFIA

Alumno: Julen Lizarrondo Ostiz

Tutor: Felix Arroniz Fdez. De Gaceo

Pamplona, Septiembre de 2012

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE

7.1. Reglamento, normativas y libros.....	3
7.2. Páginas Web de empresas	4
7.2.1. Direcciones de Empresas cuyos productos han sido utilizados en el presente proyecto.....	4
7.2.2. Direcciones de Empresas consultadas	5
7.3. Otras direcciones web de interés	6

7.1. Reglamento, normativas y libros

Para la realización del presente proyecto, la bibliografía consultada ha sido:

- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión, que fue aprobado por el consejo de Ministros, reflejado en el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 y publicado en el BOE N°.224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Instrucciones ITC-BT). Orden del 2 de agosto de 2002 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Manual del alumbrado Westinghouse. Ed. CIE Inversiones editoriales. 4ª Edición.
- Instalación de NTE-IE electricidad. Normas Tecnológicas de la edificación. Ed. Paraninfo 1996. José Carlos Toledano.
- Instalaciones eléctricas. Tomos I, II, III. Ed. Siemens Aktiengesellschaft 1989. Günter G. Seip.
- Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Protecciones en las instalaciones eléctricas. Paulino Montané.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, Instalaciones: IEB: Baja tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puesta a tierra.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Anexo IV: Reglamento de iluminación en los lugares de trabajo.
- NBE-CPI/96: condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios, aprobada por el Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, y publicada en el BOE el día 29 de octubre de 1996.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

- Normas particulares de distribución eléctrica S.A.ö
- Ley de prevención de riesgos laborales. Real Decreto 31/1995, de 8 de noviembre.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

7.2. Páginas Web de empresas

7.2.1. Direcciones de Empresas cuyos productos han sido utilizados en el presente proyecto

En este apartado se adjuntan las direcciones web de las empresas cuyos productos han sido aplicados en el presente proyecto. En dichas páginas web se pueden encontrar los catálogos donde vienen los productos con sus características técnicas, regencias y en muchos casos el precio. En los casos donde no aparece el precio se ha tenido que consultar el precio de los productos vía e-mail con la empresa en cuestión. Las empresas y productos son los siguientes:

- URIARTE SAFYBOX. <http://www.safybox.com>

Cajas Generales de Protección
Módulos para Centralizaciones de Contadores
- GENERAL CABLE. <http://www.generalcable.es>

Conductores eléctricos
- SCHNEIDER ELECTRIC. <http://www.schneiderelectric.es>

Interruptores automáticos diferenciales
Interruptores magnetotérmicos
Detectores
- SIMON. <http://www.simon.es>

Tomas de corriente
Interruptores, pulsadores y
conmutadores
- KLK ELECTRO MATERIALES. <http://www.klk.es>

Picas para las Puestas a Tierra.

- PHILIPS. <http://www.eurlighting.philips.com>

Lámparas y luminarias.

- LEGRAND. <http://www.legrandelectric.com>

Luminarias de Emergencia y Señalización.

- PEMSA. <http://www.pemsa.com>

Tubos de PVC para canalización de conductores.

- ODI-BAKAR. <http://www.odibakar.com>

Tubos de PVC para canalización de conductores.

7.2.2. Direcciones de Empresas consultadas

En este apartado se cita una relación de empresas y sus direcciones web, clasificadas según los productos que fabrican relacionados con este proyecto, incluidas las utilizadas en el proyecto. Este apartado puede ser de utilidad para la futura ampliación o reforma del presente proyecto u otros.

- *PICAS Y ACCESORIOS PARA PUESTAS A TIERRA*

KLK ELECTRO MATERIALES. <http://www.klk.es>

INDUSTRIAS ARRUTI. <http://www.arruti.com>

- *CABLES Y ACCESORIOS*

BICC GENERAL CABLE. <http://www.generalcable.com>

PIRELLI. <http://www.pirelli.es>

INCASA. <http://www.incasa-cables.com>

DRAKA. <http://www.draka.es>

FACOSA. <http://www.facosa.com>

- *TUBOS DE CANALIZACIÓN*

TUBIFOR. <http://www.directindustry.com>

DEUTSCH-NEUMANN <http://www.directindustry.com>

DURAPIPE. <http://www.directindustry.com>

EUROPWER. <http://www.directindustry.com>

HYDRAULICS. <http://www.directindustry.com>

AGRO. <http://www.directindustry.com>

7.3. Otras direcciones web de interés

- <http://www.energuia.com>
- <http://www.sercobe.es>
- <http://www.arqui.com>
- <http://www.procuno.com>
- <http://bdd.unizar.es>
- <http://www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/jccm>
- <http://www.unesa.es>
- <http://www.iberdrola.es>
- <http://www.voltimum.es>
- <http://www.cnice.mec.es>
- http://www.uclm.es/area/ing_rural/BibliotecaProyectos.htm
- http://www.ingtecmecc.uji.es/EPyPFC/PFC_leidos.htm

Fdo. Julen Lizarrondo Ostiz

PAMPLONA, Septiembre de 2012