

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN BAJA TENSIÓN, Y DE
CALEFACCIÓN PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS
CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA
PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).”

Alumno: Mikel Sánchez Bacaicoa

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN BAJA TENSIÓN, Y DE
CALEFACCIÓN PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS
CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA
PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).”

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Alumno: Mikel Sánchez Bacaicoa

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011

MEMORIA

ÍNDICE

1. Instalación Eléctrica	6
1.1. Introducción	6
1.1.1. Objeto del proyecto.....	6
1.1.2. Contenido del Proyecto.....	6
1.1.3. Emplazamiento	7
1.1.4. Descripción general del edificio	7
1.1.5. Normativa	9
1.1.6. Suministro de energía	9
1.2. Esquema de distribución.....	11
1.2.1. Introducción	11
1.2.2. Tipos de esquemas de distribución	11
1.2.3. Esquema de distribución fijado	13
1.3. Acometida	14
1.4. Instalación de Enlace	15
1.4.1. Caja General de Protección	15
1.4.2. Línea General de Alimentación	17
1.4.3. Centralización de contadores	18
1.4.4. Derivaciones Individuales	24
1.4.5. Dispositivos generales de mando y protección.....	28
1.5. Instalaciones interiores en viviendas.....	31
1.5.1. Número de circuitos y características	31
1.5.2. Instalación en cuartos de baño	34
1.6. Garajes y Trasteros	36
1.6.1. Iluminación	36
1.6.2. Alumbrado de Emergencia	36
1.6.3. Ventilación.....	36
1.7. Iluminación.....	38
1.7.1. Introducción	38
1.7.2. Conceptos luminotécnicos	38
1.7.3. Sistemas de iluminación	39
1.7.4. Lámparas.....	40
1.7.5. Aparatos de alumbrado	49
1.7.6. Clasificación de las luminarias	51
1.7.7. Niveles de iluminación recomendados	53
1.7.8. Cálculo del alumbrado interior	54

1.7.9. Solución adoptada.....	57
1.7.10. Alumbrado especiales: de emergencia y señalización.....	61
1.7.11. Elección del sistema de alumbrado especial.....	63
1.7.12. Solución adoptada (alumbrado especial).....	65
1.8. Tipos de receptores	68
1.8.1. Introducción.....	68
1.8.2. Motores.....	68
1.8.3. Receptores para alumbrado.....	68
1.9. Previsión de cargas	69
1.10. Conductores y cables eléctricos	72
1.10.1. Introducción.....	72
1.10.2. Tipos de conductores.....	72
1.10.3. Sección del conductor.....	74
1.10.4. Canalizaciones.....	76
1.10.5. Normas para la elección de cables y tubos.....	78
1.10.6. Códigos de colores.....	79
1.10.7. Soluciones adoptadas.....	79
1.11. Cuadros eléctricos.....	81
1.11.1. Interconexión de las distintas partes de la instalación.....	81
1.11.2. Ubicación.....	81
1.11.3. Composición.....	81
1.11.4. Características de los cuadros de distribución.....	83
1.11.5. Características de los circuitos.....	83
1.12. Protecciones de baja tensión.....	85
1.12.1. Introducción.....	85
1.12.2. Dispositivos de protección.....	85
1.12.3. Protección de la instalación.....	86
1.12.3.1. Protección contra sobrecargas.....	87
1.12.3.2. Protección contra cortocircuitos.....	88
1.12.3.3. Calculo de las intensidades de cortocircuito.....	90
1.12.3.4. Coordinación de protecciones.....	96
1.12.4. Protección de las personas.....	96
1.12.4.1. Protección contra contactos directos.....	97
1.12.4.2. Protección contra contactos indirectos.....	98
1.12.5. Solución adoptada.....	99
1.13. Puesta a tierra	101
1.13.1. Introducción.....	101
1.13.2. Características de la puesta a tierra.....	101

1.13.3. Componentes de la puesta a tierra	102
1.13.4. Elementos a conectar a tierra	105
1.13.5. Solución adoptada.....	105
2. Instalación de Calefacción.....	106
2.1. Introducción	106
2.2. Clasificación de los sistemas de calefacción.....	106
2.2.1. Por el grafo de concentración	107
2.2.2. Por el modo de obtención del calor	108
2.2.3. Por el fluido portador del calor	108
2.2.4. Por la red de distribución	109
2.2.5. Por los tipos de aparatos calefactores	110
2.3. Solución adoptada.....	111
2.4. Condiciones de diseño.....	112
2.4.1. Condiciones interiores	112
2.4.2. Condiciones exteriores.....	112
2.5. Propiedades térmicas del edificio	113
2.5.1. Tipos de cerramientos que componen el edificio	113
2.5.2. Condensaciones de los cerramientos	115
2.5.3. Fichas justificativas	116
2.6. Estimación de la carga térmica de calefacción.....	123
2.6.1. Pérdidas por transmisión.....	123
2.6.2. Pérdidas por infiltración o renovación.....	124
2.6.3. Pérdidas por suplementos	125
2.7. Radiadores.....	125
2.7.1. Selección de radiadores	126
2.7.1.1. Número de elementos necesarios por local.....	126
2.7.2. Colocación y ubicación.....	126
2.7.3. Accesorios.....	127
2.8. Red de distribución.....	127
2.8.1. Aspectos generales.....	127
2.8.1.1. Dilatación.....	127
2.8.1.2. Expansión.....	128
2.8.1.3. Aislamiento.....	128
2.8.1.4. Conexiones.....	128

2.8.1.5. Uniones	129
2.8.2. Materiales	129
2.8.3. Dimensionado	129
2.8.3.1. Pérdidas en tramos rectos	129
2.8.3.2. Pérdidas singulares	130
2.8.3.3. Pérdidas de presión totales.....	130
2.8.3.4. Equilibrado de la instalación.....	130
2.9. Caldera.....	131
2.9.1. Chimenea	131
2.10. Sistema de regulación y control.....	132
3. Resumen del presupuesto	134

1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el diseño, cálculo y descripción del montaje, equipos, componentes y materiales que son necesarios para la instalación eléctrica en baja tensión y de calefacción de un bloque destinado a viviendas situado en el término municipal de Pamplona (Navarra).

El suministro eléctrico demandado a la empresa distribuidora IBERDROLA S.A. será en baja tensión, tomando la conexión en la instalación previa que se realizó en cada una de las parcelas.

Se realizará un estudio detallado que reúna 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. CONTENIDO DEL PROYECTO

- **Memoria descriptiva:** Explicará el proceso seguido en el desarrollo del proyecto, justificando los criterios utilizados, los datos básicos de partida y análisis de las diversas alternativas. Se presentarán las distintas alternativas posibles para los problemas que plantea el proyecto, justificando la elección que se haga.

- **Cálculos:** Se podrán interpretar como un anexo a la memoria. En ellos se reflejarán el conjunto de medios, métodos y resultados matemáticos, gráficos, etc., utilizados en la realización del PFC para valorar, describir e indicar con cifras, a partir de datos y principios científicos, todas las magnitudes que intervienen en el proyecto.

- **Planos:** Definirán gráficamente el proyecto y lo explicarán exhaustivamente en su aspecto constructivo y de situación. Estarán realizados con un desarrollo correcto y normalizado, tanto en los planos como en los detalles.

- **Pliego de Condiciones:** Se establecerán las condiciones que debe cumplir el proyecto según la Reglamentación Técnica vigente así como la forma en que ha de ejecutarse lo proyectado.

- **Presupuesto:** En él quedará reflejado el coste de lo proyectado en los documentos anteriores

- **Estudio básico de seguridad y salud:** Se analizarán tanto los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados como los que no pudieran evitarse completamente, identificando las medidas de prevención necesarias para ello como las protecciones tanto individuales como colectivas que los trabajadores deberán cumplir.

1.1.3. EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO

El edificio se sitúa en la parcela 5.b.1., sector Ezkaba en Pamplona (Navarra). Linda al Sur, con la parcela 5.b.2., al Oeste con la calle Cruz Roja, al Norte con un paseo peatonal, y al Este con un parque público.

1.1.4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Se trata de un edificio con 11 viviendas, 11 trasteros y 16 plazas de garajes distribuidos en 2 sótanos y 5 plantas más la planta ático. Las 2 plantas de sótano mancomunadas con las parcelas 5.b.2. y 5.c..

La distribución detallada de los diferentes emplazamientos será la siguiente:

- Garajes y trasteros

Todas las viviendas disponen de garajes y trasteros vinculados, situados en el sótano del edificio, con acceso directo por ascensor y escalera. Se dispondrán de 8 plazas de garaje en cada sótano así como 6 trasteros en el sótano nº 1 y 5 trasteros en el sótano nº 2. La superficie construida de cada uno de los sótanos es la siguiente;

Sótano nº 1:

Zonas	Sup. útil (m ²)	Sup. construida (m ²)
Garaje (8 plazas)	110,00	285,01
Trastero (6)	90,00	103,45
Zona común	-	23,22
TOTAL Sótano nº 1	-	411,68

Sótano nº 2:

Zonas	Sup. útil (m ²)	Sup. construida (m ²)
Garaje (8 plazas)	110,00	296,09
Trastero (5)	75,00	86,08
Zona común	-	29,51
TOTAL Sótano nº 2	-	411,68

- Planta Baja y plantas superiores

Existen tres tipos de viviendas con 2, 3 y 4 dormitorios que estarán distribuidas de la siguiente manera;

- Planta baja: 1 vivienda de 2 dormitorios y 1 vivienda de 3 dormitorios.
- Planta 1ª, 2ª y 3ª: 1 vivienda de 3 dormitorios y 1 vivienda de 4 dormitorios.

- Planta 4ª y 5ª: 1 vivienda de 3 dormitorios.
- Planta ático: 1 vivienda de 2 dormitorios

Las superficies por planta del edificio quedarán resueltas en el siguiente cuadro resumen:

Planta	Número de viviendas	Sup. útil (m ²)
Planta baja	2	171,28
Planta 1ª, 2ª y 3ª	2	201,84
Planta 4ª y 5ª	1	82,77
Planta ático	1	59,75
TOTAL	11	1002,09

Además se dispone de una sala de instalaciones en casetón de planta de cubiertas (depósitos de acumulación y accesorios), con acceso directo desde la escalera y salida a la azotea para el mantenimiento.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de superficies construidas totales (en m²):

SUPERFICIES CONSTRUIDAS TOTALES (m ²)					
	Garajes	Trasteros	Lugares comunes	Viviendas	TOTAL
Sótano nº 1	285,01	103,45	23,22	-	411,68
Sótano nº 2	296,09	86,08	29,51	-	411,68
Planta baja	-	-	84,85	200,87	285,72
Planta 1ª	-	-	40,52	239,60	280,12
Planta 2ª	-	-	40,52	239,60	280,12
Planta 3ª	-	-	40,52	239,60	280,12
Planta 4ª	-	-	33,19	99,74	132,93
Planta 5ª	-	-	33,19	99,74	132,93
Planta ático	-	-	31,57	73,83	105,40
Planta casetón	-	-	33,01	-	33,01
TOTAL	581,10	189,53	390,10	1192,98	2353,71

1.1.5. 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 núm. 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.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE). Real Decreto 1218/2002, de 22 de noviembre, para el que se modifica el Real Decreto 1751/1998. (BOE núm. 289, 03/12/2002).
- 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.”
- 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.

1.1.6. SUMINISTRO DE ENERGÍA

El suministro será proporcionado, desde el punto que se estime oportuno de acuerdo a la potencia total demandada. 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) – 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)
- $I_{máx.}$ del cortocircuito trifásico: 50 kA

Según indicación de la compañía, la acometida será subterránea, 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.

Se clasifican mediante un código de 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 2.000Ω), 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 de 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:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Donde:

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

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

U_0 : tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

Tabla I	
Tensión nominal U_0 (V)	Tiempo de corte t (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 conductor 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 eliminará 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:

$$RA \times I_a = U$$

Donde:

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

I_a: es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el 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 ESCOGIDO

Según el REBT (ITC-BT-26), las instalaciones de las viviendas se consideran que están alimentadas por una red de distribución pública de baja tensión con el esquema de distribución TT y a una tensión de 230 V en alimentación monofásica y 230/400 V en alimentación trifásica.

1.3. ACOMETIDA

- 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 06, Julio de 2009). 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 más 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 una acometida para el portal. El punto de interconexión a la red de distribución de la empresa suministradora se realizará en la arqueta habilitada para tal efecto. La canalización será enterrada, a una profundidad de 0,7 metros. Teniendo en cuenta el punto nº 7.1 del Manual Técnico de Distribución de Julio de 2009 (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:

- Conductor: RV 0'6/1kV 3 x 95 + 1 x 50 Al
- Diámetro Tubo : 140 mm
- Longitud: 5 m.

1.4. INSTALACIÓN DE ENLACE

Se denomina instalación de enlace, aquella que une la caja general de protección, incluida ésta, con las instalaciones interiores o receptoras. Comienza al final de cada acometida y terminará 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. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

- Normativa aplicada

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

En 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, 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.

La CGP estará ubicada en la planta baja al oeste de la entrada al portal. Este es el resultado de dividir la potencia total demandada por portal, por la admisible de cada caja. Como nuestro caso es un edificio destinado a viviendas se coloca una CGP por cada 150 kW o fracción.

La configuración de CGP será la siguiente:

- Portal: se colocará una CGP de la cual partirá una línea general de alimentación que alimentará una centralización de contadores.

Como la acometida es subterránea, la CGP se instalará en el interior de hueco practicado en la pared de la fachada principal del edificio, tal y como se indica en el documento PLANOS.

Las dimensiones mínimas del hueco serán:

- Alto: 1,25 m.
- Ancho: 0,71 m.
- Profundidad: 0,30 m.

Este hueco dispondrá de una puerta de una hoja ó dos, con cerradura normalizada por IBERDROLA y con dispositivos de ventilación interna.

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

Las características del nicho son las siguientes:

Nicho Portal:

Se tendrá una única CGP, con una acometida de entrada y una LGA de salida. Las características del emplazamiento son las siguientes:

Nicho:

- 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 BT, 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:

- Marca: Uriarte
- Referencia: GL-250A-7-BUC



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

CARACTERÍSTICAS

Bases portafusibles unipolares de 250A ó 400A seccionables en carga de máxima seguridad.
 Neutro seccionable.
 Tornillos encastrados en las planchas para el conexionado de terminales bimetalicos 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 NH11 de 250A + Neutro	350x500x150



1.4.2. LÍNEA GENERAL 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 mm² en cobre o 16 mm² 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 instalará una Línea General de Alimentación, tal y como se ha indicado en el apartado de 1.4. de esta 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 posible hasta llegar a la centralización de contadores.

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.

La línea general de alimentación no llevará incorporado el conductor de protección. Este llegará directo al cuarto habilitado para la ubicación de los contadores, procedente de la instalación general de tierra del edificio.

Portal

LGA

- Conductor: RV 0'6/1kV 3 x 95 + 1 x 50 Cu
- Diámetro Tubo: 140 mm.
- Longitud: 32 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 UNE 21.027 -9 (mezclas termoestables) o a la norma UNE 21.1002 (mezclas termoplásticas) cumplen con esta prescripción.

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

Las concentraciones de contadores y los conjuntos de medición correspondientes a los distintos abonados quedarán dispuestos en el interior de un local técnico, cerrado, destinados únicamente a este fin, situados en planta baja. Las dimensiones de estos recintos serán las fijadas en la norma UNIE 410-6.

Las características del local son las siguientes:

- Esta situado en la planta baja del edificio, separado y aislado de otros locales que presenten riesgos de incendio, o explosión.
- Tiene fácil y libre acceso, siempre por lugares de uso común.
- No es húmedo, ni por su interior discurre ningún tipo de conducción húmeda.
- Está próximo a las canalizaciones verticales.
- Está iluminado de acuerdo al REBT, se colocará una luminaria de emergencia, encima de la puerta de acceso

La ubicación exacta de la centralización estará 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 la centralización:

Centralización Portal

LGA (Viviendas, Servicios Generales del portal, Telecomunicaciones y Garajes)

- IGM:

Nº polos: 4P

I_{nominal}: 250 A

PdC: 20 kA

Marca y referencia: URIARTE – IDT-250A

- Contadores:

Monofásicos: 11 Viviendas

Trifásicos: 2 (1 Servicios generales y 1 Garajes)



PMI-15-E

Código ref.	Descripción	Ancho x Alto x Fondo (mm)
PMI-8-E	Panel para 8 Monof. Electrónicos.	580x1342x195
PMI-12-E	Panel para 12 Monof. Electrónicos.	480x1759x195
IDT-250A	Interruptor de 250A.	360x360x170
T-04-et	Tapa ciega final.	105x315x15
PLI-2-E-BP	Panel para 2 Trif. Electrónicos+Bloque	580x1566x195

CARACTERÍSTICAS

- Columnas previstas para contadores monofásicos electrónicos.
- Embarado general con pletinas de cobre electrolítico de 20x4 mm para intensidad nominal de 250A.
- Cortacircuitos del tipo Neozed tamaño D02 de 63A.
- Cable no propagador del incendio exento de humos con cero halógenos con sus marcados respectivos.
- Bornas de salida con capacidad hasta 25 mm² (Borna de neutro de color azul) y bornas seccionables de 4 mm² para la conexión de las diferentes tarifas.
- Fácil unión de las columnas mediante el Kit de accesorios suministrado en las mismas.

-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 (polyster)	250x250x60

1.4.4. DERIVACIONES INDIVIDUALES

- Normativa aplicada:

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 embarado 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 contruidos al efecto.

En los casos anteriores, los tubos y canales así como su instalación, cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21, salvo en lo indicado en la ITC-BT-15.

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 UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

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

La sección mínima será de 6mm^2 , para los cables polares, neutro y protección y de $1,5\text{mm}^2$ 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 será:

- Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0'5%.

- Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1%.

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

- 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, ya que el número de derivaciones es de 15.

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 1.3.4. del apartado CÁLCULOS del presente proyecto.

El número de derivaciones por canaladura será el siguiente:

Portal 1:

D.I para viviendas: 11

D.I para servicios generales: 1

D.I para garajes y trasteros: 1

D.I. reserva: 1 (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 compartimiento 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 omipolar, 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 omipolar, 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 1.5.1. por cada cinco circuitos instalados.

En nuestro caso, tenemos 11 viviendas con electrificación básica.

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

Tabla 1. Características eléctricas de los circuitos⁽¹⁾

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 ⁽⁸⁾	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, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A ⁽⁸⁾	20	3	4 ⁽⁸⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20
C ₈ Calefacción	⁽²⁾	---	---	---	25	---	6	25
C ₉ Aire acondicionado	⁽²⁾	---	---	---	25	---	6	25
C ₁₀ Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C ₁₁ Automatización	⁽⁴⁾	---	---	---	10	---	1,5	16

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

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

⁽³⁾ Diámetros externos según ITC-BT 19

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

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

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

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

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

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

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	
Vestíbulo	C ₁	Punto de luz Interruptor 10 A	1 1	--- ---
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	---
Sala de estar o Salón	C ₁	Punto de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₈	Toma de calefacción	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
Dormitorios	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 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
Baños	C ₈	Toma de calefacción	1	---
	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	---
	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	--- ---
Pasillos o distribuidores	C ₅	Base 16 A 2p+T	1	---
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
	C ₁	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10 A	1 1	uno cada 5 m de longitud uno en cada acceso
Cocina	C ₂	Base 16 A 2p + T	1	hasta 5 m (dos si L > 5 m)
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p + T	2	extractor y frigorífico
	C ₃	Base 25 A 2p + T	1	cocina/horno
	C ₄	Base 16 A 2p + T	3	lavadora, lavavajillas y termo
Terrazas y Vestidores	C ₅	Base 16 A 2p + T	3 ⁽¹²⁾	encima del plano de trabajo
	C ₈	Toma calefacción	1	---
	C ₁₀	Base 16 A 2p + T	1	secadora
Garajes unifamiliares y Otros	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p + T	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)

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, y
- 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; o
- 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; y
- 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; y
- 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.

Se iluminarán las zonas de paso, mediante pantallas estancas fluorescentes de 2x35W.

Los trasteros tendrán su propia línea de iluminación.

1.6.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

La ubicación del alumbrado de emergencia queda detallada en el apartado PLANOS del presente proyecto.

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 dos plantas. La ubicación exacta de este cuadro queda detallada en el apartado PLANOS del presente proyecto.

1.7. ILUMINACIÓN

1.7.1. 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.

Las cualidades principales del alumbrado que deben considerarse al proyectar una instalación son:

- La intensidad de iluminación: suministrar una cantidad de luz suficiente para crear unas buenas condiciones de visibilidad.
- La distribución espacial de la luz, que comprende la combinación de la luz difusa y luz dirigida, el ángulo de incidencia, la distribución de las luminarias, la medida de la homogeneidad y el grado de deslumbramiento.
- Utilización de fuentes luminosas que aseguren, para cada caso una satisfactoria distribución de los colores.
- Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular: una buena elección de la fuente de luz y de su armadura.

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

1.7.2. CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS

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

- *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 Φ 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/m²].
- *Luminancia media*: Es la luminancia promedio, expresada en [Cd/m²], 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 – 20) lm/W.
 - Incandescente con halógenos: (18 – 22) lm/W.
 - Con halogenuros metálicos: (65 - 85) lm/W.
 - Fluorescente: (40-100) lm/W.
 - De vapor de mercurio: (30 – 105) lm/W.
 - De sodio a alta presión: (80 – 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.

1.7.3. 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 realicen 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 máquinas 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 entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevado pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

1.7.4. 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 adapten 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)	- Incandescentes. - Halógenas. - Fluorescentes. - Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos.
Industrial	- 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	- 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 lámpara de incandescencia 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 – 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 bayoneta...

▪ *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 criptón 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 si 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 atmósfera 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 atmósfera 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 lámpara	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 	<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.

	<ul style="list-style-type: none"> - instalación - Apariencia de color cálido 		
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 dicróico (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 - Larga duración - Facilidad de aplicación en iluminación compactas - Mínima emisión de calor - Variedad de tipos - Posibilidad de 	<ul style="list-style-type: none"> - Variaciones de flujo con la temperatura - Coste de adquisición medio-alto - Retardo en alcanzar máximo flujo (> 2 minutos) - Acortamiento vida por mínimo de encendidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de lámparas incandescentes - Consumo para flujos equivalentes es un 20 % y duran 10 veces más

	buena reproducción cromática		
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 rendimiento de color en tipos especiales - Poca depreciación de flujo 	<ul style="list-style-type: none"> - Mala reproducción cromática en versión estándar - Estabilización no instantánea - En potencias pequeñas gran sensibilidad a sobretensión 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado exterior - En alumbrado interior industrial - En alumbrado de túneles

	- Posibilidad de reducción de flujo	Equipos especiales para reencendido en caliente	
--	-------------------------------------	---	--

1.7.5. 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.
 - Frío (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 esté 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:

- *Coefficiente 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

1.7.6. 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 “limpios” 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).

1.7.7. 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

1.7.8. 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 (E_m) 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: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$
	Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

Donde:

d' : Altura entre el techo y las luminarias.

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

h' : Altura del local.

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

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

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 (ρ)
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
- Determinar los factores de mantenimiento de las luminarias, cuyos valores han sido mencionados al final del apartado 1.3.5 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.

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{E_m \times a \times b}{C_u \times C_m}$$

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.

$$N^{\circ}_{\text{luminarias}} = \frac{N^{\circ}_{\text{lumenes}}}{n \times \Phi}$$

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:

$$N^{\circ}_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N^{\circ}_{\text{luminarias}}}{b} \times a}$$

$$N^{\circ}_{\text{longitud}} = N^{\circ}_{\text{ancho}} \times \left(\frac{b}{a}\right)$$

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	≤ 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 recalculer 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.

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

1.7.9. SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada, con mayor detalle en el apartado de CÁLCULOS, en cada una de las estancias será:

1- Rellano portal:

- 5 luminarias: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I
230V P W2

- 10 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $5 \cdot 2 \cdot 18 = 180\text{W}$

2- Zonas comunes planta baja: (alumbrado exterior portal)

2.1.- Cuarto comunidad 1:

- 2 luminarias: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I
230V P W2

- 4 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $2 \cdot 2 \cdot 18 = 72\text{ W}$

2.2.- Cuarto comunidad 2:

- 2 luminarias: Philips Indolight TBS315 2xTL5-35W/840 HFP C6
PI FL

- 4 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** $2 \cdot 2 \cdot 35 = 140\text{ W}$

2.3.- Cuarto contadores:

- 1 luminaria: Philips Indolight TBS315 2xTL5-35W/840 HFP C6 PI
FL

- 2 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** $1 \cdot 2 \cdot 35 = 70\text{ W}$

3- Rellano plantas 1ª, 2ª y 3ª:

- 5 luminarias: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I
230V P W2

- 10 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $5 \cdot 2 \cdot 18 = 180\text{ W}$ (por cada planta)

4- Rellano plantas 4ª y 5ª:

- 4 luminarias: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I
230V P W2

- 8 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $4 \cdot 2 \cdot 18 = 144$ W (por cada planta)

5- Rellano planta ático:

- 3 luminarias: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I
230V P W2

- 6 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $3 \cdot 2 \cdot 18 = 108$ W

6- Rellano sótanos 1 y 2:

- 1 luminaria: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I
230V P W2

- 2 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $1 \cdot 2 \cdot 18 = 36$ W (por cada planta)

7- Zonas comunes sótano 2:

7.1. Cuarto 1 y cuarto 2:

- 1 luminaria: Philips TCS165 2xTL5-35W HFP C3

- 2 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** $1 \cdot 2 \cdot 35 = 70$ W (por cada cuarto)

8- Sala calderas (en cubierta):

- 2 luminarias: Philips TCS165 2xTL5-35W HFP C3

- 4 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** $2 \cdot 2 \cdot 35 = 140$ W

9- Garaje:

9.1.- Zona acceso:

- 1 luminaria: Philips TCS165 2xTL5-28W HFP C3

- 2 fluorescentes: Philips TL5-28W/840

- **Potencia:** $1 \cdot 2 \cdot 28 = 56$ W (en cada acceso y planta sótano)

9.2.- Vial de circulación (Este):

- 3 luminarias: Philips X-tendolight TCS398 2xTL5-35W/840 HFP H1L C6 FL

- 6 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** $3 \cdot 2 \cdot 35 = 210$ W (en cada planta sótano)

9.3.- Vial de circulación (Oeste):

- 2 luminarias: Philips X-tendolight TCS398 2xTL5-35W/840 HFP H1L C6 FL

- 4 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** $2 \cdot 2 \cdot 35 = 140$ W (en cada planta sótano)

9.4.- Vial de circulación (Norte (sólo en planta sótano 2):

- 1 luminaria: Philips X-tendolight TCS398 2xTL5-35W/840 HFP H1L C6 FL

- 2 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** $1 \cdot 2 \cdot 35 = 70$ W (sólo en planta sótano 2)

10- Rellano escaleras:

- 2 luminarias: Philips Gondola FWG200 1xPL-C/2P18W I WH

- 4 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $2 \cdot 2 \cdot 18 = 72$ W (por cada planta)

11- Exterior portal:

11.1.- Zona de acceso:

- 2 luminarias: Philips Gondola FWG200 1xPL-C/2P18W I WH

- 4 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $2 \cdot 2 \cdot 18 = 72$ W

11.2.- Zona interior:

- 1 luminarias: Philips Gondola FWG200 1xPL-C/2P18W I WH
- 2 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]
- **Potencia:** $1 \cdot 2 \cdot 18 = 36 \text{ W}$

1.7.10. ALUMBRADOS ESPECIALES: 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 personas o iluminar otros puntos que señalen (quirófanos, etc.).

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.

1.7.11. 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.

1.7.12. SOLUCIÓN ADOPTADA (ALUMBRADO ESPECIAL)

La solución adoptada, con mayor detalle en el apartado de CÁLCULOS, en cada una de las estancias será:

1- Rellano portal:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Solución: 1 luminaria.
- **Potencia: 6W.**

2- Zonas comunes planta baja: (alumbrado exterior portal)

2.1.- Cuarto comunidad 1:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Solución: 1 luminaria.
- **Potencia: 6W.**

2.2.- Cuarto comunidad 2:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Solución: 1 luminaria.
- **Potencia: 6W.**

2.3.- Cuarto contadores:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Solución: 1 luminaria.

- **Potencia:** 6W.

3- Rellano plantas 1ª, 2ª y 3ª:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Solución: 1 luminaria.
- **Potencia:** 6W.

4- Rellano plantas 4ª y 5ª:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Solución: 1 luminaria.
- **Potencia:** 6W.

5- Rellano planta ático:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Solución: 1 luminaria.
- **Potencia:** 6W.

6- Rellano sótanos 1 y 2:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Solución: 1 luminaria.
- **Potencia:** 6W.

7- Zonas comunes sótano 2:

7.1. Cuarto 1 y cuarto 2:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.

- Solución: 1 luminaria.
- **Potencia:** 6W.

8- Sala calderas (en cubierta):

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Solución: 2 luminarias.
- **Potencia:** 12W.

9- Garaje:

10- Rellano escaleras:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Solución: 1 luminaria.
- **Potencia:** 6W.

A su vez, colocaremos una luminaria extra encima de cada puerta de acceso a los rellanos desde las escaleras, utilizando una lámpara de emergencia y señalización de la marca LEGRAND Ref. C3 61512, por cada planta.

1.8. TIPOS DE RECEPTORES

1.8.1. 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.

1.8.2. MOTORES

Según indica el REBT (ITC-BT-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.

1.8.3. RECEPTORES DE ALUMBRADO

Según indica el REBT (ITC-BT-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 voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.
- En el caso 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.

1.9. 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

VIVIENDAS

nº de viviendas = 11 (Electrificación Básica = 5750W)

Coefficiente de simultaneidad = 9.2

$$P_v = \frac{11 \times 5750}{11} \times 9.2 = 52.9kW$$

SERVICIOS GENERALES

-Sótano 2:

$$-P_{\text{nucleo-comunic.-vertic.}} = 22.81m^2 \times 8 \frac{W}{m^2} = 182.48W$$

$$-P_{\text{cuarto-telec.}} = 6.7m^2 \times 8 \frac{W}{m^2} = 53.6W$$

$$-P_{\text{RITS-RITI}} = 3.000W$$

-Sótano 1:

$$-P_{\text{nucleo-comunic.-vertic.}} = 23.22m^2 \times 8 \frac{W}{m^2} = 185.76W$$

-Planta baja:

$$-P_{\text{nucleo-comunic.-vertic.}} = 57.49m^2 \times 15 \frac{W}{m^2} = 862.35W$$

$$-P_{\text{cuarto-conadores}} = 8.56m^2 \times 8 \frac{W}{m^2} = 68.48W$$

$$-P_{\text{cuarto-comunidad}} = 18.8m^2 \times 8 \frac{W}{m^2} = 150.4W$$

$$-P_{\text{Ascensores}} = 6000W$$

$$-P_{\text{hueco(ascensor)+maniobra}} = 1.000W$$

$$-P_{\text{Portero-automático}} = 580W$$

$$-P_{\text{auxilias-cuadro}} = 2.700W$$

-Plantas 1ª, 2ª y 3ª:

$$-P_{\text{nucleo-comunic.-vertic.}} = 40.52m^2 \times 3 \text{ plantas} \times 15 \frac{W}{m^2} = 1823.4W$$

-Plantas 4ª y 5ª:

$$-P_{\text{nucleo-comunic.-vertic.}} = 33.19m^2 \times 2 \text{ plantas} \times 15 \frac{W}{m^2} = 995.7W$$

-Planta ático:

$$-P_{\text{nucleo-comunic.-vertic.}} = 31.51m^2 \times 15 \frac{W}{m^2} = 472.65W$$

-Casetón (cubierta):

$$-P_{\text{nucleo-comunic.-vertic.}} = 33.01m^2 \times 8 \frac{W}{m^2} = 264.08W$$

$$P_{\text{TOTAL-SERVICIOS-GENERALES}} = 18338.9 W$$

GARAJES

$$\text{Ventilación Forzada} = 20 \frac{W}{m^2}$$

$$P_{\text{garajes_só tan o1}} = 285.01m^2 \times 20 \frac{W}{m^2} = 5700.2W$$

$$P_{\text{garajes_só tan o2}} = 296.09m^2 \times 20 \frac{W}{m^2} = 5921.8W$$

$$P_{\text{GARAJES}} = 11622W$$

POTENCIA TOTAL ACOMETIDA

$$P_{\text{ACOMETIDA-1}} = P_V + P_{S.G.} + P_{\text{GARAJES}} = 82.86kW$$

Tabla resumen:

	PORTAL 1
Viviendas	
Nº Viviendas	11
Potencia Unitaria	5.750
TOTAL VIVIENDAS	52.900
Servicios Comunes	
Alumbrado Núcleo Comunic. Vertical	4786,43
Alumbrado Cuarto Contadores	68,48
Alumbrado Cuarto Comunidad	150,4
Alumbrado Cuarto Telecomunic.	53,6
Portero Automático	580
Fuerza (Tomas de corriente Portal)	2.700,0
Fuerza (Ascensores)	6000
Iluminación y maniobra (Ascensores)	1.000
Telecomunicaciones. (RITI-RITS)	3.000
TOTAL SERVICIOS COMUNES	18.338,9
TOTAL GARAJE	11.622,0
TOTAL (W)	82.860,9

1.10. CONDUCTORES Y CABLES ELÉCTRICOS

1.10.1. 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.

1.10.2. 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 aislamiento 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 del aislamiento 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 apriete 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.

1.10.3. 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, más 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:

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

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):

$$\Delta T = (I/I_n)^2 \times \Delta T_n$$

Siendo:

- ΔT : Incremento admisible de la temperatura.
- ΔT_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:

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

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, llegará 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.

1.10.4. 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 realizará 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 utilizarán 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 originarán 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 realizarán 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 fijarán 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 "T" apropiados.

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

1.10.5. 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.

1.10.6. 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 realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. El conductor neutro se identificará 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 identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases, se utilizara también el color gris.

1.10.7. 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 interior 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.

1.11. CUADROS ELÉCTRICOS

1.11.1. 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.

1.11.2. 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 colocarán 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 instalará en dicho punto, y dentro de un armario o cofre, 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 instalarán 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.

1.11.3. COMPOSICIÓN

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de los cuadros eléctricos de donde partirán los circuitos interiores, y constarán 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 algunas cargas, cada uno de los circuitos 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 esté 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.

1.11.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CUADROS 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 ajustarán 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 cuadro sinóptico con el esquema unifilar correspondiente.

1.11.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS CIRCUITOS

De los cuadros generales saldrán las líneas que alimentan directamente aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución que conectarán 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.

1.12. PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

1.12.1. 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, domésticas, 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:

- Protección de la instalación:
 - Contra sobrecargas.
 - Contra cortocircuitos.

- Protección de las personas:
 - Contra contactos directos.
 - Contra contactos indirectos.

1.12.2. 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.

1.12.3. 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 perdida 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 la 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 máquinas.
- 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 dispositivo 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:

$$I_{cc_{\max}} = \frac{C \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_d|}$$

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 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:

$$I_{cc_{\min}} = \frac{C \times U_n \times \sqrt{3}}{\sqrt{2 \times Z_{d_nueva} + Z_o}}$$

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_o : 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; $I_{\text{cálculo}} \leq I_{\text{no min al}} \leq I_{\text{admisible}}$

Fusibles: $I_{\text{cálculo}} \leq 1,6 \times I_{\text{no min al}} \leq I_{\text{admisible}}$

Donde:

- **$I_{\text{cálculo}}$** : 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:

$$I_{\text{cálculo}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times v \times \cos \varphi}$$

- **$I_{\text{admisible}}$** : 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 \rightarrow La curva es de tipo B.
- I_{ccmin} Mayor o igual que 10 \rightarrow La curva es de tipo C.
- I_{ccmin} Mayor o igual que 20 \rightarrow 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.

Sc_c: Potencia de cortocircuito en MVA.

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

- Calculo de Z_T

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

$$Z_T = X = U_{cc} \times \frac{U^2}{S}$$

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 jΩ. 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.

- Calculo de Z_L

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

$$R = \rho \times \frac{L}{S}$$

Donde:

R: Resistencia del conductor en ohmios.

ρ: Resistividad del material. La de un conductor de cobre a 20°C es de 0,01724 Ω×mm²/m y la de un conductor de aluminio a 20°C es de 0,02857 Ω×mm²/m.

L = Longitud del conductor.

S = Sección por fase del conductor.

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, bobinas...) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de $0,15 \text{ jm}\Omega$.

$$Z_{\text{aut}} \approx X_{\text{aut}} = \text{Número_de_automatismos} \times 0,15 \text{ jm}\Omega$$

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

- Cálculo de $Z_{\text{d_nueva}}$

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:

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

Donde:

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

$$\Delta T = 250^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 230^\circ\text{C}.$$

Por tanto:

$$Z_{\text{d_nueva}} = Z_a + Z_T + Z_{L_{-250^\circ\text{C}}} + Z_{\text{aut}}$$

- Cálculo de Z_o (impedancia homopolar).

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

$$Z_o = Z_{ao} + Z_{To} + Z_{Lo} + Z_{\text{auto}}$$

Donde:

$$\begin{aligned}Z_{ao} &= 0 \\Z_{To} &= Z_T \\Z_{Lo} &= 3 \times Z_{L_250^\circ\text{C}} \\Z_{auto} &= 3 \times Z_{aut}\end{aligned}$$

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.

1.12.4. 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.

1.12.4.1. 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.

1.12.4.2. 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:

En locales secos: $R \leq (50 / I_s)$

En locales húmedos o mojados: $R \leq (24 / I_s)$

Siendo I_s la sensibilidad en miliamperios.

1.12.5. 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:

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

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

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 1.4.5. del apartado CÁLCULOS del presente proyecto

1.13. PUESTA A TIERRA

1.13.1. 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.

1.13.2. CARACTERÍSTICAS DE 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 procedentes 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).

1.13.3. 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 [S_p] 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)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 \leq S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

- 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.

1.13.4. 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.

1.13.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

El electrodo está formado por 4 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 35 mm² de sección. Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 35mm² de sección por medio de 17 soldaduras aluminotérmicas (11 en las uniones de los mallazos con los pilares del edificio, 1 a las guías del ascensor y 1 a la centralización de contadores y 4 en las conexiones entre el conductor desnudo y las picas), formando así una superficie equipotencial a lo largo de todo el edificio.

La centralización de contadores existente se unirá 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.

2. CALEFACCIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN

Se llama calefacción al proceso que controla la temperatura mínima de un local. Por tanto, el objetivo final de una instalación de calefacción es lograr que la temperatura dentro de un local no descienda nunca por debajo de un valor previamente fijado.

Una instalación de calefacción depende fundamentalmente de 2 factores:

- las características del local(tamaño, uso, materiales constructivos, ...)
- la climatología del lugar donde se encuentre.

Las instalaciones de calefacción suelen estar integradas por 3 subsistemas:

- Producción
- Distribución
- Emisión de calor

La energía exterior aportada que se invierte en producción de calor es transferida, en parte, al subsistema de distribución, pero por otra parte se pierde hacia el exterior. A su vez, de la energía transferida al subsistema de distribución una parte se transferirá al exterior y el resto llegará al subsistema de emisión, donde los emisores se encargan de calentar el local.

2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

La primera condición que debe cumplir un sistema de calefacción, es que se pueda integrar en el edificio donde va a ser instalado, de una forma total adaptándose íntegramente a las formas constructivas del edificio y al régimen de utilización del mismo, dando respuesta a todas las demandas caloríficas que precise, siguiendo la evolución de sus pérdidas de calor.

Debe tener capacidad de respuesta suficiente, para proporcionar la carga instantánea máxima que se precise, sin que resulte con una inercia térmica excesiva y disponer de los medios precisos de regulación, para evitar derroches energéticos y alteraciones del bienestar térmico de sus ocupantes, para lo cual podrá ser capaz de trabajar en condiciones de cargas parciales adecuadas a cada necesidad.

Antes de elegir un sistema se deben considerar los siguientes parámetros:

- *La inversión:*

Deberá realizarse un estudio previo de la amortización de la instalación, teniendo en cuenta no solamente los gastos iniciales de sus componentes básicos (caldera, radiadores, etc.) sino analizando también los gastos de explotación, según el tipo de combustible empleado, su evolución y previsiones futuras, etc.

- El edificio

Se requiere hacer un análisis del propio edificio atendiendo a consideraciones de su forma, el tipo de construcción, los espacios disponibles en su interior, su compartimentación, la orientación, su situación geográfica y el uso del mismo que condiciona la evolución de la carga térmica precisa.

- La carga térmica

Es el factor fundamental de la instalación de calefacción, por lo cual en su determinación, se hace necesario un estudio muy preciso de la misma y de todos los factores que en ella intervienen, como el aislamiento térmico de los cerramientos, las pérdidas de calor y su evolución, y las aportaciones energéticas en caso de haberlas.

- Las condiciones externas

En éstas condiciones destacan la temperatura y la mayor o menor exposición del edificio.

Los sistemas de calefacción se clasifican de la siguiente forma:

1- Clasificación por el modo de obtención de calor

Atendiendo a la energía utilizada en la instalación de calefacción, las instalaciones se clasifican por el tipo de energía utilizado; energías convencionales, energía eléctrica, biocombustibles, energía solar y bomba de calor.

Las **energías convencionales** son las más utilizadas y corresponden a los combustibles tradicionales, sólidos, líquidos y gaseosos.

La **energía eléctrica**, define el uso de los denominados sistemas eléctricos de calefacción, donde la transformación energética de electricidad a calor sigue la Ley de Joule y define dos grandes sistemas; calefacción directa (mediante estufas, calentadores, hilo radiante, convectores o radiadores eléctricos) y calefacción por acumulación (mediante acumuladores estáticos o dinámicos de calor).

La **energía solar**, representa en la mayoría de los casos un sistema de apoyo a una calefacción tradicional, ya que este sistema precisa una gran extensión superficial, donde instalar los paneles solares, necesitando además una compleja instalación de regulación y acumulación del calor, por lo cual su utilización allí donde la climatología es propicia suele ser parcial, y como apoyo a otro sistema. Su mayor aplicación es para la climatización del agua caliente sanitaria (ACS), donde puede resolver instalaciones externas en determinados tipos de edificios y edificaciones concretas.

La **bomba de calor**, consiste en un sistema de bombeo de energía, desde el exterior al interior del edificio a caldear, bomba (aire-aire) tomando la energía un nivel térmico inferior (aire exterior) al utilizado en la calefacción interior del local a calefactor (aire interior).

2- Clasificación por el grado de concentración

La solución de los sistemas de caldeo para viviendas, se pueden resolver de dos formas distintas, que establecen los dos grandes sistemas de calefacción: individual y central.

La **calefacción individual** o **local**, es aquella en que cada vivienda o local tiene una fuente de calor y una instalación autónoma. Por lo contrario, la **calefacción central** o **colectiva**, dispone de una fuente calorífica común para todo un edificio o conjunto de viviendas y mediante una instalación adecuada se reparte el calor por todas las dependencias y es transportado por medio de un fluido.

3- Clasificación por la naturaleza del fluido caloportador

El fluido condiciona toda la instalación y así tenemos que según este fluido caloportador las instalaciones de calefacción pueden ser por; aire, agua, vapor o fluidos térmicos.

El **aire** como fluido caloportador tiene sus ventajas e inconvenientes.

Como ventajas, el bajo costo de la instalación precisa para el calentamiento del aire, así como la poca importancia que puede presentar una fuga del mismo en el transporte hacia los locales a calentar.

Como inconveniente fundamental su baja entalpía. Ya que el calor específico del aire seco es muy bajo, lo que precisa un volumen de desplazamiento muy grande para conseguir transportar una energía térmica considerable, obligando a diseñar conductos muy voluminosos, que limitan su utilización a zonas de grandes espacios disponibles. Además, el aire es insuflado directamente al local a calefactor, lo que obliga a controlar su velocidad para que no sea molesto y ello disminuye el caudal, teniendo que aumentar la sección del conducto.

El **agua**, por el contrario, tiene un mayor calor específico que el aire, lo que permite mayor transporte de energía térmica, con caudales más pequeños, que se pueden lograr con tuberías. Como además el agua se mantiene dentro de los circuitos estancos de la calefacción, solamente limita su velocidad por efecto de los ruidos (<55dB).

Las fugas de agua en el sistema, sí pueden originar repercusiones secundarias de largo alcance, por ello su estanqueidad debe ser más precisa.

El **vapor** se puede considerar como el mejor fluido caloportador, debido a su elevada entalpía.

Los **fluidos térmicos** son líquidos especiales (aceites que pueden trabajar a temperaturas muy elevadas: 300°C) a la presión atmosférica normal sin el riesgo de que el líquido cambie de estado. En determinados casos se pueden utilizar también en la ase vapor, como en la fase líquida.

Sus ventajas como fluidos caloportadores, son su excelente comportamiento como tales, ya que se fabrican para este fin, y mantienen su temperatura con precisión y no atacan a las tuberías ni recipientes, eliminándose cualquier tratamiento de desmineralización o desgasificación.

Su utilización, es en instalaciones de calefacción de plantas industriales, por medio de intercambiadores sucesivos y en el sector industrial, como proceso productivo donde si necesitan temperaturas de ese orden y también en instalaciones urbanas.

4- Clasificación por la red de distribución

Según el diseño de la instalación ésta puede ser de; distribución superior, distribución inferior, sistema bitubular, sistema monotubular, de retornos directos o retornos invertidos.

El **sistema bitubular** es el sistema más común. El fluido caloportador que sale de la caldera discurre a través de un conjunto de tuberías, denominado circuito de ida, a temperatura constante. Este circuito de ida reparte el caudal necesario a cada uno de los aparatos calefactores. Desde la salida de los equipos calefactores y hasta la caldera, existe otro conjunto de tuberías, circuito de retorno (paralelo al anterior) que puede ser directo o invertido.

Entre las ventajas que presenta el sistema bitubular está la mayor facilidad de cálculo y equilibrado hidráulico de la instalación, debido sobre todo a que todos los emisores les llega el agua a igual temperatura y en ellos se enfría por igual.

Aunque también precisa un mayor desarrollo de tuberías y cambios frecuentes en las secciones de las mismas y por tanto un aumento del coste de la instalación.

En el **sistema monotubular** se utiliza un solo tubo que actúa tanto de circuito de ida como de circuito de retorno, estando los emisores en serie y alimentando cada uno al siguiente.

Este sistema necesita válvulas especiales que deben regular el paso de agua hacia el emisor, haciendo que una parte variable pase a éste y desviando el resto del caudal hacia el emisor siguiente.

Respecto al bitubular, se encuentran las siguientes ventajas:

- Más sencillo y más económico (mano de obra, secciones de las tuberías)

Y entre los inconvenientes:

- A los últimos radiadores les llega el agua a menor temperatura que a los primeros, por lo que el cálculo de la superficie radiante de cada radiador es más complicado.

- También el cálculo de las pérdidas de carga se hace más difícil.

En la instalación de **retorno directo** las longitudes de tubería de ida y retorno, a cada emisor, son prácticamente iguales, siendo en cambio los recorridos de tubería de un emisor a otro muy distintos, con lo que para un mismo diámetro, las pérdidas de presión serán tanto mayores cuanto más alejado de la caldera se encuentre el emisor, por lo que el primero (respecto de la situación de la caldera) recibirá mayor cantidad de agua y a mayor temperatura que el siguiente y así sucesivamente, dando como resultado una desigualdad importante.

En las de **retorno invertido** se consigue que el recorrido del agua para cada uno de los aparatos calefactores sea aproximadamente el mismo, ya que se compensan los recorridos del circuito de ida con los de retorno, de forma que las pérdidas de carga se igualan, con lo que los cuerpos emisores reciben caudales semejantes y se igualan las aportaciones caloríficas, siempre que se mantenga constante el diámetro de tubería.

5- Clasificación según los emisores

Otra clasificación de los sistemas de calefacción es atendiendo a los emisores de calor, es decir, a la unidad terminal que cede el calor a la habitación o local a calefactar, dando de esta manera el nombre a la instalación de calefacción. Los emisores de calor más utilizados son; los radiadores, los convectores, los paneles, los tubos de aletas, los fan-coils y los aerotermos.

El **radiador**, es la superficie de calefacción más utilizada, aunque solamente emite un 20% aproximadamente de su calor por radiación y el resto básicamente por convección, por ello como mejor trabaja es aislado y libre. Su concepción es a base de elementos y columnas que definen su longitud y profundidad, siendo utilizados en materiales diversos; acero, hierro fundido y aluminio.

El **convector**, cede todo su calor por convección al aire que se hace circular a través de sus superficies calientes (serpentes, placas, radiadores o tubos) dándole forma a su cubrición para canalizar el aire del local y hacerle pasar forzosamente a través del foco de calor de una forma natural (convección natural) o forzada (convección forzada).

Los **paneles**, son placas huecas de muy poco espesor, por cuyo interior circula el fluido calefactor, presentando una gran superficie de cesión del calor (por radiación) (paneles radiantes) y también parte por convección del aire que circula entre las placas y la pared. Presentan muy poco espesor, y por su forma plana tienen una fácil limpieza.

Los **tubos de aletas**, son tubos de hierro fundido, o de acero rodeados de unas aletas metálicas de sección disminuyente hacia el exterior, que se calientan en su contacto con el tubo y ceden su calor al aire por convección y radiación. Se suelen combinar en una o varias filas y su utilización más corriente es en grandes locales.

El *fan-coil*, es un serpentín formando un radiador (batería) por cuyo interior circula el agua de la calefacción, y lleva incorporado un ventilador eléctrico que fuerza a pasar el aire recirculado de la habitación a caldear a través del citado radiador o batería robándole su calor.

El *aerotermino* o *termoventilador*, es un elemento similar al fan-coil, pero con un acabado más rústico y de menor calidad, utilizándose en instalaciones menos rigurosas como las industriales (caldeo de naves, talleres grandes, locales de factorías, etc.).

2.3. SOLUCIÓN ADOPTADA

Superficies viviendas:

TIPO	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5
SITUACIÓN DISTRIBUCIÓN	PB A	PB B	P 1º-2º-3º- 4º-5º A	P 1º-2º-3º B	P ÁTICO A
DISTRIBUIDOR	10,02	7,15	11,59	7,15	4,12
SALÓN- COMEDOR	19,22	24,15	19,30	24,15	16,70
COCINA	10,98	13,89	10,40	13,38	10,09
DORMITORIO 1	10,86	13,53	10,48	13,53	9,58
DORMITORIO 2	12,37	11,06	11,21	11,06	12,82
DORMITORIO 3	-	20,99	12,14	17,93	-
DORMITORIO 4	-	-	-	17,52	-
BAÑO	4,77	5,17	4,95	5,17	3,72
ASEO	-	3,43	2,70	3,43	2,72
PASILLO	-	3,69	-	5,75	-
S. ÚTIL VIVIENDA TIPO	68,22	103,06	82,77	119,07	59,75
Nº VIVIENDAS	1	1	5	3	1
TOTAL S. ÚTIL	68,22	103,06	413,85	357,21	59,75

La solución elegida es de tipo individual, por lo que, cada vivienda tendrá su propia caldera que proporcionará la energía necesaria para calefactar todos los espacios habitables de la casa. A lo largo de los años se ha visto que predominaba la instalación de calefacción colectiva, es decir, cada bloque de viviendas poseía una caldera común en la sala destinada a tal efecto que era la encargada de suministrar todo el calor a través de los emisores, pero, poco a poco, y sobre todo en los edificios de nueva construcción, la caldera individual se está imponiendo, haciendo de cada vivienda un circuito independiente. Esto trae una gran ventaja como es la de encender la caldera en el momento del día que se desee y la duración que se estime oportuno si no se cree suficiente el nivel de bienestar. Para ello será necesaria la instalación de contadores individuales.

Como fuente de obtención de calor se ha adoptado por una instalación de calefacción convencional, ya que la relación existente entre el coste de la instalación, precio de combustible y potencia calorífica necesaria, es la más adecuada para este tipo de vivienda. Más concretamente se adoptará un sistema de calefacción convencional con gas natural.

En cuanto al fluido portador de calor, se descarta el aire porque se deben utilizar conductos voluminosos y por la complejidad en el cálculo de la instalación. También se descarta el vapor debido a las altas temperaturas que se alcanzan en los emisores con el consiguiente peligro por quemaduras. Se elige por tanto el agua que presenta menos problemas y resulta al fin y al cabo más económica.

La red de distribución será bitubo y con retorno invertido.

Por último, se emplearán radiadores como emisores de calor por ser los que mejor se adaptan a las viviendas y por existir una mayor experiencia y por tanto mayor información.

Es decir, la solución adoptada es una instalación individual con calefacción convencional que utiliza como fluido caloportador el agua; la red de distribución será bitubular, de retorno invertido y con radiadores como emisores.

2.4. CONDICIONES DE DISEÑO

El punto de partida a la hora de la realización de un proyecto de instalación de calefacción es fijar las condiciones de diseño, tanto interiores como las exteriores del lugar donde se va a realizar la instalación.

2.4.1. CONDICIONES INTERIORES

Las condiciones interiores de diseño quedan definidas por la temperatura de uso de los locales, la humedad relativa, el movimiento y pureza del aire aunque también importan factores como la temperatura superficial de los cerramientos, aportación calorífica, iluminación...

Teniendo en cuenta que el control de todos esos factores, solamente se conseguirá con la climatización del aire acondicionado, por medio de la calefacción solo se considerará la temperatura interior, la velocidad media del aire y la humedad relativa interior

Estos valores deben mantenerse en los espacios habitables que vienen definidos en el CTE y que se corresponden con las habitaciones, salones, cocinas, baños, aseos, pasillos, distribuidores y las zonas comunes de circulación en el interior de los edificios. Se ha adoptado, pues, una temperatura del aire interior de 20 °C en todos los espacios de las viviendas, salvo en terrazas. Los espacios como garajes, trasteros o zonas comunes de ambos se considerarán espacios no habitables y no se deben calefactar (I.T.E.02.4.3.), por lo que se considerará que están a 10 °C.

2.4.2. CONDICIONES EXTERIORES

Para mantener constante la temperatura de un local debe igualarse en cada instante el flujo de calor que proporcionan los emisores con la pérdida de calor. Por lo tanto, el flujo de calor que se demanda a los emisores en cada instante es variable ya que depende de las condiciones exteriores en cada momento del día y del año.

Con objeto de determinar el tamaño de los equipos que integran la instalación de calefacción, se supone que la temperatura exterior permanece constante e igual a un valor denominado temperatura exterior de diseño que se corresponde con la temperatura media del mes de enero. Para nuestro proyecto, estos valores son:

Temperatura exterior: -5 °C

Humedad exterior: 80 %

2.5. PROPIEDADES TÉRMICAS DEL EDIFICIO

Ya establecidas las condiciones interiores y exteriores, se evalúan las características térmicas de los diferentes cerramientos que componen la vivienda, con el fin de estimar la cantidad de calor que se intercambia con el exterior y por tanto la cantidad de energía térmica necesaria para mantener unas condiciones de bienestar en el interior de los locales.

2.5.1. TIPOS DE CERRAMIENTOS QUE COMPONEN EL EDIFICIO

Se definen los cerramientos como los cuerpos físicos que se utilizan para reducir el flujo de energía en forma de calor de un foco caliente a otro frío debido a la diferencia de temperaturas existente entre uno y otro. Se trata de los cerramientos que separan las viviendas o locales calefactados de los no calefactados o bien del exterior.

FACHADA:

Material	e(m)
1/2 pie ladrillo perforado (LP) métrico	0.120
Mortero de cemento	0.010
MW Lana mineral	0.080
Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.020
Betún fieltro o lámina	0.001
Tabicón de ladrillo hueco (LH) doble	0.070
Enlucido de yeso aislante	0.010

TERRAZA (Cubierta):

Material	e(m)
Hormigón con áridos	0.065

ligeros	
Mortero de áridos ligeros	0.030
Subcapa, fieltro	0.005
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0.080
Betún fieltro o lámina	0.001
Hormigón en masa	0.015
FR Entrevigado de hormigón	0.300
Placa de yeso o escayola	0.015

CUBIERTA:

Material	e(m)
Arena y grava	0.060
Subcapa, fieltro	0.005
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0.080
Betún fieltro o lámina	0.001
Hormigón en masa	0.010
FR Entrevigado de hormigón	0.300
Placa de yeso o escayola	0.015

FORJADO ENTREPLANTAS:

Material	e(m)
Plaqueta o baldosa de gres	0.010
Mortero de áridos ligeros	0.050
PUR Proyección con CO2 celda cerrada	0.020
FR Sin Entrevigado	0.300
Placa de yeso o escayola	0.015

FORJADO GARAJE:

Material	e(m)
Plaqueta o baldosa de cerámica	0.010
Mortero de áridos ligeros	0.080
PUR Proyección con CO2 celda cerrada	0.060
FR Sin Entrevigado	0.300
Hormigón armado	0.015

TABIQUE (Particiones interiores):

Material	e(m)
-----------------	-------------

Enlucido de yeso	0.015
Tabique de LH sencillo	0.120
MW Lana mineral	0.020
Tabique de LH sencillo	0.070
Enlucido de yeso	0.015

HUECOS

-Ventanas y puertas (de PVC):

- Carpintería PVC, SOFTLINE DOBLE JUNTA DE KOMMERLING.
- Vidrio, CLIMALIT, acristalamiento doble con cámara de 12 mm (4/12/6)

-Puertas (de madera):

-Carpintería de madera maciza de Roble.

2.5.2. CONDENSACIONES DE LOS CERRAMIENTOS

El aire atmosférico contiene cierta cantidad de vapor de agua que varía de una manera cíclica con los cambios estacionales. A una temperatura dada el aire no puede contener en estado vapor más que una cantidad de agua inferior a un nivel máximo denominado de saturación. Cuando el contenido de vapor de agua es menor, el aire no está saturado y se caracteriza por su humedad relativa o relación entre el peso o presión de vapor de agua existente y el vapor de agua saturante.

La presión de saturación será más elevada a medida que la temperatura de aire sea más alta. Una masa de aire inicialmente no saturada llevada a una temperatura más baja puede alcanzar el nivel de saturación sin necesidad de ver modificada su presión de vapor de agua. A partir de ese punto parte del vapor de agua se condensará en estado líquido. La temperatura a partir de la cual se produce esta condensación se denomina punto de rocío (del ambiente considerado).

Así pues, se producirá siempre el fenómeno de la condensación cuando el aire descienda hasta un nivel igual o inferior a su punto de rocío, o cuando el vapor contenido en el aire se encuentre en contacto con un cerramiento u objeto cuya temperatura sea inferior al punto de rocío.

Debido a la diferencia de temperaturas de aire a ambos lados de los cerramientos se produce un movimiento o flujo de calor desde el lado más caliente al más frío. La magnitud de este intercambio depende directamente de la resistencia térmica que ofrezca dicho cerramiento. Ya que es un aspecto muy importante del Documento Básico Ahorro de Energía (DB-HE), del CTE, en el documento CÁLCULOS se puede ver todo perfectamente detallado, paso a paso y se comprueba que los cerramientos que componen en el edificio cumplen con lo dispuesto en el CTE.

2.5.3. FICHAS JUSTIFICATIVAS

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	1	Zona de alta carga interna	0
----------------	----	--------------------	---	----------------------------	---

MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
	Fachada principal	298,94	0,42	125,5548	$\Sigma A = 298,94$
					$\Sigma A \cdot U = 125,55$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,42$
E	Fachada principal	283,2	0,42	118,944	$\Sigma A = 283,20$
					$\Sigma A \cdot U = 118,94$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,42$
O	Fachada principal	170,57	0,42	71,6394	$\Sigma A = 170,57$
					$\Sigma A \cdot U = 71,64$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,42$
S	Fachada principal	20,16	0,42	8,4672	$\Sigma A = 20,16$
					$\Sigma A \cdot U = 8,47$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,42$
SE					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
SO					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
C-TER					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

SUELOS

(U_{sm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Terraza	352,65	0,332	117,0798	$\Sigma A = 352,65$ $\Sigma A \cdot U = 117,08$ $U_{sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,33$

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm} y F_{Lm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Cubierta	352,65	0,352	124,1328	$\Sigma A = 352,65$ $\Sigma A \cdot U = 124,13$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,35$

Tipos	A (m ²)	F	A·F (m ²)	Resultados
				$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot F =$ $F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	1	Zona de alta carga	0
-----------------------	----	---------------------------	---	---------------------------	---

HUECOS (U_{Hm} y F_{Hm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
Z	Ventanas	13,69	2,88	39,43	$\Sigma A =$	13,69
					$\Sigma A \cdot U =$	39,43
					$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2,88

Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F (m ²)	Resultados	
E	Ventanas	57,79	2,88	0,56	166,44	32,36	$\Sigma A =$	57,79
							$\Sigma A \cdot U =$	166,44
							$\Sigma A \cdot F =$	32,36
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2,88
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,56
O	Ventanas	71,35	2,88	0,56	205,49	39,96	$\Sigma A =$	71,35
							$\Sigma A \cdot U =$	205,49
							$\Sigma A \cdot F =$	39,96
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2,88
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,56
S							$\Sigma A =$	
							$\Sigma A \cdot U =$	
							$\Sigma A \cdot F =$	
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	
SE							$\Sigma A =$	
							$\Sigma A \cdot U =$	
							$\Sigma A \cdot F =$	
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	

SO							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

FICHA 2 CONFORMIDAD – Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	1	Zona de alta carga interna	0
-----------------------	----	---------------------------	---	-----------------------------------	---

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\max\text{proy}}^{(1)}$	$U_{\max}^{(2)}$
Muros de fachada	0,42	} $\leq 0,86$
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		
Suelos	0,33	$\leq 0,64$
Cubiertas	0,35	$\leq 0,49$
Vidrios de huecos y lucernarios	2,8	} $\leq 3,5$
Marcos de huecos y lucernarios	3,2	
Medianerías		≤ 1
Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾	0,93	$\leq 1,2$

MUROS DE FACHADA		
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$
N	0,42	} $\leq 0,66$
E	0,42	
O	0,42	
S	0,42	
SE		
SO		

HUECOS Y LUCERNARIOS					
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$		$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	2,88	$\leq 3,5$			≤ 1
E	2,88	} $\leq 3,5$		0,56	} ≤ 1
O	2,88				
S					
SE		$\leq 3,5$			≤ 1
SO		$\leq 3,5$			≤ 1

CERR. CONTACTO TERRENO		SUELOS		CUBIERTAS		LUCERNARIOS	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Tlim}^{(5)}$	$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$	F_{Lm}	F_{Llim}
	$\leq 0,66$	0,33	$\leq 0,49$	0,35	$\leq 0,38$		$\leq 0,36$

(1) $U_{maxproy}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.

(2) U_{max} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2,1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

(3) En edificios de viviendas, $U_{maxproy}$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

(4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.

(5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

FICHA 3 CONFORMIDAD - Condensaciones										
CERRAMIENTO, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. Superficiales		C. Intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada	f_{Rsi}	0,89	$P_{sat,n}$	687,6	688,77	689,71	689,83	1276,52	1284,73	1285,42
	f_{Rmin}	0,61	P_n	936,69	945,23	1886,66	2023,73	2027,05	2187,94	2217,48
Cubierta	f_{Rsi}	0,91	$P_{sat,n}$	674,01	674,63	819,29	1023,25	1236	1260,66	1261,16
	f_{Rmin}	0,61	P_n	864,71	898,19	2096,13	2099,03	2103,38	2213,75	2259,27
Terraza	f_{Rsi}	0,91	$P_{sat,n}$	674,04	676,46	677,06	818,77	1221,35	1229,8	1253,96
	f_{Rmin}	0,61	P_n	871,8	894,89	927,4	2060,37	2062,96	2068,93	2171,34
Forjado entrepl.	f_{Rsi}	0,79	$P_{sat,n}$	680,56	692,3	720,47	1283,91	1285,32		
	f_{Rmin}	0,61	P_n	988,42	1104,09	1819,02	1929,91	2029,6		
Forjado garaje	f_{Rsi}	0,89	$P_{sat,n}$	678,03	690,06	744,17	1104,94	1285,32		
	f_{Rmin}	0,61	P_n	917,43	1005,95	2169,17	2234,95	2297,61		
Tabique	f_{Rsi}	0,77	$P_{sat,n}$	699,74	1049,34	1055,17	159,1	1285,32		
	f_{Rmin}	0,61	P_n	910,64	1188,55	1737,05	2008,35	2078,84		
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}		P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}		P_n							

2.6. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN

Para mantener constante la temperatura interior de un local calefactado, hay que suministrar en cada instante una potencia calorífica que equilibre las pérdidas de calor que experimenta el local. Estas pérdidas pueden ser:

- Pérdidas por transmisión
- Pérdidas por infiltración o renovación
- Pérdidas por suplementos

2.6.1. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas de calor por transmisión a través de los cerramientos es el factor principal en la determinación de la demanda calorífica de un local.

Las pérdidas por transmisión se producen debido a la existencia de un diferencia de temperaturas entre el interior del local y el ambiente exterior que le rodea o bien entre un local calefactado y otro no calefactado; éstas temperaturas se mantienen constantes e iguales a los valores de diseño ya comentados. Se crea, por tanto, un flujo de calor en la dirección de la zona de mayor temperatura a la zona con menor temperatura, ya que se tiende al equilibrio térmico. Son las producidas por el escape por convección y conducción de la zona interior a la exterior, atravesando el medio que las separa (techo, suelo, pared, puerta, ventana,...).

Conducción: es debido a la vibración de las moléculas, aumentando su energía interna. La transmisión de calor se hace a través de la materia pero sin flujo de materia, es decir, las partículas de la zona más caliente comunican con su agitación térmica a las de la zona más fría al chocar con ella y aquella se propaga hacia las regiones de temperatura más baja. Se observa preferentemente en sólidos.

Convección: es debido a un movimiento de la materia basado en una diferencia de densidades. Las moléculas calientes se mueven hacia un foco frío. Es la transmisión de calor de un punto otro, mediante un fluido (aire) en circulación

Dependen de la calidad del cerramiento (dada por la conductividad), de su espesor, de la superficie que ocupa y de la diferencia de temperaturas o salto térmico entre ambas partes y se relacionan de la siguiente manera:

$$Q_T = \sum [U \cdot S \cdot (t_i - t_e)]$$

Donde:

Q_T = Pérdidas de calor por transmisión, en kW .

U = Coeficiente de transmisión térmica (en $W / m^2 K$) de los diferentes cerramientos, los cuales fueron ya calculados.

S = Superficie de transmisión de cada uno de los cerramientos (m^2).

t_i = Temperatura interior del local, en °C.

t_e = Temperatura exterior, en °C.

En el documento CÁLCULOS se especifican las características de cada uno de los espacios a estudiar.

2.6.2. PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN O RENOVACIÓN

Las pérdidas por renovación constituyen la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del aire procedente del exterior, de tal forma que éste alcance la temperatura del habitáculo. Estas pérdidas son producidas principalmente por las infiltraciones de aire a través de puertas y ventanas y pueden ser continuas e involuntarias o bien voluntarias. Esta renovación es indispensable para mantenerlos a unos niveles de humedad y pureza adecuados. Una renovación se considera la sustitución de todo el volumen de aire del cerramiento.

Su valor viene determinado por la expresión siguiente:

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t$$

Donde:

Q_R = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en kW .

V = Volumen del habitáculo, en m³. Su valor se dará en los sucesivos cuadros de cálculo.

C_e = Calor específico del aire, 0.24 K_{cal}/K_g °C ≅ 1 kJ / kg °C

p_e = Peso específico de aire seco, 1.24 K_g/m³ .

n = N° de renovaciones de aire por segundo. Su valor se detallará a continuación.

Δt = Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del local, en °C.

Tipo habitáculo	Renovaciones/hora
Dormitorio	0.5
Baño	1.5
Cocina	1.5
Salón	0.5
Vestíbulo	0.5
Paso	0.5

2.6.3. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTOS

Las pérdidas por suplementos se pueden dividir en:

- **Pérdidas por orientación**

Estas pérdidas son debidas a la exposición que tienen los cerramientos a la radiación solar y los vientos.

Según las diferentes orientaciones de los cerramientos del edificio, se prevén los siguientes suplementos para el cálculo de las pérdidas totales de calor:

Orientación	Porcentaje aumento potencia (%)
Norte	15
Sur	0
Este	10
Oeste	5

- **Pérdidas por intermitencia de uso**

Debido a la intermitencia de uso también se añade un suplemento, ya que por razones de ahorro energético la calefacción no funciona durante las 24 horas del día. Esta interrupción del sistema se realiza cuando la actividad es muy reducida, como en las horas de sueño por ejemplo.

Tipo habitáculo	Porcentaje aumento potencia (%)
Dormitorio	10
Baño	20
Cocina	15
Salón	20
Vestíbulo	10
Paso	10

2.7. RADIADORES

Una vez conocida la carga térmica de cada uno de los locales que componen la vivienda, se puede proceder al dimensionado de los emisores de calor a dimensionar.

En apartados anteriores se describieron los tipos de emisores que existen actualmente en el mercado. De todos ellos se ha optado por los radiadores.

Los radiadores se pueden clasificar, en función de los materiales de que están fabricados en:

- Radiadores de hierro fundido: se caracterizan por tener una duración prácticamente ilimitada, debido a la elevada resistencia a la corrosión del hierro fundido, y por tener una gran inercia térmica. Una de sus mayores ventajas es la de poder ampliar sus elementos gracias a la fácil unión entre ellos.
- Radiadores de acero: son mucho más ligeros que los de fundición, teniendo por lo tanto una masa y una inercia térmica menor. Por el contrario, su resistencia a la corrosión es inferior a los de fundición por lo que su vida es más corta.
- Radiadores de aluminio: trabajan básicamente por convección ya que el aluminio tiene un coeficiente de radiación muy bajo. Además, con frecuencia están constituidos por elementos aleteados longitudinalmente, favoreciendo aún más la transmisión de calor por convección. Son mucho más ligeros que los demás debido a la baja densidad de este material. Tienen muy poca inercia térmica debido a la alta conductividad térmica, por lo que les hace idóneos para calefacciones de puesta en régimen rápidas.

2.7.1. SELECCIÓN DE LOS RADIADORES

Se ha optado por instalar radiadores de aluminio en todas las viviendas. El modelo escogido es el **DUBAL 30** de la marca **ROCA**, con una potencia de:

$$70.5 \text{ Kcal/h} = 81.98 \text{ W}$$

2.7.1.1. NÚMERO DE ELEMENTOS NECESARIOS POR LOCAL

Para obtener el número de elementos necesarios para cada uno de los locales se divide la carga térmica del local entre la emisión calorífica aportada por cada elemento. Este valor no suele ser un valor entero por lo que se tomará el siguiente número entero.

El resultado de multiplicar el número de elementos por la emisión calorífica de cada elemento da la potencia térmica instalada en el cada local. El número de elementos necesarios en cada uno de los locales de cada una de las viviendas se expone en el documento **CÁLCULOS**.

2.7.2. COLOCACIÓN Y UBICACIÓN

La localización de los radiadores es más favorable debajo de las ventanas, o lo más cerca posible a ellas. La ventana es el elemento separador de menor resistencia térmica y, en muchos casos, está situada en el único cerramiento en contacto con el exterior, por lo que, por ella o en sus inmediaciones se producen la mayor parte de las pérdidas de calor.

También por las ventanas se producen infiltraciones de aire frío del exterior, que al entrar tiende a descender calentándose al mezclarse con el aire caliente procedente del emisor. Con esto se trata de evitar el efecto de pared fría.

Cuando no sea posible la instalación de los radiadores debajo de las ventanas, conviene situar los radiadores en la pared más fría. Se procurará también que no rompan con la estética del local y que no produzcan problemas con el mobiliario interior.

2.7.3. ACCESORIOS

Cada uno de los elementos emisores tendrá un dispositivo para poder modificar las aportaciones térmicas o dejarlo fuera de servicio (I.T.E.02.4.11.). Además dispondrán de dispositivos de corte a la entrada y salida.

2.8. RED DE DISTRIBUCIÓN

La red general de tuberías de una instalación de calefacción tiene por misión el conducir el fluido caloportador que se ha calentado previamente en el generador de calor hasta los distintos emisores que componen la instalación. Se denominan tuberías de ida, al conjunto de canalizaciones que transportan el fluido portador desde el generador hasta los emisores. Una vez cedido el calor en éstos, el fluido retorna al generador para su recalentamiento a través de las tuberías de retorno.

En los puntos más bajos de cada circuito hidráulico se incorporarán grifos de vaciado con descarga conducida al desagüe más próximo de forma que en algún punto de dicha descarga sea visible el paso del agua.

2.8.1. ASPECTOS GENERALES

2.8.1.1. DILATACIÓN

Las dilataciones a las que están sometidas la tuberías al aumentar la temperatura del fluido se deben compensar a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, donde se concentran los esfuerzos de dilatación, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos.

Para compensar el efecto de la dilatación se puede recurrir a la compensación natural, que se produce cuando la modificación de la longitud de la tubería es absorbida gracias a la elasticidad de cobre por los cambios de dirección a los que obliga el trazado de la red, dando lugar al *codo* y a la *s*. Cuando no puede ser absorbida naturalmente se recurre a dispositivos especiales.

En concreto, para las tuberías de cobre el coeficiente de dilatación térmica es de 0.017 mm por cada metro de tubo (para aumentos de temperatura de unos 100°C).

Se recurrirá entonces a la compensación natural, es decir, las posibles dilataciones serán absorbidas por los codos.

2.8.1.2. EXPANSIÓN

Los circuitos cerrados con agua o soluciones acuosas estarán equipados de un dispositivo de expansión de tipo cerrado, según se expone en I.T.E.02.8.4.

El vaso de expansión es el dispositivo destinado a absorber el aumento de volumen que experimenta la totalidad del agua contenida en la instalación cuando se calienta desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de servicio, para evitar sobrepresiones.

En nuestro caso, al ser la instalación de tipo individual (un circuito para cada vivienda) no existe demasiado líquido en circulación, por lo que el aumento de volumen es muy pequeño y el vaso de expansión se encuentra dentro de la caldera, suponiendo una gran ventaja estética y funcional.

2.8.1.3. AISLAMIENTO

Se deben aislar térmicamente todas aquellas conducciones y accesorios cuando contengan fluidos a temperatura superior a 40 °C y estén situados en locales no calefactados, según se establece en el apéndice 03.1. del R.I.T.E.

Para el caso de tuberías de diámetro exterior menor de 35 mm y temperatura de fluido comprendida entre 66 °C y 100 °C se deberán instalar aislamientos de espesores mínimos de 20 mm.

El aislante que se instalará es a base de caucho sintético expandido en forma de coquilla de color negro cuya conductividad es de 0.04 W/m K a 20 °C, como se establece en la I.T.E. 02.10.. Los accesorios como válvulas y elementos de regulación así como los equipos de bombeo serán aislados con el mismo material.

2.8.1.4. CONEXIONES

Según se establece en la I.T.E.05.2.2., las conexiones entre los equipos y aparatos con las tuberías han de cumplir lo siguiente:

- Las conexiones de los equipos y aparatos a las tuberías se realizarán de tal forma que entre la tubería y el equipo o aparato no se transmita ningún esfuerzo debido al peso propio y a las vibraciones.
- Las conexiones deberán ser fácilmente desmontables para facilitar el acceso al equipo en caso de reparación o sustitución.

- Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones... deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.

2.8.1.5. UNIONES

Las uniones cumplirán lo siguiente (I.T.E.05.2.3.):

- El tipo de unión será por soldadura, ya que las tuberías son de cobre.
- Las tuberías se instalarán con el menor número de uniones. No se permite el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos.
- Cuando se realice la unión de 2 tuberías no deben forzarse para conseguir que los extremos coincidan sino que deben cortarse a la medida exacta.
- En los cruces entre tuberías se colocará un dispositivo de salto puente en las tuberías de retorno.

2.8.2. MATERIALES

El material empleado es el cobre. Como ventajas cabe destacar la resistencia a la corrosión, la alta seguridad, la ligereza del material, baja pérdida de carga, buena relación calidad-precio y la alta gama de tamaños.

2.8.3. DIMENSIONADO

El dimensionado de una red de tuberías consiste en la determinación de la pérdida de carga o pérdida de presión mediante la selección de los diámetros más adecuados.

La caída de presión en una red de tuberías puede descomponerse en 2 partes:

- Las pérdidas en tramos rectos (pérdidas primarias) ocasionadas por el rozamiento del fluido en las paredes de los tramos rectos de tubería
- Las pérdidas singulares (pérdidas secundarias) provocadas por los cambios de velocidad o dirección en los distintos accesorios que forman la red de distribución.

2.8.3.1. PÉRDIDAS EN TRAMOS RECTOS

Se han establecido fórmulas experimentales para el cálculo de las pérdidas de carga en una tubería recta, tomando en consideración aspectos tales como la velocidad de circulación del fluido, temperatura, diámetro de la tubería ... De acuerdo con estas fórmulas se han construido tablas, curvas y gráficos que permiten agilizar el cálculo.

Estos gráficos son diferentes según sea el material de las conducciones y de la temperatura media del fluido. Para la instalación proyectada, como ya se

mencionó, se ha escogido el cobre y la temperatura media del fluido es 80 °C (la media entre la temperatura de entrada, 90 °C y la de salida, 70 °C). La gráfica puede verse en el anexo

Actualmente la reglamentación fija en 2 m/s la velocidad máxima de circulación del agua por el interior de las tuberías que discurren por locales habitados, y que no se sobrepase una caída de presión de 400 Pa/m en tramos rectos, lo que fija una línea horizontal en el gráfico, que no puede ser rebasada.

La intersección de esta línea con la vertical correspondiente al caudal que circula por un tramo cualquiera, fijará un punto en el gráfico que puede coincidir o no con una línea de diámetro constante. Si coincide se tomará como valor de diámetro el correspondiente a la línea que pasa por el punto anteriormente fijado, y si no coincide, se descenderá a caudal constante hasta la primera intersección con una línea de diámetro constante, tomándose éste como diámetro del tramo de tubería a estudio.

Una vez fijado el punto de intersección se podrá obtener también en el gráfico los datos de velocidad de circulación v (m/s) y la caída de presión por unidad de longitud $\Delta P/L$ (Pa/m).

Se establece la caída de presión (Pa) en el tramo recto como el producto de la caída de presión por unidad de longitud por la longitud del tramo:

$$P_t = \frac{\Delta P}{L} L$$

2.8.3.2. PÉRDIDAS SINGULARES

Las pérdidas singulares se producen en elementos tales como codos, tes, válvulas, emisores... y serán evaluadas por el método de los coeficientes de pérdidas singulares, a través de la fórmula:

$$P_s = \sum \xi \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

2.8.3.3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN TOTALES

Las pérdidas de presión totales que se producen en un tramo son la suma de pérdidas en tramos rectos y pérdidas singulares, es decir:

$$P_T = P_t + P_s$$

2.8.3.4. EQUILIBRADO DE LA INSTALACIÓN

El equilibrado consiste en igualar las pérdidas de presión de todos los circuitos independientes que forman parte de la red de tuberías, ya que de no poseer la misma caída de presión, el fluido caloportador tenderá a circular por aquel circuito que posea menor pérdida de carga, circulando por él mayor cantidad de fluido de la necesaria.

Para comenzar con el equilibrado se seleccionará el circuito de menor longitud y se sumarán las pérdidas totales de cada uno de los tramos que lo integran. La caída de presión entre los distintos circuitos, no deberá variar más de un 15% de la pérdida total obtenida para el circuito más corto. El equilibrado consistirá en tomar los distintos circuitos que no cumplan esta condición y modificar el diámetro de sus tramos hasta conseguir que la caída de presión no varíe más del 15% de la pérdida total del circuito más corto.

2.9. CALDERA

La caldera es el aparato de la instalación donde se quema un combustible cuya energía calorífica desprendida se transmite a un fluido, en este caso en estado gaseoso, que será posteriormente distribuido a través de la red de tuberías a los locales a calefactor.

En este caso el fluido caloportador será agua y el combustible empleado, gas natural.

De forma esquemática, el agua caliente sale de la caldera a una temperatura de 90 °C y es impulsada a todos los radiadores de la vivienda de donde retorna hasta la caldera a una temperatura de 70 °C.

Tanto a la entrada como a la salida de fluido de la caldera, se instalarán llaves de corte de tipo esfera, asiento o cilíndrico que permitan aislar la caldera del resto de la instalación de calefacción.

La potencia de cada una de las calderas tendrá que ser capaz de cubrir las necesidades caloríficas para la calefacción así como las necesidades caloríficas para agua caliente sanitaria.

La potencia de las calderas será de dos tipos según la vivienda tenga 2 habitaciones ó tenga 3 ó más. Las calderas a utilizar son mixtas con microacumulación, murales y estancas:

- Modelo LAURA 20/20 F de la marca ROCA de 20000 kcal/h (23.3kW) para viviendas de 2 habitaciones.
- Modelo LAURA 35/35 F de la marca ROCA de 30000 kcal/h (35.0kW) para viviendas con 3 ó más habitaciones.

2.9.1. CHIMENEA

La función de las chimeneas es la de canalizar los productos de la combustión producidos en los quemadores de los generadores de calor hacia el exterior del edificio. No podrán ser utilizadas para fines diferentes del indicado anteriormente, ni podrán ser atravesadas por elementos ajenos al propio sistema de evacuación de humos.

Las chimeneas serán totalmente independientes de los elementos estructurales y de cerramiento del edificio, al que irán unidas únicamente a través de soportes, diseñados para permitir la libre dilatación de las mismas.

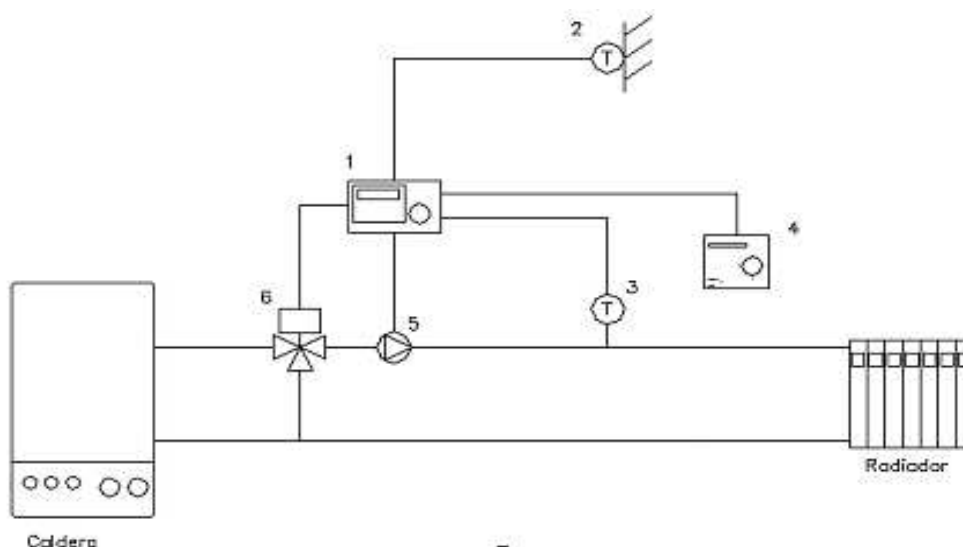
Las chimeneas tendrán un diámetro de 250 mm y ascenderán 1m por encima de la cubierta, hasta los 21.5 m. Cuando discurren por el interior del edificio llevan un aislante de 30mm.

2.10. SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL

La instalación de calefacción estará dotada de un sistema de control que regule se funcionamiento, controlando a través de termostatos de ambiente y termostatos diferenciales las condiciones de diseño previstas en cada uno de los locales de las viviendas.

Se colocará un termostato por cada vivienda; dicho termostato se colocará en la estancia cuya temperatura sea representativa de la media de la vivienda, alejado de fuentes de calor o frío, como ventanas, radiadores, lámparas, televisores... y una altura de entre 1.2 m y 1.5 m del suelo. Se colocará en el Salón-Comedor por ser la estancia de uso más común por los usuarios y la más habitada.

Como equipo de control se instalará un SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL de la marca **SIEMENS (LANDIS)**. Es un regulador en función de la temperatura exterior con corrección del ambiente (opcional). Posee una acción progresiva sobre la válvula, o todo/nada sobre la caldera.



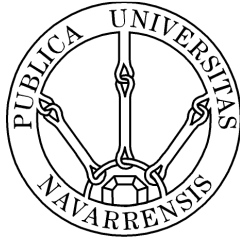
1. RVP 350 Se puede programar con antelación para todo un año. Utiliza un programa semanal con modo automático día/noche para el óptimo control marcha/paro. El programador horario anual incorpora un horario automático verano/invierno y un sencillo programa anual que permite la programación de un periodo de vacaciones por año.
2. QAC 22 Sonda exterior
3. QAD 22 Sonda de temperatura de contacto, para el circuito de la caldera.
4. QAW 70 Sonda ambiente con reloj programador, ajuste de consigna, reajuste de temperatura ambiente y pulsador de economía.
5. VA 25/130 Bomba de circulación.
6. VXG 44.15-4 Válvula de 3 vías de asiento y actuador.

3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto total final asciende a la cantidad de doscientos nueve mil seiscientos cincuenta y seis euros con veintiún céntimos (209.656,21 €).

Fdo. Mikel Sánchez Bacaicoa

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN BAJA TENSIÓN, Y DE
CALEFACCIÓN PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS
CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA
PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).”

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Alumno: Mikel Sánchez Bacaicoa

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011

CÁLCULOS

ÍNDICE

1. Instalación Eléctrica	4
1.1. Previsión de Cargas	4
1.1.1. Acometida Portal	4
1.2. Métodos para el cálculo de las secciones.....	7
1.2.1. Normas para en cálculo de secciones	7
1.2.2. Metodologías utilizadas para el cálculo.....	8
1.3. Cálculo de Secciones	11
1.3.1. Acometidas	11
1.3.1.1. Acometida Portal	11
1.3.2. Líneas Generales de Alimentación	13
1.3.3. Derivaciones Individuales	15
1.3.3.1. Servicios generales	15
1.3.3.2. Garajes y trasteros.....	16
1.3.3.3. Telecomunicaciones.....	16
1.3.3.4. Viviendas	17
1.3.4. Circuitos interiores.....	27
1.3.4.1. Viviendas	27
1.3.4.2. Servicios generales	29
1.4. Cálculo de las intensidades de cortocircuito y protecciones	31
1.4.1. Introducción	31
1.4.2. Intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador	31
1.4.3. Intensidad de cortocircuito prevista en el origen de la instalación	32
1.4.4. Cálculo de los fusibles de la C.G.P.....	32
1.4.5. Cálculo de intensidades de cortocircuito y protecciones de líneas interiores.....	33
1.5. Cálculo de iluminación interior	36
1.5.1. Introducción	36
1.5.2. Cálculos de iluminación interior.....	36
1.6. Cálculos de Iluminación de Emergencia y Señalización	45
1.6.1. Cálculos	45
1.7. Cálculo de la instalación de puesta a tierra.....	51
1.7.1. Introducción	51
1.7.2. Cálculos e instalación en obra	51

2. Instalación de Calefacción.....	55
2.1. Código Técnico de la Edificación	55
2.1.1. Aplicabilidad.....	55
2.1.2. Cumplimiento del CTE.....	55
2.1.2.1. Determinación zona climática	55
2.1.2.2. Clasificación de los espacios	55
2.1.2.3. Envoltente térmica del edificio	55
2.1.2.4. Cálculo de los parámetros característicos de los cerramientos.....	56
2.1.2.4.1. Transmitancia térmica.....	56
2.1.2.5. Condensaciones	64
2.1.3.5.1. Condensaciones superficiales	64
2.1.3.5.2. Condensaciones intersticiales	65
2.1.2.6. Fichas justificativas.....	84
2.2. Condiciones de diseño.....	91
2.3. Demanda Calorífica del edificio	91
2.3.1. Cálculo de pérdidas por transmisión.....	92
2.3.2. Cálculo de pérdidas por infiltración o renovación.....	92
2.3.3. Cálculo de pérdidas por suplementos	93
2.3.3.1. Suplementos por orientación	93
2.3.3.2. Suplementos por intermitencia de funcionamiento	93
2.4. Necesidades caloríficas de las viviendas.....	94
2.5. Elección de los emisores de calor.....	130
2.5.1. Cálculo de pérdidas por transmisión.....	130
2.5.2. Cálculo de pérdidas por infiltración o renovación.....	130
2.6. Cálculo de la red de distribución.....	135
2.6.1. Caudal másico.....	135
2.6.2. Cálculo del diámetro de las tuberías de calefacción	136
2.6.2.1. Pérdidas de carga en tramos rectos	136
2.6.2.2. Pérdidas de carga secundarias.....	137
2.6.3. Tabla del circuito de tuberías de calefacción.....	138
2.6.4. Equilibrado del circuito	140
2.7. Cálculo de la caldera.....	144
2.7.1. Chimenea	145
2.8. Vaso de expansión en el circuito de calefacción	146

1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.1. 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

1.1.1. ACOMETIDA PORTAL

VIVIENDAS

nº de viviendas = 11 (Electrificación Básica = 5750W)

Coefficiente de simultaneidad = 9.2

$$P_v = \frac{11 \times 5750}{11} \times 9.2 = 52.9kW$$

SERVICIOS GENERALES

-Sótano 2:

$$-P_{\text{nucleo-comunic.-vertic.}} = 22.81m^2 \times 8 \frac{W}{m^2} = 182.48W$$

$$-P_{\text{cuarto-telec.}} = 6.7m^2 \times 8 \frac{W}{m^2} = 53.6W$$

$$-P_{\text{RITS-RITI}} = 3.000W$$

-Sótano 1:

$$-P_{\text{nucleo-comunic.-vertic.}} = 23.22m^2 \times 8 \frac{W}{m^2} = 185.76W$$

-Planta baja:

$$-P_{\text{nucleo-comunic.-vertic.}} = 57.49m^2 \times 15 \frac{W}{m^2} = 862.35W$$

$$-P_{\text{cuarto-conatdores}} = 8.56m^2 \times 8 \frac{W}{m^2} = 68.48W$$

$$-P_{\text{cuarto-comunidad}} = 18.8m^2 \times 8 \frac{W}{m^2} = 150.4W$$

$$-P_{Ascensores} = 6000W$$

$$-P_{hueco(ascensor)+maniobra} = 1.000W$$

$$-P_{Portero-automático} = 580W$$

$$-P_{auxilias-cuadro} = 2.700W$$

-Plantas 1ª, 2ª y 3ª:

$$-P_{nucleo-comunic.-vertic.} = 40.52m^2 \times 3 plantas \times 15 \frac{W}{m^2} = 1823.4W$$

-Plantas 4ª y 5ª:

$$-P_{nucleo-comunic.-vertic.} = 33.19m^2 \times 2 plantas \times 15 \frac{W}{m^2} = 995.7W$$

-Planta ático:

$$-P_{nucleo-comunic.-vertic.} = 31.51m^2 \times 15 \frac{W}{m^2} = 472.65W$$

-Casetón (cubierta):

$$-P_{nucleo-comunic.-vertic.} = 33.01m^2 \times 8 \frac{W}{m^2} = 264.08W$$

$$P_{TOTAL-SERVICIOS-GENERALES} = 18338.9 W$$

GARAJES

$$\text{Ventilación Forzada} = 20 \frac{W}{m^2}$$

$$P_{garajes_s\acute{o}\ tan\ \alpha_1} = 285.01m^2 \times 20 \frac{W}{m^2} = 5700.2W$$

$$P_{garajes_s\acute{o}\ tan\ \alpha_2} = 296.09m^2 \times 20 \frac{W}{m^2} = 5921.8W$$

$$P_{GARAJES} = 11622W$$

POTENCIA TOTAL ACOMETIDA

$$P_{ACOMETIDA-1} = P_V + P_{S.G.} + P_{GARAJES} = 82.86kW$$

Tabla resumen:

	PORTAL 1
Viviendas	
Nº Viviendas	11
Potencia Unitaria	5.750
TOTAL VIVIENDAS	52.900
Servicios Comunes	
Alumbrado Núcleo Comunic. Vertical	4786,43
Alumbrado Cuarto Contadores	68,48
Alumbrado Cuarto Comunidad	150,4
Alumbrado Cuarto Telecomunic.	53,6
Portero Automático	580
Fuerza (Tomas de corriente Portal)	2.700,0
Fuerza (Ascensores)	6000
Iluminación y maniobra (Ascensores)	1.000
Telecomunicaciones. (RITI-RITS)	3.000
TOTAL SERVICIOS COMUNES	18.338,9
TOTAL GARAJE	11.622,0
TOTAL (W)	82.860,9

1.2. 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 un edificio de 11 viviendas con dos plantas de garaje con trasteros.

1.2.1. 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

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

Receptor trifásico

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

Donde:

I_a = intensidad nominal (A).

P = potencia consumida en cada receptor (W).

V = tensión nominal (V).

Cos φ = 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 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 calculará 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.

1.2.2. 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. Se 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, que 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 / Julio 2004) y las “Especificaciones de Líneas Subterráneas” (MT 2.51.01 / E5 / Julio 2009) 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), excepto la línea de alumbrado que tiene un aislamiento formado por una mezcla especial termoplástico, cero de

halógenos, tipo Afumex. 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 TENSIÓN

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), 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 calculará la sección con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times I \times \cos \varphi \times L}{\sigma \times \Delta V} = \frac{L \times P}{\sigma \times u \times V_L}$$

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

$$S = \frac{2 \times I \times \cos \varphi \times L}{\sigma \times \Delta V} = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V}$$

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).
- σ: Conductividad del material conductor (m/Ωmm²);
cobre = 56 m/Ωmm², aluminio = 35 m/Ωmm²
- ΔV: Porcentaje de la máxima caída de tensión admisible.
- 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 definitivo.
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 detallados, 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 cada una de las líneas:

1.3. CÁLCULO DE LAS SECCIONES

1.3.1. ACOMETIDAS

Se calcularán todas las líneas según los siguientes criterios,

- R.E.B.T
- Especificaciones Iberdrola (MT 2.51.01 , Edición 6 , Julio de 2009)

Posteriormente, optaremos por el caso más desfavorable entre ambos.

1.3.1.1 ACOMETIDA PORTAL

Según R.E.B.T (XLPE, Aluminio , Cos $\varphi = 0'9$)

$$P = 82861 \text{ W} \quad \text{Longitud} = 5 \text{ m} \quad \Delta V = 0.5 \% = 2 \text{ V}$$

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} = \frac{82861}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9} = 132.9 \text{ A}$$

Criterio térmico:

$$I_{\text{máx}} = \frac{I_a}{F_c} = \frac{132,9}{0,8} = 166.12 \text{ A} \quad \rightarrow \quad \text{Sección} = 70 \text{ mm}^2 \quad (I_{\text{adm}} = 220 \text{ A})$$

XLPE - Aluminio - Terna Cables Unipolares – Cable enterrado en zanja bajo tubo.
 Factor de Corrección 0,8 según ITC-BT-07 (Tabla 3)

Criterio c.d.t:

$$u = \frac{L \times P}{\sigma \times s \times V_L} = \frac{5 \times 82861}{35 \times 70 \times 400} = 0.42 \text{ V} \quad 0.42 < 2 \quad \rightarrow \quad \text{Sí cumple}$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RV 0'6/1kV 3 x 70 + 1 x 35 Al (Tabla 7.3 – ITC-BT- 07)
 Diámetro Tubo : 125 mm (Tabla 21.9 – ITC-BT- 21)
 Longitud: 5 m.

Según IBERDROLA (XLPE, Aluminio , Cos $\varphi = 0'9$)

$$P = 82861 \text{ W} \quad \text{Longitud} = 5 \text{ m} \quad \Delta V = 0.5 \% = 2 \text{ V}$$

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} = \frac{82861}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9} = 132,9A$$

Criterio térmico:

$$I_{\text{máx}} = \frac{I_a}{F_c} = \frac{132,9}{0,8} = 166,12A \rightarrow \text{Sección} = 70 \text{ mm}^2 \quad (I_{\text{adm}} = 220 \text{ A})$$

(*) Iberdrola no acepta conductores de 70mm² para las acometidas, solamente acepta de 50, 95, 150 o 240 mm² para el conductor de fase por lo que la sección escogida debe ser superior a la hallada en el cálculo;

$$\text{Sección} = 95 \text{ mm}^2 \quad (I_{\text{adm}} = 260 \text{ A})$$

XLPE - Aluminio - Terna Cables Unipolares – Cable enterrado en zanja bajo tubo.
 Factor de Corrección 0,8 según ITC-BT-07 (Tabla 3)
 MT 2.51.01 (09-07) Apto 8.1

Criterio c.d.t:

$$I_{\text{máx}} = \frac{I_a}{F_c} = \frac{132,9}{0,8} = 166,12A \rightarrow \text{Sección} = 95 \text{ mm}^2 \quad R=0,320 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$X=0,076 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{P \times L}{10 \times U^2} (R + X \text{tg} \varphi) = \frac{82,861 \times 0,005}{10 \times 0,4^2} (0,320 + 0,076 \text{tg} 25,84) = 0,09 < 0,5\%$$

Conclusión según IBERDROLA:

Conductor: RV 0'6/1kV 3 x 95 + 1 x 50 Al (Tabla 7.3 – ITC-BT- 07)
 Diámetro Tubo : 140 mm (Tabla 21.9 – ITC-BT- 21)
 Longitud: 5 m.

CONCLUSIÓN FINAL ACOMETIDA PORTAL I

Escogemos la más restrictiva, que en este caso es la calculada según especificaciones de Iberdrola. Por lo tanto, el conductor escogido será el siguiente:

Conductor: RV 0'6/1kV 3 x 95 + 1 x 50 Al
 Diámetro Tubo: 140 mm
 Longitud: 5 m.

1.3.2. LÍNEA GENERAL 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 $400V = 2V$.

$$P = 144.715'5 \text{ W}$$

Como Iberdrola limita la L.G.A a 150kW, basta con colocar una única línea

L.G.A (Portal)

$$P = 82861 \text{ W} \quad I_{cal} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} = \frac{82861}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9} = 132.9 \text{ A}$$

Según R.E.B.T (XLPE, Cobre, Cos $\varphi = 0'9$)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 132.9 \text{ A} \quad \rightarrow \quad \text{ITC-BT-19.2} \quad \rightarrow \quad \text{Sección} = 50 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 159 \text{ A}$$

3 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\text{Longitud} = 32 \text{ m}$$

$$\Delta V = 0.5 \% = 2 \text{ V}$$

$$s = \frac{L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{32 \times 82861}{56 \times 2 \times 400} = 59.18 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Sección normalizada} = 70 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RV 0'6/1kV 3 x 70 + 1 x 35 Cu (Tabla 14.1 – ITC-BT- 14)

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

Longitud: 32 m.

Según IBERDROLA (XLPE, Cobre, Cos $\phi = 0'9$)

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):

(* Iberdrola no acepta conductores de 70mm² para las acometidas, solamente acepta de 50, 95, 150 o 240 mm² para el conductor de fase por lo que la sección escogida debe ser superior a la hallada en el cálculo;

$$\text{Sección} = 95 \text{ mm}^2$$

Tabla 9
Linea 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		
								Intensid . nominal	Intensidad nominal máxima de los Fusibles A	
		Fases	Neutr o	Prote c.	Centralización					Mínima A
EPR/ XLP E	Z1				Total cdt=0,5 %	Por plantas cdt=1%		EPR/ XLPE	Z1	
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 FINAL L.G.A

Conductor: RV 0'6/1kV 3 x 95+ 1 x 50 Cu (Ver nota)

Diámetro Tubo : 140 mm

Longitud: 32 m.

1.3.3. DERIVACIONES INDIVIDUALES

Se calcularán todas las líneas según los siguientes criterios establecidos en el R.E.B.T.

Según IBERDROLA los tubos y canales protectores deberán cumplir las exigencias establecidas en la ITC-BT-21, de un diámetro exterior mínimo de 32 mm. Su tamaño permitirá ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%.

La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección según la ITC-BT-15.

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 del 1%, por lo que en líneas trifásicas la caída máxima será de 4 V y en monofásicas de 2'3 V.

1.3.3.1 DERIVACIÓN INDIVIDUAL SERVICIOS GENERALES

$$P = 15338.9 \text{ W} \quad I_{cal} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} = \frac{15338,9}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9} = 24.6 \text{ A}$$

Según R.E.B.T (XLPE, Cobre , Cos $\varphi = 0'9$)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 24.6 \text{ A} \quad \rightarrow \quad \text{ITC-BT-19.2} \quad \rightarrow \quad \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 25 \text{ A}$$

3 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

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

Longitud = 4 m

$$s = \frac{L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{4 \times 15338.9}{56 \times 4 \times 400} = 0.68 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{Sección normalizada} = 1'5 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1 0'6/1kV 3 x 10 + 1 x 10 Cu (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)
 Conductor de Protección: 10 mm² (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)
 Diámetro Tubo: 32 mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)
 Longitud: 4 m.

1.3.3.2 DERIVACIÓN INDIVIDUAL GARAJES Y TRASTEROS

$$P = 11622W \quad I_{cal} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} = \frac{11622}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9} = 18.64A$$

Según R.E.B.T (XLPE, Cobre , Cos $\varphi = 0'9$)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 18.64A \rightarrow \text{ITC-BT-19.2} \rightarrow \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 25A$$

3 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

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

$$\text{Longitud} = 13 \text{ m}$$

$$s = \frac{L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{13 \times 11622}{56 \times 4 \times 400} = 1.69 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Sección normalizada} = 2.5 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1 0'6/1kV 3 x 10 + 1 x 10 Cu (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)
 Conductor de Protección: 10 mm² (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)
 Diámetro Tubo: 32 mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)
 Longitud: 13 m.

1.3.3.3 DERIVACIÓN INDIVIDUAL TELECOMUNICACIONES

$$P = 3000 \text{ W} \quad I_{cal} = \frac{P}{V \times \cos \varphi} = \frac{3.000}{230 \times 0,9} = 14'49A$$

Según R.E.B.T (XLPE, Cobre, Cos $\varphi = 0'9$)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 14'49A \rightarrow \text{ITC-BT-19.2} \rightarrow \text{Sección} = 1.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 21A$$

2 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\Delta V = 1 \% \text{ de } 230 = 2.3 \text{ V}$$

Longitud = 10 m

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{2 \times 13 \times 3000}{56 \times 2.3 \times 230} = 0.26 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Sección normalizada} = 1.5 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1 0'6/1kV 2 x 6 mm ² Cu	(Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)
Conductor de Protección: 6 mm ²	(Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)
Diámetro Tubo: 32 mm	(Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)
Longitud: 10 m.	

1.3.3.4 DERIVACIÓN INDIVIDUAL VIVIENDAS

Vivienda Planta Baja A

$$P = 5750 \text{ W (Electrificación Básica)} \quad I_{cal} = \frac{P}{V} = \frac{5.750}{400} = 24'9A$$

Según R.E.B.T (PVC, Cobre, Cos $\varphi = 1$)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 24'9A \rightarrow \text{ITC-BT-19.2} \rightarrow \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 29A$$

2 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\Delta V = 1 \% \text{ de } 230 = 2.3 \text{ V}$$

Longitud = 20 m

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{2 \times 20 \times 5.750}{56 \times 2'3 \times 230} = 7.76 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{ Sección normalizada} = 10 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1-K (AS) 0'6/1kV 2 x 10 mm² Cu (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)

Conductor de Protección: 10 mm² (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)

Diámetro Tubos: 32mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)

Longitud: 20 m.

Conexión a los conductores: RN y TT

Vivienda Planta Baja B

P = 5750 W (Electrificación Básica)

$$I_{cal} = \frac{P}{V} = \frac{5.750}{400} = 24'9 \text{ A}$$

Según R.E.B.T (PVC, Cobre, Cos φ = 1)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 24'9 \text{ A} \quad \rightarrow \quad \text{ITC-BT-19.2} \quad \rightarrow \quad \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 29 \text{ A}$$

2 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\Delta V = 1 \% \text{ de } 230 = 2.3 \text{ V}$$

Longitud = 8 m

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{2 \times 8 \times 5.750}{56 \times 23 \times 230} = 3.11 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{Sección normalizada} = 4 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1-K (AS) 0'6/1kV 2 x 10 mm² Cu (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)
 Conductor de Protección: 10 mm² (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)
 Diámetro Tubos: 32mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)
 Longitud: 8 m.

Conexión a los conductores: RN y TT

Vivienda 1º A

P = 5750 W (Electrificación Básica)

$$I_{cal} = \frac{P}{V} = \frac{5.750}{400} = 24'9 \text{ A}$$

Según R.E.B.T (PVC, Cobre, Cos φ = 1)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 24'9 \text{ A} \quad \rightarrow \quad \text{ITC-BT-19.2} \quad \rightarrow \quad \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 29 \text{ A}$$

2 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\Delta V = 1 \% \text{ de } 230 = 2.3 \text{ V}$$

Longitud = 25 m

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{2 \times 25 \times 5.750}{56 \times 23 \times 230} = 9.70 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{Sección normalizada} = 10 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1-K (AS) 0'6/1kV 2 x 10 mm² Cu (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)
 Conductor de Protección: 10 mm² (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)
 Diámetro Tubos: 32mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)
 Longitud: 25 m.

Conexión a los conductores: SN y TT

Vivienda 1º B

$P = 5750 \text{ W}$ (Electrificación Básica)

$$I_{cal} = \frac{P}{V} = \frac{5.750}{400} = 24'9 \text{ A}$$

Según R.E.B.T (PVC, Cobre, Cos $\phi = 1$)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 24'9 \text{ A} \quad \rightarrow \quad \text{ITC-BT-19.2} \quad \rightarrow \quad \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 29 \text{ A}$$

2 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\Delta V = 1 \% \text{ de } 230 = 2.3 \text{ V}$$

Longitud = 25 m

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{2 \times 25 \times 5.750}{56 \times 2'3 \times 230} = 9.70 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{Sección normalizada} = 10 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1-K (AS) 0'6/1kV 2 x 10 mm² Cu (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)

Conductor de Protección: 10 mm² (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)

Diámetro Tubos: 32mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)

Longitud: 25 m.

Conexión a los conductores: SN y TT

Vivienda 2º A

$P = 5750 \text{ W}$ (Electrificación Básica)

$$I_{cal} = \frac{P}{V} = \frac{5.750}{400} = 24'9 \text{ A}$$

Según R.E.B.T (PVC, Cobre, Cos $\phi = 1$)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 24'9A \quad \rightarrow \quad \text{ITC-BT-19.2} \quad \rightarrow \quad \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 29A$$

2 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\Delta V = 1 \% \text{ de } 230 = 2.3 \text{ V}$$

Longitud = 28 m

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{2 \times 28 \times 5.750}{56 \times 2'3 \times 230} = 10.87 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{Sección normalizada} = 16 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1-K (AS) 0'6/1kV 2 x 16 mm² Cu (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)
 Conductor de Protección: 16 mm² (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)
 Diámetro Tubos: 32mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)
 Longitud: 28 m.

Conexión a los conductores: TN y TT

Vivienda 2º B

$$P = 5750 \text{ W (Electrificación Básica)} \quad I_{cal} = \frac{P}{V} = \frac{5.750}{400} = 24'9A$$

Según R.E.B.T (PVC, Cobre, Cos $\phi = 1$)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 24'9A \quad \rightarrow \quad \text{ITC-BT-19.2} \quad \rightarrow \quad \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 29A$$

2 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\Delta V = 1 \% \text{ de } 230 = 2.3 \text{ V}$$

$$\text{Longitud} = 28 \text{ m}$$

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{2 \times 28 \times 5.750}{56 \times 23 \times 230} = 10.87 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{Sección normalizada} = 16 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1-K (AS) 0'6/1kV 2 x 16 mm² Cu (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)

Conductor de Protección: 16 mm² (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)

Diámetro Tubos: 32mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)

Longitud: 28 m.

Conexión a los conductores: TN y TT

Vivienda 3º A

$$P = 5750 \text{ W (Electrificación Básica)}$$

$$I_{cal} = \frac{P}{V} = \frac{5.750}{400} = 24.9 \text{ A}$$

Según R.E.B.T (PVC, Cobre, Cos φ = 1)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 24.9 \text{ A} \quad \rightarrow \quad \text{ITC-BT-19.2} \quad \rightarrow \quad \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 29 \text{ A}$$

2 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\Delta V = 1 \% \text{ de } 230 = 2.3 \text{ V}$$

$$\text{Longitud} = 31 \text{ m}$$

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{2 \times 31 \times 5.750}{56 \times 23 \times 230} = 12.03 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{Sección normalizada} = 16 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1-K (AS) 0'6/1kV 2 x 16 mm² Cu (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)
 Conductor de Protección: 16 mm² (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)
 Diámetro Tubos: 32mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)
 Longitud: 31 m.

Conexión a los conductores: RN y TT

Vivienda 3º B

P = 5750 W (Electrificación Básica)

$$I_{cal} = \frac{P}{V} = \frac{5.750}{400} = 24'9A$$

Según R.E.B.T (PVC, Cobre, Cos φ = 1)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 24'9A \quad \rightarrow \quad \text{ITC-BT-19.2} \quad \rightarrow \quad \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 29A$$

2 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\Delta V = 1 \% \text{ de } 230 = 2.3 \text{ V}$$

Longitud = 31 m

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{2 \times 31 \times 5.750}{56 \times 2'3 \times 230} = 12.03 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{Sección normalizada} = 16 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1-K (AS) 0'6/1kV 2 x 16 mm² Cu (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)
 Conductor de Protección: 16 mm² (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)
 Diámetro Tubos: 32mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)
 Longitud: 31 m.

Conexión a los conductores: RN y TT

Vivienda 4º A

$$P = 5750 \text{ W (Electrificación Básica)} \qquad I_{cal} = \frac{P}{V} = \frac{5.750}{400} = 24'9 \text{ A}$$

Según R.E.B.T (PVC, Cobre, Cos $\varphi = 1$)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 24'9 \text{ A} \qquad \rightarrow \text{ ITC-BT-19.2} \qquad \rightarrow \text{ Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 29 \text{ A}$$

2 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\Delta V = 1 \% \text{ de } 230 = 2.3 \text{ V}$$

Longitud = 34 m

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{2 \times 34 \times 5.750}{56 \times 2'3 \times 230} = 13.20 \text{ mm}^2 \qquad \rightarrow \text{ Sección normalizada} = 16 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1-K (AS) 0'6/1kV 2 x 16 mm² Cu (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)

Conductor de Protección: 16 mm² (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)

Diámetro Tubos: 32mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)

Longitud: 34 m.

Conexión a los conductores: SN y TT

Vivienda 5º A

$$P = 5750 \text{ W (Electrificación Básica)} \qquad I_{cal} = \frac{P}{V} = \frac{5.750}{400} = 24'9 \text{ A}$$

Según R.E.B.T (PVC, Cobre, Cos $\varphi = 1$)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 24'9A \quad \rightarrow \quad \text{ITC-BT-19.2} \quad \rightarrow \quad \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 29A$$

2 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\Delta V = 1 \% \text{ de } 230 = 2.3 \text{ V}$$

Longitud = 37 m

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{2 \times 37 \times 5.750}{56 \times 2'3 \times 230} = 14.36 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{Sección normalizada} = 16 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1-K (AS) 0'6/1kV 2 x 16 mm² Cu (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)

Conductor de Protección: 16 mm² (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)

Diámetro Tubos: 32mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)

Longitud: 37 m.

Conexión a los conductores: SN y TT

Vivienda Planta Ático A

P = 5750 W (Electrificación Básica)

$$I_{cal} = \frac{P}{V} = \frac{5.750}{400} = 24'9A$$

Según R.E.B.T (PVC, Cobre, Cos φ = 1)

Criterio térmico:

$$I_{cal} = 24'9A \quad \rightarrow \quad \text{ITC-BT-19.2} \quad \rightarrow \quad \text{Sección} = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$I_{adm} = 29A$$

2 x XLPE – Cobre – Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra (Columna B).

Criterio c.d.t:

$$\Delta V = 1 \% \text{ de } 230 = 2.3 \text{ V}$$

Longitud = 40 m

$$s = \frac{2 \times L \times P}{\sigma \times u \times V_L} = \frac{2 \times 40 \times 5.750}{56 \times 2.3 \times 230} = 15.53 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{Sección normalizada} = 16 \text{ mm}^2$$

Conclusión según R.E.B.T:

Conductor: RZ1-K (AS) 0'6/1kV 2 x 16 mm² Cu (Tabla 19.2 – ITC-BT- 19)

Conductor de Protección: 16 mm² (Tabla 19.1 – ITC-BT- 19)

Diámetro Tubos: 32mm (Tabla 21.5 – ITC-BT- 21)

Longitud: 40 m.

Conexión a los conductores: TN y TT

1.3.4. 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 21.5 y 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

1.3.4.1 VIVIENDAS

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 Interruptor 10 A	1	---
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	---
Sala de estar o Salón	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
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹⁾	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)
Dormitorios	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
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
Baños	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	---
	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1	---
	C ₅	Base 16 A 2p+T	1	---
Pasillos o distribuidores	C ₈	Toma de calefacción	1	---
	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)
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 ⁽²⁾	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)

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

$$I = N \times I_a \times F_s \times F_u$$

Nº de tomas máximas por circuito:

	C1	C2	C3	C4	C5
Acceso	1				
Vestíbulo	1	1			
Salón	2	4			
Dormitorios	8	12			
Baños	4				2
Pasillos	2	1			
Cocina	2	2	1	3	3
TOTAL	20	20	1	3	5

Relación de circuitos y tomas, potencias e intensidad nominal del automático:

	Nº Tomas	P (W/Toma)	F _u	F _s	P (W)	V	I	I.A.
C1	20	200	0,75	0,5	1500	230	6,52	10
C2	20	3450	0,2	0,25	3450	230	15	16
C3	1	5400	0,5	0,75	2025	230	8,80	25
C4	3	3450	0,6	0,75	4657,5	230	20	20
C5	5	3450	0,4	0,5	3450	230	15	16

Relación de circuitos de diferentes electrificaciones, caídas de tensión, longitudes de líneas y secciones de cada uno de los conductores:

CIRCUITO	LONG.MAX.	I. MAX	ΔV	SECCION	SECC.NORMALIZADA
C1	15	10	6,9	0,7764	1,5
C2	15	16	6,9	1,2422	2,5
C3	6,5	25	6,9	0,8411	6
C4	6	20	6,9	0,6211	4
C5	9,5	16	6,9	0,7867	2,5

Como en todos los cálculos expuestos 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 (8)	Tubo o conducto Diámetro mm (9)
C ₁ Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽⁷⁾	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C ₄ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A ⁽⁸⁾	20	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
C ₆ Calefacción	⁽⁴⁾ ---	---	---	---	25	---	6	25
C ₉ Aire acondicionado	⁽²⁾ ---	---	---	---	25	---	6	25
C ₁₀ Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C ₁₁ Automatización	⁽⁴⁾ ---	---	---	---	10	---	1,5	16

1.3.4.2 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:

Servicios Generales (Cuadro resumen de líneas interiores).

Denominación circuito	Tensión asignada	Potencia instalación (W)	Coefficiente de simultaneidad	Factor de arranque	Potencia de cálculo (W)	Factor de potencia	Longitud línea (m)	Intensidad real (A)	Intensidad máxima admisible (A)	Tensión REPT (V)	Tensión REPT (V)	Tipo de conductor asignado	Sección conductor/es Fase (mm ²)	Sección conductor Neutro (mm ²)	Sección conductor Tierra (mm ²)	Conductores	I. Magnetotérmico (A)	I. Diferencial (A)	Canalización (TF=Tabo Flexible) (TR=Tabo Rígido)	Diámetro Tabo (mm)	Cdt. Real (V)	Cdt. Máxima admisible (V)
D.I. SERVICIOS COMUNES	400	15338,9	1	1	15338,9	1	4	27,7	44	10	10	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	3*10	10	10	5TN+TT	4P-40A-C-10kA	4P-40A-30mA	TF	32	0,27	4
Alumbrada Planta Baja	230	426	1	1,8	766,8	1	20	3,3	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	RN+TT	1FN-10A-C-10kA		TF	16	1,59	6,3
Alumbrada Nocturna	230	108	1	1,8	194,4	1	20	0,8	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	RN+TT	1FN-10A-C-10kA	2P-40A-30mA	TR	16	0,60	6,3
Emergenciar Planta Baja	230	30	1	1	30	1	24	0,1	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	RN+TT	1FN-6A-C-10kA		TF	16	0,07	6,3
Alumbrada Escaleras	230	644	1	1,8	1159,2	1	55	5,0	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	SN+TT	1FN-10A-C-10kA		TF	16	6,60	6,3
Emergenciar Escaleras	230	96	1	1	96	1	50	0,4	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	SN+TT	1FN-6A-C-10kA	2P-40A-30mA	TR	16	0,50	6,3
Alumbrada Rollanar	230	720	1	1,8	1296	1	55	5,6	29	2,5	2,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	2,5	2,5	2,5	SN+TT	1FN-10A-C-10kA		TF	20	4,43	6,3
Emergenciar Rollanar	230	36	1	1	36	1	50	0,2	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	SN+TT	1FN-6A-C-10kA		TF	16	0,19	6,3
Alumbrada Permanente	230	324	1	1,8	583,2	1	55	2,5	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	RN+TT	1FN-10A-C-10kA	2P-40A-30mA	TR	16	3,32	6,3
Fuerza (Aux. Parcial)	230	2700	1	1	2700	0,9	15	13,0	29	2,5	2,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	2,5	2,5	2,5	TN+TT	1FN-16A-C-10kA	2P-40A-30mA	TR	20	2,52	11,5
Partera automática	230	580	1	1	580	1	10	2,5	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	TN+TT	1FN-10A-C-10kA		TF	16	6,60	6,3
Línea a Cuadra RITI	230	3.000	1	1	3000	1	10	13,0	49	6	6	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	6	6	6	TN+TT	1FN-20A-C-10kA	2P-40A-300mA	TR	32	0,78	2,3
Línea a Cuadra Arconarar	400	8500	1	1	8500	0,8	30	15,3	44	10	10	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	3*10	10	10	RSTN+TT	4P-20A-C-10kA	4P-40A-300mA	TR	32	1,14	4
D.I. GARAJES	400	11.622	1	1	11622	1	13	21,0	44	10	10	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	3*10	10	10	5TN+TT	4P-20A-C-6kA	4P-40A-30mA	TR	32	0,67	4
Alumbrada Garaje 1 (S-1)	230	140	1	1,8	252	1	30	1,1	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	RN+TT	1FN-10A-C-6kA		TR	16	0,78	6,3
Alumbrada Permanente 1 (S-1)	230	266	1	1,8	478,8	1	30	2,1	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	RN+TT	1FN-10A-C-6kA	2P-40A-30mA	TR	16	1,49	6,3
Emergenciar Garaje 1 (S-1)	230	36	1	1	36	1	30	0,2	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	RN+TT	1FN-6A-C-6kA		TR	16	0,11	6,3
Alumbrada Garaje 2 (S-2)	230	350	1	1,8	630	1	30	2,7	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	SN+TT	1FN-10A-C-6kA		TR	16	1,26	6,3
Alumbrada Permanente 2 (S-2)	230	266	1	1,8	478,8	1	30	2,1	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	SN+TT	1FN-10A-C-6kA	2P-40A-30mA	TR	16	1,49	6,3
Emergenciar Garaje 2 (S-2)	230	42	1	1	42	1	30	0,2	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	SN+TT	1FN-6A-C-6kA		TR	16	0,13	6,3
Fuerza Garaje 1 (S-1)	230	2700	1	1	2700	0,9	30	13,0	29	2,5	2,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	2,5	2,5	2,5	TN+TT	1FN-16A-C-6kA	2P-40A-30mA	TR	20	5,03	11,5
Fuerza Garaje 2 (S-2)	230	2700	1	1	2700	0,9	30	13,0	29	2,5	2,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	2,5	2,5	2,5	TN+TT	1FN-16A-C-6kA		TR	20	5,03	11,5
Alumbrada Escaleras	230	144	1	1,8	259,2	1	50	1,1	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	SN+TT	1FN-10A-C-6kA	2P-40A-30mA	TR	16	1,34	6,3
Emergenciar Escaleras	230	24	1	1	24	1	50	0,1	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	SN+TT	1FN-6A-C-6kA		TR	16	0,12	6,3
Alumbrada Tranterar 1 (S-1)	230	216	1	1,8	388,8	1	40	1,7	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	TN+TT	1FN-10A-C-6kA	2P-40A-30mA	TR	16	1,61	6,3
Alumbrada Tranterar 2 (S-2)	230	180	1	1,8	324	1	40	1,4	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	TN+TT	1FN-10A-C-6kA		TR	16	1,34	6,3
Línea a Cuadra Ventilación	230	1480	1	1	1480	1	1	6,4	49	6	6	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	6	6	6	SN+TT	4P-10A-C-6kA	4P-40A-300mA	TR	32	0,04	2,3
D.I. TELECOMUNICACIONES	230	3.000	1	1	3000	1	10	13,0	49	6	6	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	6	6	6	TN+TT	1FN-20A-C-6kA	4P-40A-300mA	TF	32	0,78	2,3
Alumbrada Cuadra RITI	230	70	1	1,8	126	1	3	0,5	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	TN+TT	1FN-10A-C-6kA		TF	16	0,04	6,3
Emergenciar Cuadra RITI	230	6	1	1	6	1	3	0,0	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	TN+TT	1FN-6A-C-6kA	2P-40A-30mA	TR	16	0,00	6,3
Fuerza Cuadra RITI	230	1000	1	1	1000	0,9	3	4,8	29	2,5	2,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	2,5	2,5	2,5	TN+TT	1FN-10A-C-6kA		TF	16	0,19	11,5
Línea a Cuadra RITS	230	1900	1	1	1900	1	40	3,3	49	6	6	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	6	6	6	TN+TT	1FN-16A-C-6kA	2P-40A-300mA	TR	32	1,27	2,3
D.I. TELECOMUNICACIONES	230	1.900	1	1	1900	1	40	3,3	49	6	6	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	6	6	6	TN+TT	1FN-16A-C-6kA	4P-40A-300mA	TF	32	1,27	2,3
Alumbrada Cuadra RITS	230	140	1	1,8	252	1	3	1,1	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	TN+TT	1FN-10A-C-6kA		TF	16	0,03	6,3
Emergenciar Cuadra RITS	230	6	1	1	6	1	3	0,0	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	TN+TT	1FN-6A-C-6kA	2P-40A-30mA	TR	16	0,00	6,3
Fuerza Cuadra RITS	230	1000	1	1	1000	0,9	3	4,8	29	2,5	2,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	2,5	2,5	2,5	TN+TT	1FN-10A-C-6kA		TF	16	0,19	11,5
Equipar Cabecera RTV	230	700	1	1	700	1	20	3,0	21	1,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 LV C	1,5	1,5	2,5	TN+TT	1FN-10A-C-6kA	2P-40A-30mA	TR	16	1,45	6,3

1.4. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO Y PROTECCIONES

1.4.1. 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 utilizarán 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.

1.4.2. 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 $S_{CC} = 500$ 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.

$$Z = X = \frac{U_s^2}{S_{cc}} = \frac{400^2}{500 \times 10^6} = 0,32 \text{ m}\Omega$$

En segundo lugar se calculará la impedancia del transformador, considerando despreciable la impedancia de la aparamenta 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_{cc} es de 4 %.

$$Z = X = \frac{U_s^2 \times U_{cc}}{S \times 100} = \frac{400^2 \times 4}{600 \times 10^3 \times 100} = 10,66 \text{ m}\Omega$$

Entonces, con estos datos se puede calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador:

$$Z_T = X_T = 0,32 + 10,66 = 10,98 \text{ m}\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \times Z_T} = 21032,8 \text{ A}$$

1.4.3. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO PREVISTA EN EL ORIGEN DE LA INSTALACIÓN

Con carácter general, la intensidad de cortocircuito prevista en el origen de la instalación de enlace, para el cálculo del embarrado, se considerará:

$I_p = 25 P$, con un mínimo de 12.000 amperios y un máximo de 50.000 amperios.

Siendo: I_p = Valor eficaz de la intensidad de cortocircuito, en amperios

P = Potencia nominal de transformador AT/BT, en kVA

El valor de cresta de la intensidad inicial de cortocircuito será:

$$I_c = 2,5 I_p$$

Siendo: I_c = Valor cresta de la intensidad de cortocircuito, en amperios

I_p = Valor eficaz de la intensidad de cortocircuito, en amperios

1.4.4. CÁLCULO DE LOS FUSIBLES DE LA C.G.P.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal del mismo:

Cable	I_n (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

C.G.P.

$$I_{cal} = 132,9 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 260 \text{ A}$$

$$I_{cal} < I_{no \text{ min } al - fusible} < I_{adm - conductor}$$

$$132.9A < 200A < 260A$$

FUSIBLE: Inominal: 200A. (3 unidades)
PdC: 50 kA
Clase: gG

Según la C.G.P. seleccionada (GL-250A-7-BUC) los fusibles serán de 250 A.

1.4.5. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO Y PROTECCIONES DE LAS 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, siguiendo los razonamientos argumentados en la memoria del presente proyecto.

Las protecciones colocadas, vienen descritas también en el documento PLANOS del presente proyecto.

Denominación circuito	Tensión asignada	Longitud línea (m)	Intensidad real (A)	* Sección REBT (mm ²) * ACOMETIDA 230/400V triángulo * LGA 230/400V triángulo (EP/R/PLPE) MT 2.39-12.2003	Tipo de conductor asignado	RL (Ω)	RLo (Ω)	Automáticos / Fusibles (aguas arriba)	Apararata		Zd (Ω)	Zo (Ω)	Icc máxima (A)	PdC (kA)	Icc mínima (A)	tmincc (>0.1)	Curva de disparo	I. Magnetotérmico Fusibles I. General de Maniobra
									Directa	Homopolar								
ACOMETIDA																		
ACOMETIDA 1	400	5	132,3	35	RV 0,6/1 kV Al	0,01248	0,02337	0	0,00000	0	0,011	-----	21,033	-----	-----	-----	-----	No Lleva
FUSIBLES C.G.P.																		
C.G.P 1	400	----	132,3	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	50	-----	-----	-----	-----	Fusibles (3 x 200A)
LINEA GENERAL DE ALIMENTACION (L.G.A.)																		
L.G.A 1 (FUS C.G.P = 200A)	400	32	132,3	35	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,01850	0,03552	1	0,00015	0,00045	0,01865	0,126	12,384	20	4020,7	12,06	-----	Fusibles (3 x 200A)
INTERRUPTOR GENERAL DE MANIOBRA																		
I.G.M 1	400	32	132,3	35	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,01850	0,03552	2	0,00030	0,0009	0,01880	0,128	12,285	20	3380,5	12,30	-----	(IGM)4P-250A-20kA
DERIVACIONES INDIVIDUALES SERVICIOS COMUNES (D.I.)																		
D.I. Servicios Comunes P 1	400	4	27,7	10	Z1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,02564	0,04323	3	0,00030	0,0014	0,0227	0,18	8,851	10	2867,0	0,26	C	4P-40A-C-10kA
Alumbrado Planta Baja	230	20	3,3	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,28224	0,54189	6	0,00090	0,0027	0,28314	1,916	8,851	10	152,5	2,03	C	1PN-10A-C-10kA
Alumbrado Nocturno	230	30	0,8	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,40128	0,77046	6	0,00090	0,0027	0,40218	2,721	8,851	10	107,4	4,22	C	1PN-10A-C-10kA
Emergencias Planta Baja	230	24	0,1	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,32985	0,63332	6	0,00090	0,0027	0,33075	2,238	8,851	10	130,5	2,85	C	1PN-6A-C-10kA
Alumbrado Escaleras	230	55	5,0	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,63930	1,34189	6	0,00090	0,0027	0,63980	4,733	8,851	10	61,7	12,76	C	1PN-10A-C-10kA
Emergencias Escaleras	230	50	0,4	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,63338	1,22761	6	0,00090	0,0027	0,64028	4,33	8,851	10	67,5	10,68	C	1PN-6A-C-10kA
Alumbrado Rellanos	230	55	5,6	2,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,43700	0,83304	6	0,00090	0,0027	0,43790	2,962	8,851	10	38,6	13,88	C	1PN-10A-C-10kA
Emergencias Rellanos	230	50	0,2	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,63338	1,22761	6	0,00090	0,0027	0,64028	4,33	8,851	10	67,5	10,68	C	1PN-6A-C-10kA
Alumbrado Permanente	230	55	2,5	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,63930	1,34189	6	0,00090	0,0027	0,63980	4,733	8,851	10	61,7	12,76	C	1PN-10A-C-10kA
Fuerza (Aux. Portal)	230	15	13,0	2,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,15128	0,29046	6	0,00090	0,0027	0,15218	1,031	8,851	10	283,5	1,68	C	1PN-16A-C-10kA
Portero automático	230	10	2,5	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,16319	0,31332	6	0,00090	0,0027	0,16409	1,111	8,851	10	262,9	0,70	C	1PN-10A-C-10kA
Línea a Cuadro RITI	230	10	13,0	6	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,07390	0,14189	5	0,00075	0,00225	0,07465	0,506	8,851	10	577,2	2,33	C	1PN-20A-C-10kA
Línea a Cuadro Ascensores	400	30	15,3	10	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,09771	0,18761	5	0,00075	0,00225	0,09846	0,667	8,851	10	761,6	3,72	C	4P-20A-C-10kA
D.I. GARAJES	400	13	18,6	10	Z1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,04171	0,08009	3	0,00030	0,0014	0,0227	0,29	8,851	6	1777,2	0,68	C	4P-20A-C-6kA
Alumbrado Garaje 1 (S-1)	230	30	1,1	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,41735	0,80132	6	0,00090	0,0027	0,41825	2,829	5,477	6	103,2	4,56	C	1PN-10A-C-6kA
Alumbrado Permanente 1 (S-1)	230	30	2,1	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,41735	0,80132	6	0,00090	0,0027	0,41825	2,829	5,477	6	103,2	4,56	C	1PN-10A-C-6kA
Emergencias Garaje 1 (S-1)	230	30	0,2	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,41735	0,80132	6	0,00090	0,0027	0,41825	2,829	5,477	6	103,2	4,56	C	1PN-6A-C-6kA
Alumbrado Garaje 2 (S-2)	230	30	2,7	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,41735	0,80132	6	0,00090	0,0027	0,41825	2,829	5,477	6	103,2	4,56	C	1PN-10A-C-6kA
Alumbrado Permanente 2 (S-2)	230	30	2,1	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,41735	0,80132	6	0,00090	0,0027	0,41825	2,829	5,477	6	103,2	4,56	C	1PN-10A-C-6kA
Emergencias Garaje 2 (S-2)	230	30	0,2	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,41735	0,80132	6	0,00090	0,0027	0,41825	2,829	5,477	6	103,2	4,56	C	1PN-6A-C-6kA
Fuerza Garaje 1 (S-1)	230	30	13,0	2,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,27450	0,52704	6	0,00090	0,0027	0,27540	1,864	5,477	6	156,7	5,43	C	1PN-16A-C-6kA
Fuerza Garaje 2 (S-2)	230	30	13,0	2,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,27450	0,52704	6	0,00090	0,0027	0,27540	1,864	5,477	6	156,7	5,43	C	1PN-16A-C-6kA
Alumbrado Escaleras	230	50	1,1	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,65545	1,25846	6	0,00090	0,0027	0,65635	4,439	5,477	6	65,8	11,23	C	1PN-10A-C-6kA
Emergencias Escaleras	230	50	0,1	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,65545	1,25846	6	0,00090	0,0027	0,65635	4,439	5,477	6	65,8	11,23	C	1PN-6A-C-6kA
Alumbrado Trasteros 1 (S-1)	230	40	1,7	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,53640	1,02989	6	0,00090	0,0027	0,53730	3,634	5,477	6	80,4	7,52	C	1PN-10A-C-6kA
Alumbrado Trasteros 2 (S-2)	230	40	1,4	1,5	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,53640	1,02989	6	0,00090	0,0027	0,53730	3,634	5,477	6	80,4	7,52	C	1PN-10A-C-6kA
Línea a Cuadro Ventilación	230	1	6,4	6	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,06319	0,12132	5	0,00075	0,00225	0,06394	0,434	5,477	6	673,7	1,71	C	4P-10A-C-6kA

D.I. TELECOMUNICACIONES	230	10	13,0	6	ZI-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,07390	0,14189	7	####	0,0032	####	0,51	1,772	6	574,3	2,36	C	1PN-20A-C-6kA	
Alumbrado Cuarto RITI	230	3	0,5	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,15376	0,29521	10	0,00150	0,0045	0,15526	1,053	1,772	6	277,6	0,63	C	1PN-10A-C-6kA	
Emergencias Cuarto RITI	230	3	0,0	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,15376	0,29521	10	0,00150	0,0045	0,15526	1,053	1,772	6	277,6	0,63	C	1PN-6A-C-6kA	
Fuerza Cuarto RITI	230	3	4,8	2,5	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,13347	0,26779	10	0,00150	0,0045	0,14097	0,956	1,772	6	305,6	1,45	C	1PN-10A-C-6kA	
Línea a Cuadro RITS	230	40	8,3	6	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,23709	0,45521	9	0,00135	0,00405	0,23844	1,615	1,772	6	180,9	23,76	C	1PN-16A-C-6kA	
D.I. TELECOMUNICACIONES	230	40	8,3	6	ZI-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,23709	0,45521	11	####	0,005	####	1,62	556	6	180,6	23,83	C	1PN-16A-C-6kA	
Alumbrado Cuarto RITS	230	3	1,1	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,39085	0,75043	14	0,00210	0,0063	0,39295	2,661	556	6	103,8	4,03	C	1PN-10A-C-6kA	
Emergencias Cuarto RITS	230	3	0,0	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,39085	0,75043	14	0,00210	0,0063	0,39295	2,661	556	6	103,8	4,03	C	1PN-6A-C-6kA	
Fuerza Cuarto RITS	230	3	4,8	2,5	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,37656	0,72300	14	0,00210	0,0063	0,37866	2,564	556	6	113,9	10,40	C	1PN-10A-C-6kA	
Equipos Cabecera RTV	230	20	3,0	1,5	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,59323	1,13900	13	0,00195	0,00585	0,59518	4,028	556	6	72,5	9,24	C	1PN-10A-C-6kA	
DERIVACIONES INDIVIDUALES VIVIENDAS																			
Derivación Individual Planta Baja A	230	20	25,0	10	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,05421	0,10409	3	0,00045	0,00135	0,05466	0,371	2,429	6	788,7	3,47	C	1PN-40A-C-6kA	
Derivación Individual Planta Baja B	230	8	25,0	10	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,03278	0,06295	3	0,00045	0,00135	0,03323	0,226	3,996	6	1295,4	1,29	C	1PN-40A-C-6kA	
Derivación Individual 1ªA	230	25	25,0	10	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,06314	0,12123	3	0,00045	0,00135	0,06359	0,431	2,088	6	678,1	4,70	C	1PN-40A-C-6kA	
Derivación Individual 1ªB	230	25	25,0	10	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,06314	0,12123	3	0,00045	0,00135	0,06359	0,431	2,088	6	678,1	4,70	C	1PN-40A-C-6kA	
Derivación Individual 2ªA	230	28	25,0	16	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,04975	0,09552	3	0,00045	0,00135	0,05020	0,34	2,645	6	858,7	7,50	C	1PN-40A-C-6kA	
Derivación Individual 2ªB	230	28	25,0	16	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,04975	0,09552	3	0,00045	0,00135	0,05020	0,34	2,645	6	858,7	7,50	C	1PN-40A-C-6kA	
Derivación Individual 3ªA	230	31	25,0	16	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,05310	0,10195	3	0,00045	0,00135	0,05355	0,363	2,480	6	805,1	8,53	C	1PN-40A-C-6kA	
Derivación Individual 3ªB	230	31	25,0	16	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,05310	0,10195	3	0,00045	0,00135	0,05355	0,363	2,480	6	805,1	8,53	C	1PN-40A-C-6kA	
Derivación Individual 4ªA	230	34	25,0	16	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,05645	0,10837	3	0,00045	0,00135	0,05690	0,386	2,334	6	757,8	9,63	C	1PN-40A-C-6kA	
Derivación Individual 5ªA	230	37	25,0	16	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,05979	0,11480	3	0,00045	0,00135	0,06024	0,408	2,204	6	715,8	10,79	C	1PN-40A-C-6kA	
Derivación Individual Planta Ático A	230	40	25,0	16	R21-K (AS) 0,6/1 kV Cu	0,06314	0,12123	3	0,00045	0,00135	0,06359	0,431	2,088	6	678,1	12,02	C	1PN-40A-C-6kA	

1.5. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN INTERIOR

1.5.1. INTRODUCCIÓN

Para la realización del proyecto de iluminación 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 está extensamente desarrollado en la MEMORIA del presente proyecto.

1.5.2. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR

Calcularemos las diferentes estancias de las zonas comunes interiores del edificio:

1- Rellano portal:

- Dimensiones del local (m)

$$a = 13,50 \text{ m}$$

$$b = 1,30 \text{ m}$$

$$h' = 3 \text{ m}$$

$$S = 17,55 \text{ m}^2$$

- Nivel de iluminación: $E = 200 \text{ lux}$
- Tipo de iluminación: directa.
- Tipo de lámpara: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]
- Tipo de luminaria: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I 230V P W2
- Flujo luminoso de cada lámpara (Φ): 1200 lúmenes.

- Determinar la altura de suspensión de las luminarias.

$$h = (4/5) \cdot (h' - 0,85) = 1,72 \text{ m}$$

- Índice del local (Se utiliza como dato para encontrar el factor de utilización en las tablas facilitadas por el fabricante):

$$k = \frac{a \cdot b}{(a + b) \cdot h} = \frac{13,5 \cdot 1,3}{(13,5 + 1,3) \cdot 1,72} = 0,69$$

- Factores de reflexión: Techo 70 %, Paredes 50 %.
- Coeficiente de utilización (obtenido de las tablas del fabricante): $C_u = 0,407$
- Factor de mantenimiento: $C_m = 0,8$ (lugar limpio).
- Lúmenes totales necesarios:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{E_m \cdot a \cdot b}{C_u \cdot C_m} = \frac{200 \cdot 13,5 \cdot 1,3}{0,407 \cdot 0,8} = 10780 \text{ lm}$$

- N° de luminarias necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lu min arias}} = \frac{N^{\circ}_{\text{lumenes}}}{n \cdot \Phi} = \frac{10780}{2 \cdot 1200} = 4,49$$

Aproximando nos quedan 5 luminarias.

- **Solución adoptada:**

- 5 luminarias: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I 230V P W2

- 10 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $5 \cdot 2 \cdot 18 = 180 \text{ W}$

Comprobamos 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.

$$E_m = \frac{C_u \times C_m \times N^{\circ}_{\text{lu min arias}} \times n \times \Phi}{a \times b} \geq E_{\text{tablas}}$$

$$E_m = \frac{0,407 \cdot 0,8 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 1200}{13,5 \cdot 1,3} = 222,63 \text{ lux} > 200 \text{ lux}$$

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- Zonas comunes planta baja: (alumbrado exterior portal)

2.1.- Cuarto comunidad 1:

- Datos:
 - E= 200 lux
 - s= 4,50 m²
 - h= 3 m
 - C_m = 0,8
 - Iluminación directa.
- **Solución adoptada:**
 - 2 luminarias: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I 230V P W2
 - 4 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]
- **Potencia:** 2·2·18= 72 W

2.2.- Cuarto comunidad 2:

- Datos:
 - E= 200 lux
 - s= 18,80 m²
 - h= 3 m
 - C_m = 0,8
 - Iluminación directa.
- **Solución adoptada:**
 - 2 luminarias: Philips Indolight TBS315 2xTL5-35W/840 HFP C6 PI FL
 - 4 fluorescentes: Philips TL5-35W/840
- **Potencia:** 2·2·35= 140 W

2.3.- Cuarto contadores:

- Datos:
 - E= 200 lux
 - s= 8,56 m²

- $h = 3 \text{ m}$
- $C_m = 0,8$
- Iluminación directa.

- **Solución adoptada:**

- 1 luminaria: Philips Indolight TBS315 2xTL5-35W/840 HFP C6 PI FL
- 2 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** $1 \cdot 2 \cdot 35 = 70 \text{ W}$

3- Rellano plantas 1ª, 2ª y 3ª:

- Datos:
 - $E = 200 \text{ lux}$
 - $s = 18 \text{ m}^2$
 - $h = 2,8 \text{ m}$
 - $C_m = 0,8$
 - Iluminación directa.

- **Solución adoptada:**

- 5 luminarias: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I 230V P W2
- 10 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $5 \cdot 2 \cdot 18 = 180 \text{ W}$ (por cada planta)

4- Rellano plantas 4ª y 5ª:

- Datos:
 - $E = 200 \text{ lux}$
 - $s = 12 \text{ m}^2$
 - $h = 2,8 \text{ m}$
 - $C_m = 0,8$
 - Iluminación directa.

- **Solución adoptada:**

- 4 luminarias: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I 230V P W2
- 8 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $4 \cdot 2 \cdot 18 = 144 \text{ W}$ (por cada planta)

5- Rellano planta ático:

- Datos:
 - $E = 200 \text{ lux}$
 - $s = 8,4 \text{ m}^2$
 - $h = 2,8 \text{ m}$
 - $C_m = 0,8$
 - Iluminación directa.

- **Solución adoptada:**

- 3 luminarias: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I 230V P W2

- 6 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $3 \cdot 2 \cdot 18 = 108 \text{ W}$

6- Rellano sótanos 1 y 2:

- Datos:
 - $E = 200 \text{ lux}$
 - $s = 4,2 \text{ m}^2$
 - $h = 3 \text{ m}$
 - $C_m = 0,8$
 - Iluminación directa.

- **Solución adoptada:**

- 1 luminaria: Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I 230V P W2

- 2 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $1 \cdot 2 \cdot 18 = 36 \text{ W}$ (por cada planta)

7- Zonas comunes sótano 2:

7.1.- Cuarto 1 y cuarto 2:

- Datos:
 - $E = 200 \text{ lux}$
 - $s = 6,7 \text{ m}^2$
 - $h = 3 \text{ m}$

- $C_m = 0,8$
- Iluminación directa.

- **Solución adoptada:**

- 1 luminaria: Philips TCS165 2xTL5-35W HFP C3
- 2 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** $1 \cdot 2 \cdot 35 = 70 \text{ W}$ (por cada cuarto)

8- Sala calderas (en cubierta):

- Datos:
 - $E = 200 \text{ lux}$
 - $s = 33,01 \text{ m}^2$
 - $h = 2,8 \text{ m}$
 - $C_m = 0,8$
 - Iluminación directa.

- **Solución adoptada:**

- 2 luminarias: Philips TCS165 2xTL5-35W HFP C3
- 4 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** $2 \cdot 2 \cdot 35 = 140 \text{ W}$

9- Garaje

9.1.- Zona acceso:

- Datos:
 - $E = 100 \text{ lux}$
 - $s = 4 \text{ m}^2$
 - $h = 3 \text{ m}$
 - $C_m = 0,6$
 - Iluminación directa.

- **Solución adoptada:**

- 1 luminaria: Philips TCS165 2xTL5-28W HFP C3
- 2 fluorescentes: Philips TL5-28W/840

- **Potencia:** $1 \cdot 2 \cdot 28 = 56 \text{ W}$ (en cada acceso y planta sótano)

9.2.- Vial de circulación (Este):

- Datos:
 - E= 100 lux
 - s= 65 m²
 - h= 3 m
 - C_m = 0,6
 - Iluminación directa.

- **Solución adoptada:**
 - 3 luminarias: Philips X-tendolight TCS398 2xTL5-35W/840 HFP H1L C6 FL
 - 6 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** 3·2·35= 210 W (en cada planta sótano)

9.3.- Vial de circulación (Oeste):

- Datos:
 - E= 100 lux
 - s= 52,5 m²
 - h= 3 m
 - C_m = 0,6
 - Iluminación directa.

- **Solución adoptada:**
 - 2 luminarias: Philips X-tendolight TCS398 2xTL5-35W/840 HFP H1L C6 FL
 - 4 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** 2·2·35= 140 W (en cada planta sótano)

9.4.- Vial de circulación (Norte (sólo en planta sótano 2)):

- Datos:
 - E= 100 lux
 - s= 21,4 m²
 - h= 3 m
 - C_m = 0,6
 - Iluminación directa.

- **Solución adoptada:**

- 1 luminaria: Philips X-tendolight TCS398 2xTL5-35W/840 HFP H1L C6 FL

- 2 fluorescentes: Philips TL5-35W/840

- **Potencia:** $1 \cdot 2 \cdot 35 = 70$ W (sólo en planta sótano 2)

10- Rellano escaleras:

- Datos:

- E= 200 lux
- s= 8,75 m²
- h= 3 m
- C_m = 0,8
- Iluminación directa.
- Altura montaje= 1,8 m

- **Solución adoptada:**

- 2 luminarias: Philips Gondola FWG200 1xPL-C/2P18W I WH

- 4 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $2 \cdot 2 \cdot 18 = 72$ W (por cada planta)

11- Exterior portal:

11.1.- Zona de acceso:

- Datos:

- E= 200 lux
- s= 10 m²
- h= 3 m
- C_m = 0,8
- Iluminación directa.
- Altura montaje= 1,8 m

- **Solución adoptada:**

- 2 luminarias: Philips Gondola FWG200 1xPL-C/2P18W I WH

- 4 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** $2 \cdot 2 \cdot 18 = 72$ W

11.2.- Zona interior:

- Datos:
 - E= 200 lux
 - s= 6 m²
 - h= 3 m
 - C_m = 0,8
 - Iluminación directa.
 - Altura montaje= 1,8 m

- **Solución adoptada:**
 - 1 luminarias: Philips Gondola FWG200 1xPL-C/2P18W I WH
 - 2 lámparas: Philips PL-C/2P18W/840 [MASTER PL-C 2 Pins]

- **Potencia:** 1·2·18= 36 W

1.6. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

1.6.1. CÁLCULOS

Calcularemos las diferentes estancias de las zonas comunes interiores del edificio:

1- Rellano portal:

- Área del local: 17,55 m².
- Proporción: 5 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 87,75 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lampara}}} = \frac{87,75\text{lm}}{160\text{lm}} = 0,59$$

- Solución: 1 luminaria.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

2- Zonas comunes planta baja: (alumbrado exterior portal)

2.1.- Cuarto comunidad 1:

- Área del local: 4,50 m².
- Proporción: 5 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 22,5 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lampara}}} = \frac{22,50\text{lm}}{160\text{lm}} = 0,14$$

- Solución: 1 luminaria.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

2.2.- Cuarto comunidad 2:

- Área del local: 18,80 m².
- Proporción: 5 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 94 lm.

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lampara}}} = \frac{94\text{lm}}{160\text{lm}} = 0,59$$

- Solución: 1 luminaria.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

2.3.- Cuarto contadores:

Según la ITC-BT-16, una luminaria de 5 lux de iluminación, con autonomía no inferior a 1 hora:

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Solución: 1 luminaria (Colocada encima de las puerta)
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

3- Rellano plantas 1ª, 2ª y 3ª:

- Área del local: 18 m².
- Proporción: 5 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 90 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lampara}}} = \frac{90\text{lm}}{160\text{lm}} = 0,56$$

- Solución: 1 luminaria.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

4- Rellano plantas 4ª y 5ª:

- Área del local: 12 m².
- Proporción: 5 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 60 lm.

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lampara}}} = \frac{60\text{lm}}{160\text{lm}} = 0,38$$

- Solución: 1 luminaria.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

5- Rellano planta ático:

- Área del local: 8,4 m².
- Proporción: 5 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 42 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lampara}}} = \frac{42\text{lm}}{160\text{lm}} = 0,26$$

- Solución: 1 luminaria.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

6- Rellano sótanos 1 y 2:

- Área del local: 4,2 m².
- Proporción: 5 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 21 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lampara}}} = \frac{21\text{lm}}{160\text{lm}} = 0,13$$

- Solución: 1 luminaria.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

7- Zonas comunes sótano 2:

7.1. Cuarto 1 y cuarto 2:

- Área del local: 6,7 m².
- Proporción: 5 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 33,5 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lámpara}}} = \frac{33,5\text{lm}}{160\text{lm}} = 0,21$$

- Solución: 1 luminaria.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

8- Sala calderas (en cubierta):

- Área del local: 33,01 m².
- Proporción: 5 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 165 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lámpara}}} = \frac{165\text{lm}}{160\text{lm}} = 1,03$$

- Solución: 2 luminarias.
- Lúmenes proporcionados: 380 lm.
- Potencia: 12W.

9- Garaje:

9.1.- Zona acceso:

- Área del local: 4 m².
- Proporción: 1 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 4 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lampara}}} = \frac{4lm}{160lm} = 0,025$$

- Solución: 1 luminarias.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

9.2.- Vial de circulación (Este):

- Área del local: 65 m².
- Proporción: 1 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 65 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lampara}}} = \frac{65lm}{160lm} = 0,41$$

- Solución: 1 luminarias.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

9.3.- Vial de circulación (Oeste):

- Área del local: 52,5 m².
- Proporción: 1 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 52,5 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lampara}}} = \frac{52,5lm}{160lm} = 0,33$$

- Solución: 1 luminarias.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

9.4.- Vial de circulación (Norte (sólo en planta sótano 2):

- Área del local: 21,4 m².
- Proporción: 1 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 21,4 lm.

- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lampara}}} = \frac{21,4\text{lm}}{160\text{lm}} = 0,134$$

- Solución: 1 luminarias.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

10- Rellano escaleras:

- Área del local: 8,75 m².
- Proporción: 5 lúmenes / m².
- Flujo necesario: 43,75 lm.
- Tipo de lámpara: lámpara de emergencia y señalización: marca LEGRAND Ref. C3 61512. Potencia de la lámpara 6W.
- Flujo luminoso de la lámpara: 160 lm
- Lámparas necesarias:

$$N^{\circ}_{\text{lumenes}} = \frac{\Phi_{\text{necesario}}}{\Phi_{\text{lampara}}} = \frac{43,75\text{lm}}{160\text{lm}} = 0,27$$

- Solución: 1 luminarias.
- Lúmenes proporcionados: 160 lm.
- Potencia: 6W.

A su vez, colocaremos una luminaria extra encima de cada puerta de acceso a los rellanos de cada planta desde las escaleras, utilizando una lámpara de emergencia y señalización de la marca LEGRAND Ref. C3 61512, por cada planta.

1.7. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

1.7.1. 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 Ωm .

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:

$$R \leq V_c / I_s$$

Donde:

R: Resistencia de puesta a tierra en Ω .

V_c : Tensión de contacto en V.

I_s : Sensibilidad del interruptor diferencial en A.

Por tanto:

$$R \leq 24/0,3 = 80 \Omega$$

1.7.2. CÁLCULOS E INSTALACIÓN EN OBRA

El electrodo está formado por 4 picas de acero recubiertas de cobre de 20 mm de diámetro y 2 metros de longitud, situadas en cada una de las esquinas de la construcción, y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección. Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de dicho conductor medio de 17 soldaduras aluminotérmicas (11 en las uniones de los mallazos con los pilares del edificio, 1 a las

guías del ascensor y 1 a la centralización de contadores y 4 en las conexiones entre el conductor desnudo y las picas), formando así una superficie equipotencial a lo largo de la superficie habitada.

La centralización de contadores se unirá al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 35 mm². De la centralización partirán los diferentes conductores de protección para cada una de las derivaciones individuales.

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 80Ω, con lo que quedará limitada la tensión de contacto. Es aconsejable que en edificios de viviendas, la resistencia de puesta a tierra sea inferior a 10Ω.

Calcularemos el valor de la resistencia de tierra en el caso del defecto a tierra más desfavorable, es decir, cuando la corriente de defecto sea mayor. Ya que los contactos peligrosos se pueden producir en los lugares donde disponemos de motores, hemos de buscar el de menor resistencia a tierra, que es el motor con mayor corriente de defecto, que en este caso es el ascensor. Por tanto habrá que calcular la resistencia del conductor de esa línea, que va desde la centralización de contadores, hasta ese motor.

La resistencia del conductor se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{L}{\sigma \times S}$$

Donde:

- R: Resistencia del conductor en Ω.
- σ: Conductividad del material conductor (m/Ωmm²), en este caso la del cobre que es 56 m/Ωmm².
- L: Longitud del conductor en metros.
- S: La sección del conductor en mm².

La resistencia del conductor entre la centralización de contadores (punto de puesta a tierra) y cuadro general de servicios generales, es de:

$$R_1 = \frac{L}{\sigma \times S} = \frac{4}{56 \times 35} = 0,00204 \Omega$$

La resistencia del conductor entre el cuadro y el del ascensor es de:

$$R_2 = \frac{L}{\sigma \times S} = \frac{30}{56 \times 6} = 0,0893 \Omega$$

La Resistencia del conductor será la suma de ambas:

$$R_T = R_1 + R_2 = 0,09134 \Omega$$

La resistencia de una pica vertical se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L}$$

Donde:

- R_{pica} : Resistencia de la pica en Ω .
- ρ : Resistividad del terreno en Ωm , en nuestro caso 200 Ωm .
- L: Longitud de la pica en metros.

Por tanto la resistencia de una pica será de:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L} = \frac{200}{2} = 100 \Omega$$

Las cuatro picas que forman la instalación de puesta a tierra se encuentran en paralelo entre ellas, por lo que la resistencia del conjunto será:

$$R_{Total_picas} = \frac{R_{pica}}{4} = \frac{100}{4} = 25 \Omega$$

La resistencia del conductor que une las 4 picas será:

$$R_{conductor} = \frac{2 \times \rho}{L}$$

Donde:

- $R_{conductor}$: Resistencia del conductor en Ω .
- ρ : Resistividad del terreno en Ωm , en nuestro caso 200 Ωm .
- L: Longitud del conductor en metros.

Por tanto la resistencia del conductor será de:

$$R_{conductor} = \frac{2 \times \rho}{L} = \frac{2 \times 200}{84,97} = 4,708 \Omega$$

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.

$$R_{TOMA-TIERRA} = \frac{R_{conductor} \times R_{Total-picas}}{R_{conductor} + R_{Total-picas}} = \frac{4,708 \times 25}{4,708 + 25} = 3,962 \Omega$$

La resistencia total de la puesta a tierra para la línea más desfavorable será la suma de la resistencia del conductor de dicha línea, más la resistencia del mallazo:

$$R_{ascensor} = R_{TOMA-TIERRA} + R_1 + R_2 = 3,962 + 0,00204 + 0,0893 = 4,053 \Omega$$

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.

2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

2.1. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)

2.1.1. APLICABILIDAD

Ya que el porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60% de su superficie, se escoge, para la realización del proyecto la Opción Simplificada.

2.1.2. CUMPLIMIENTO DEL CTE

2.1.2.1. DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA

El edificio, que se encuentra en Pamplona, se corresponde con la zona climática D1.

2.1.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS

Los espacios que componen este edificio son espacios habitables con baja carga interna e higrometría 3 o inferior. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.

2.1.2.3. ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO

La envolvente térmica de un edificio es el conjunto de elementos, que constituyen los cerramientos que separan los espacios habitables del edificio del ambiente externo, así como de las zonas no habitables del edificio.

La envolvente térmica del edificio se compondrá de:

- Los suelos de las viviendas de la planta baja y de sus zonas comunes, tales como portal y zona de escaleras y ascensor, en contacto con el sótano.
- Las paredes que limitan dichas viviendas o zonas comunes con el exterior (fachadas), con espacios no habitables o con el edificio colindante.
- La cubierta de la terraza del ático.
- La cubierta del edificio.

2.1.2.4. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS CERRAMIENTOS

La forma de cálculo seguida se encuentra en el Apéndice E de la sección HE 1 Limitación de la demanda energética, dentro del Documento Básico De Ahorro De Energía, del CTE.

TRANSMITANCIA TÉRMICA

- Cerramientos en contacto con el aire exterior:

La transmitancia térmica viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

R_T : La resistencia térmica del componente constructivo ($m^2 K/W$)

La resistencia térmica total de un componente constructivo se calcula:

$$R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{Se}$$

Siendo:

- R_1, R_2, \dots, R_n : Las resistencias térmicas de cada capa ($m^2 K/W$)

- R_{Si}, R_{Se} : Las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y al aire exterior. Dependen de la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio. ($m^2 K/W$)

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

- e : el espesor de la capa (m).

- λ : la conductividad térmica del material que compone la capa (W/mK), tomada d la norma UNE EN ISO 10 456:2001.

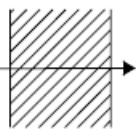
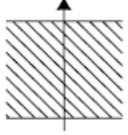
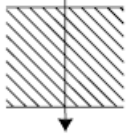
- **Particiones interiores:**

La transmitancia térmica U viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p \cdot b$$

- U_p : La transmitancia térmica de la partición interior.
- b : El coeficiente de reducción de temperatura (Obtenido del CTE).

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m^2K/W

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal 	0,13	0,13
Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente 	0,10	0,10
Particiones interiores horizontales y flujo descendente 	0,17	0,17

$$U = U_p \cdot b$$

·Cálculo de b (coeficiente de reducción de temperatura):

CASO 1: No aislado_{ue}-Aislado_{iu}

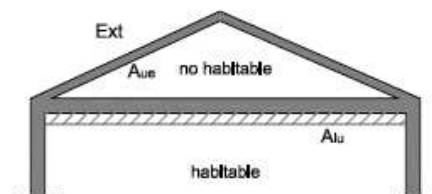
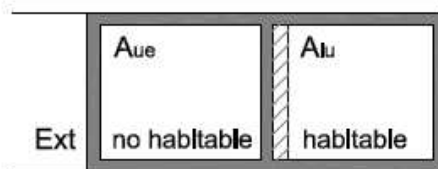


Figura E6: Espacios no habitables en contacto con espacios habitables.

NOTA: El subíndice *ue* se refiere al cerramiento entre el *espacio no habitable* y el exterior;
 El subíndice *iu* se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable.

$$A_{iu}/A_{ue} = 434.258 \text{ m}^2 / 476.545 \text{ m}^2 = 0.91 \quad (0.75 \leq 1.00)$$

Tabla E7: $b = 0.94$

FACHADA:

-En contacto con el exterior:

Material	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
1/2 pie ladrillo perforado (LP) métrico	0.120	0.595	0.202
Mortero de cemento	0.010	0.800	0.013
MW Lana mineral	0.080	0.050	1.600
Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.020		0.170
Betún fieltro o lámina	0.001	0.230	0.004
Tabicón de ladrillo hueco (LH) doble	0.070	0.375	0.187
Enlucido de yeso aislante	0.010	0.300	0.033

$$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_{se} = 2.379 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.420 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

CUBIERTA:

-En contacto con el exterior:

Material	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
Arena y grava	0.060	2.000	0.030
Subcapa, fieltro	0.005	0.050	0.100
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0.080	0.034	2.353
Betún fieltro o lámina	0.001	0.230	0.004
Hormigón en masa	0.010	1.650	0.006
FR Entrevigado de hormigón	0.300	2.000	0.150
Placa de yeso o escayola	0.015	0.250	0.060

$$R_{si} = 0.10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_{se} = 2.843 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.352 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

TERRAZA (Cubierta):

-En contacto con el exterior:

Material	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
Hormigón con áridos ligeros	0.065	1.150	0.057
Mortero de áridos ligeros	0.030	0.410	0.073
Subcapa, fieltro	0.005	0.050	0.100
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0.080	0.034	2.353
Betún fieltro o lámina	0.001	0.230	0.004
Hormigón en masa	0.015	1.650	0.009
FR Entrevigado de hormigón	0.300	2.000	0.150
Placa de yeso o escayola	0.015	0.250	0.060

$$R_{si} = 0.17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8 + R_{se} = 3.016 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.332 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

FORJADO ENTREPLANTAS:

-Partición interior:

Material	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
Plaqueta o baldosa de	0.010	2.300	0.004

gres			
Mortero de áridos ligeros	0.050	0.410	0.122
PUR Proyección con CO2 celda cerrada	0.020	0.035	0.571
FR Sin Entrevigado	0.300	4.286	0.070
Placa de yeso o escayola	0.015	0.250	0.060

$$R_{si} = 0.17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_{se} = 1.167 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.856 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

FORJADO GARAJE:

-Partición interior:

Material	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
Plaqueta o baldosa de cerámica	0.010	1.000	0.010
Mortero de áridos ligeros	0.080	0.410	0.195
PUR Proyección con CO2 celda cerrada	0.060	0.035	1.714
FR Sin Entrevigado	0.300	4.286	0.070
Hormigón armado	0.150	2.300	0.065

$$R_{si} = 0.17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0.40 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_{se} = 2.264 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1/R_t = 0.442 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

TABIQUE:

-Partición interior:

Material	e(m)	λ (W/mK)	R(m ² K/W)
Enlucido de yeso	0.015	0.400	0.038
Tabique de LH sencillo	0.120	0.444	0.270
MW Lana mineral	0.020	0.050	0.400
Tabique de LH sencillo	0.070	0.444	0.158
Enlucido de yeso	0.015	0.400	0.038

$$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$-R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_{se} = 1.074 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/R_t = 0.932 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

HUECOS Y LUCERNARIOS:

La transmitancia térmica de los huecos U_H (W/m² K) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1-FM) U_{H,v} + FM U_{H,m}$$

Siendo:

- $U_{H,v}$ la transmitancia térmica de la parte semitransparente [W/m² K]
- $U_{H,m}$ la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta [W/m² K]
- FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

En nuestro caso:

-Ventanas:

- Carpintería PVC, SOFTLINE DOBLE JUNTA DE KOMMERLING.
- Vidrio, CLIMALIT, acristalamiento doble con cámara de 12 mm (4/12/4)

$$-FM = 0,2$$

$$-U_{H,v} = 2,8 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K} \text{ (catálogo)}$$

$$-U_{H,m} = 3,2 \text{ W / m}^2 \text{ K (catálogo)}$$

Sustituyendo en la ecuación:

$$U_H = (1-0.2) 2.8 + 0.2 (3.2) = 2.88 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

-Puertas (de aluminio):

- Carpintería PVC, SOFTLINE DOBLE JUNTA DE KOMMERLING.
- Vidrio, CLIMALIT, acristalamiento doble con cámara de 12 mm (4/12/4)

$$-FM = 0,2$$

$$-U_{H,v} = 2,8 \text{ W / m}^2 \text{ K (catálogo)}$$

$$-U_{H,m} = 3,2 \text{ W / m}^2 \text{ K (catálogo)}$$

Sustituyendo en la ecuación:

$$U_H = (1-0.2) 2.8 + 0.2 (3.2) = 2.88 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

- Factor solar modificado de huecos:

El factor solar modificado de huecos F_H se determina mediante la siguiente expresión:

$$F = F_S [(1- FM) g_{\perp} + FM \cdot 0.04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

Siendo:

- F_S el factor de sombra del hueco.
- FM la fracción del hueco ocupada por el marco.
- g_{\perp} el factor solar de la parte semitransparente del hueco.
- U_m la transmitancia térmica del marco del hueco.
- α la absorptividad del marco (Tabla E.10).

Tabla E.10 Absortividad del marco para radiación solar α

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

Sustituyendo en la ecuación:

$$F = 0.77 \cdot [(1 - 0.2) 0.81 + 0.2 \cdot 0.04 \cdot 3.2 \cdot 0.2] = 0.507$$

- Comprobación de los valores límites de los parámetros característicos medios

Para ello calcularemos primero el porcentaje de huecos que hay en cada fachada;

	Área huecos (m ²) Ah	Área muros (m ²) Am	$\sum A = Ah + Am$	% huecos
N	13.69	298.94	312.63	4.4 %
E	57.79	283.2	340.79	16.7%
O	71.35	170.57	241.92	29.5%

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>		<i>Parámetros característicos</i>	<i>Parámetros característicos medios</i>	<i>Comparación con los valores límite</i>
CUBIERTA		Uc=0.322 W/m ² °K	Uc m= 0.322 W/m ² °K	Uc lim= 0.38 (W/m ² °K)
		Ac=352.65 m ²		
FACHADA	MUROS	Um=0.42 W/m ² °K	Um m= 0.42 W/m ² °K	Um lim = 0.66 (W/m ² °K)
		Am=772.87 m ²		
	HUECOS	Uh=2.88 W/m ² °K	Uh m= 2.88 W/m ² °K	Uh lim → N(0-10%)= 3.5

				Uh lim → E(11-20)=3.5
		Ah=142.83 m ²		Uh lim → O(21-30%)=2.9
SUELOS		Us=0.442 W/m ² °K	Us m= 0.442 W/m ² °K	Us lim = 0.49 (W/m ² °K)
		As=352.65 m ²		

2.1.2.5. CONDENSACIONES

2.1.2.5.1. CONDENSACIONES SUPERFICIALES

La comprobación de las condensaciones superficiales se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie interior (f_{Rsi}) y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo ($f_{Rs\ min}$) de cada cerramiento, partición interior o puente térmico.

$f_{Rs\ min}$ Se obtiene en la tabla 3.2. Del CTE.

Para la zona climática en la que nos situamos, zona D1:

$$f_{Rs\ min} = \mathbf{0.61}$$

f_{Rsi} Se obtiene de la siguiente forma:

$$f_{Rsi} = 1 - 0.25 U$$

Siendo:

U: transmitancia térmica de cada cerramiento, partición interior o puente térmico
(W/ m² K)

Condiciones exteriores:

- Temperatura exterior(mínima): 4.5°C (enero)
- Humedad exterior: 80%

Condiciones interiores:

- Temperatura interior: 20°C
- Humedad relativa interior: 55%

2.1.2.5.2. CONDENSACIONES INTERSICIALES

El procedimiento se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor que existe en cada punto intermedio de un cerramiento. Estas presiones deberán ser inferiores a la presión de vapor de saturación.

Para cada cerramiento se calculará:

1º) Distribución de temperatura.

-Tª superficial exterior:

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_t} (\theta_i - \theta_e)$$

Donde:

θ_e : Tª exterior localidad según tabla.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tmed	4.5	6.5	8	9.9	13.3	17.3	20.5	20.3	18.2	13.7	8.3	5.7
HRmed	80	73	68	66	66	62	58	61	61	68	76	79

- R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior según CTE.

- R_t : Resistencia térmica total del componente, calculado en el apartado 1.

$\theta_i = 20^\circ\text{C}$, Tª interior.

- Cálculo de las Tª en cada una de las capas:

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_t} (\theta_i - \theta_e)$$

Donde:

θ_n : Tª en cada capa (°C).

R_n : Resistencia térmica en cada capa.

- Cálculo de la T^a superficial interior:

$$\theta_{SI} = \theta_n + \frac{R_{SI}}{R_t} (\theta_i - \theta_e)$$

Donde:

R_{SI} : Resistencia térmica superficial interior según CTE.

2º) Distribución presión de vapor.

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e)$$

Donde:

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n$$

u_n : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, se encuentra en UNE en ISO-10.456:2001.

e_n : Espesor capa (m).

P_n : Presión de vapor de cada capa (Pa).

P_i : Presión vapor del aire interior (Pa).

P_e : Presión vapor del aire exterior (Pa).

Estas presiones se calculan según la fórmula propuesta a continuación:

$$P_e = \phi_e * P_{sat}(\theta_e)$$

$$P_i = \phi_i * P_{sat}(\theta_i)$$

Donde:

$$\phi_i = 0.55 \quad \text{Humedad relativa interior}$$

$$\phi_e = 0.8 \text{ (tabla)} \quad \text{Humedad relativa exterior.}$$

A continuación la Presión de saturación para cada t^a .

$$P_{sat}(\theta) = 610.5 e^{\frac{17.269 \cdot \theta}{237.3 + \theta}}$$

$$P_{sat}(20) = 2336.95$$

$$P_{sat}(4.5) = 841.9$$

Por tanto, tenemos que:

$$P_e = \phi_e \cdot P_{sat}(\theta_e) = 0.8 \cdot 841.9 = 673.52 \text{ Pa}$$

$$P_i = \phi_i \cdot P_{sat}(\theta_i) = 0.55 \cdot 2336.95 = 1285.32 \text{ Pa}$$

Debe cumplir:

$$P_{sat}(\theta_n) > P_n$$

- FACHADA (Muro en contacto con el aire):

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_t = 2.379 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 4.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 4.5 + \frac{0.04}{2.379} (20 - 4.5) = 4.761 \text{ }^\circ\text{C}$$

Capas:

1.- 1/2 pie ladrillo perforado (LP) métrico:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 4.761 + \frac{0.202}{2.379} (20 - 4.5) = 6.078 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.12 \text{ m} \cdot 10 = 1.2 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 52.14 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 673.52 + \frac{1.2}{52.14} (1285.32 - 673.52) = 687.60 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(6.078^\circ\text{C}) = 939.69 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Mortero de cemento:

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 6.078 + \frac{0.013}{2.379}(20 - 4.5) = 6.163^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.01 \text{ m} \cdot 10 = 0.1 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 52.14 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) = 687.60 + \frac{0.1}{52.14}(1285.32 - 673.52) = 688.77 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(6.163^\circ\text{C}) = 945.23 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- MW Lana mineral:

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 6.163 + \frac{1.6}{2.379}(20 - 4.5) = 16.588^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.08 \text{ m} \cdot 1 = 0.08 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 52.14 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) = 688.77 + \frac{0.08}{52.14}(1285.32 - 673.52) = 689.71 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(16.588^\circ\text{C}) = 1886.66 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm:

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 16.588 + \frac{0.17}{2.379}(20 - 4.5) = 17.696^\circ\text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.01 \quad \text{Norma UNE EN ISO13788}$$

$$\sum Sdn = 52.14 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d4}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 689.71 + \frac{0.01}{52.14} (1285.32 - 673.52) = 689.83 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(17.696^\circ \text{C}) = 2023.73 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

5.- Betún fieltro o lámina:

$$\theta_5 = \theta_4 + \frac{R_5}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 17.696 + \frac{0.004}{2.379} (20 - 4.5) = 17.722^\circ \text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.001 \text{ m} \cdot 50000 = 50 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 52.14 \text{ m}$$

$$P_5 = P_4 + \frac{S_{d5}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 689.83 + \frac{50}{52.14} (1285.32 - 673.52) = 1276.52 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(17.722^\circ \text{C}) = 2027.05 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

6.- Tabicón de ladrillo hueco (LH) doble:

$$\theta_6 = \theta_5 + \frac{R_6}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 17.722 + \frac{0.187}{2.379} (20 - 4.5) = 18.940^\circ \text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.07 \text{ m} \cdot 10 = 0.7 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 52.14 \text{ m}$$

$$P_6 = P_5 + \frac{S_{d6}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1276.52 + \frac{0.7}{52.14} (1285.32 - 673.52) = 1284.73 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(18.940^\circ \text{C}) = 2187.94 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

7.- Enlucido de yeso aislante:

$$\theta_7 = \theta_6 + \frac{R_7}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 18.940 + \frac{0.033}{2.379} (20 - 4.5) = 19.155 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.01 \text{ m} \cdot 6 = 0.06 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 52.14 \text{ m}$$

$$P_7 = P_6 + \frac{S_{d7}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1284.73 + \frac{0.06}{52.14} (1285.32 - 673.52) = 1285.43 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.155 \text{ °C}) = 2217.48 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

- CUBIERTA:

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$Rt = 2.843 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ °C}$$

$$\theta_e = 4.5 \text{ °C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 4.5 + \frac{0.04}{2.843} (20 - 4.5) = 4.718 \text{ °C}$$

Capas:

1.- Arena y grava:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 4.718 + \frac{0.03}{2.843} (20 - 4.5) = 4.882 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.06 \text{ m} \cdot 50 = 3 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 74.43 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 673.52 + \frac{0.06}{74.43} (1285.32 - 673.52) = 674.01 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(4.882^\circ \text{C}) = 864.71 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Subcapa, fieltro:

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 4.882 + \frac{0.1}{2.843}(20 - 4.5) = 5.427^\circ \text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.005 \text{ m} \cdot 15 = 0.075 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 74.43 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) = 674.01 + \frac{0.075}{74.43}(1285.32 - 673.52) = 674.63 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(5.427^\circ \text{C}) = 898.19 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- XPS Expandido con dióxido de carbono CO2:

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 5.427 + \frac{2.353}{2.843}(20 - 4.5) = 18.255^\circ \text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.08 \text{ m} \cdot 220 = 17.6 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 74.43 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) = 674.63 + \frac{17.6}{74.43}(1285.32 - 673.52) = 819.29 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(18.255^\circ \text{C}) = 2096.13 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- Betún fieltro o lámina:

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 18.255 + \frac{0.004}{2.843}(20 - 4.5) = 18.277^\circ \text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.001 \text{ m} \cdot 50000 = 50 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 74.43 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d4}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 819.29 + \frac{50}{74.43} (1285.32 - 673.52) = 1230.25 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(18.277^\circ \text{C}) = 2099.03 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

5.- Hormigón en masa:

$$\theta_5 = \theta_4 + \frac{R_5}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 18.277 + \frac{0.006}{2.843} (20 - 4.5) = 18.310^\circ \text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.01 \text{ m} \cdot 70 = 0.7 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 74.43 \text{ m}$$

$$P_5 = P_4 + \frac{S_{d5}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1230.25 + \frac{0.7}{74.43} (1285.32 - 673.52) = 1236.00 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(18.310^\circ \text{C}) = 2103.38 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

6.- FR Entrevigado de hormigón:

$$\theta_6 = \theta_5 + \frac{R_6}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 18.310 + \frac{0.15}{2.843} (20 - 4.5) = 19.128^\circ \text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.3 \text{ m} \cdot 10 = 3 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 74.43 \text{ m}$$

$$P_6 = P_5 + \frac{S_{d6}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1236.00 + \frac{3}{74.43} (1285.32 - 673.52) = 1260.66 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.128^\circ \text{C}) = 2213.75 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

7.- Placa de yeso o escayola:

$$\theta_7 = \theta_6 + \frac{R_7}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 19.128 + \frac{0.06}{2.843} (20 - 4.5) = 19.455 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 4 = 0.06 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 74.43 \text{ m}$$

$$P_7 = P_6 + \frac{S_{d7}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1260.66 + \frac{0.06}{74.43} (1285.32 - 673.52) = 1261.16 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.455 \text{ °C}) = 2259.27 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

- TERRAZA (Cubierta):

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$Rt = 3.016 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ °C}$$

$$\theta_e = 4.5 \text{ °C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 4.5 + \frac{0.04}{3.016} (20 - 4.5) = 4.706 \text{ °C}$$

Capas:

1.- Hormigón con áridos ligeros:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 4.706 + \frac{0.057}{3.016} (20 - 4.5) = 4.999 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.065 \text{ m} \cdot 60 = 3.9 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 75.98 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 673.52 + \frac{0.065}{75.98} (1285.32 - 673.52) = 674.04 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(4.999^\circ \text{C}) = 871.80 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Mortero de áridos ligeros:

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 4.999 + \frac{0.073}{3.016}(20 - 4.5) = 5.374^\circ \text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.03 \text{ m} \cdot 10 = 0.3 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 75.98 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) = 674.04 + \frac{0.3}{75.98}(1285.32 - 673.52) = 676.46 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(5.374^\circ \text{C}) = 894.89 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- Subcapa, fieltro:

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 5.374 + \frac{0.1}{3.016}(20 - 4.5) = 5.888^\circ \text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.005 \text{ m} \cdot 15 = 0.075 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 75.98 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) = 676.46 + \frac{0.075}{75.98}(1285.32 - 673.52) = 677.06 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(5.888^\circ \text{C}) = 927.40 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- XPS Expandido con dióxido de carbono CO2:

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 5.888 + \frac{2.353}{3.016}(20 - 4.5) = 17.981^\circ \text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.08 \text{ m} \cdot 220 = 17.6 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 75.98 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d4}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 677.06 + \frac{17.6}{75.98} (1285.32 - 673.52) = 818.77 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(17.981^\circ \text{C}) = 2060.37 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

5.- Betún fieltro o lámina:

$$\theta_5 = \theta_4 + \frac{R_5}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 17.981 + \frac{0.004}{3.016} (20 - 4.5) = 18.001^\circ \text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.001 \text{ m} \cdot 50000 = 50 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 75.98 \text{ m}$$

$$P_5 = P_4 + \frac{S_{d5}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 818.77 + \frac{50}{75.98} (1285.32 - 673.52) = 1221.35 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(18.001^\circ \text{C}) = 2062.96 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

6.- Hormigón en masa:

$$\theta_6 = \theta_5 + \frac{R_6}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 18.001 + \frac{0.009}{3.016} (20 - 4.5) = 18.047^\circ \text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 70 = 1.05 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 75.98 \text{ m}$$

$$P_6 = P_5 + \frac{S_{d6}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1221.35 + \frac{1.05}{75.98} (1285.32 - 673.52) = 1229.80 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(18.047^\circ \text{C}) = 2068.93 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

7.- FR Entrevigado de hormigón:

$$\theta_7 = \theta_6 + \frac{R_7}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 18.047 + \frac{0.15}{3.016} (20 - 4.5) = 18.818 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.3 \text{ m} \cdot 10 = 3 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 75.98 \text{ m}$$

$$P_7 = P_6 + \frac{S_{d7}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1229.80 + \frac{3}{75.98} (1285.32 - 673.52) = 1253.96 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(18.818 \text{ °C}) = 2171.34 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

8.- Placa de yeso o escayola:

$$\theta_8 = \theta_7 + \frac{R_8}{Rt} (\theta_i - \theta_e) = 18.818 + \frac{0.06}{3.016} (20 - 4.5) = 19.126 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 4 = 0.06 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 75.98 \text{ m}$$

$$P_8 = P_7 + \frac{S_{d8}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1253.96 + \frac{0.06}{75.98} (1285.32 - 673.52) = 1254.44 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.126 \text{ °C}) = 2213.47 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

- FORJADO ENTREPLANTAS:

$$Rse = 0.17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$Rt = 1.167 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ °C}$$

$$\theta_e = 4.5 \text{ °C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 4.5 + \frac{0.17}{1.167}(20 - 4.5) = 6.758 \text{ °C}$$

Capas:

1.- Plaqueta o baldosa de gres:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 6.758 + \frac{0.004}{1.167}(20 - 4.5) = 6.811 \text{ °C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.01 \text{ m} \cdot 30 = 0.3 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 26.06 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) = 673.52 + \frac{0.3}{26.06}(1285.32 - 673.52) = 680.56 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(6.811 \text{ °C}) = 988.42 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Mortero de áridos ligeros:

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 6.811 + \frac{0.122}{1.167}(20 - 4.5) = 8.431 \text{ °C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.05 \text{ m} \cdot 10 = 0.5 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 26.06 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) = 680.56 + \frac{0.5}{26.06}(1285.32 - 673.52) = 692.30 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(8.431 \text{ °C}) = 1104.09 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- PUR Proyección con CO2 celda cerrada:

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 8.431 + \frac{0.571}{1.167}(20 - 4.5) = 16.015 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.02 \text{ m} \cdot 60 = 1.2 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 26.06 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 692.30 + \frac{1.2}{26.06} (1285.32 - 673.52) = 720.47 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(16.015^\circ \text{C}) = 1819.02 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- FR Sin Entrevigado:

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 16.015 + \frac{0.07}{1.167} (20 - 4.5) = 16.945^\circ \text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.3 \text{ m} \cdot 80 = 24 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 26.06 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d4}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 720.47 + \frac{24}{26.06} (1285.32 - 673.52) = 1283.91 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(16.945^\circ \text{C}) = 1929.91 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

5.- Placa de yeso o escayola:

$$\theta_5 = \theta_4 + \frac{R_5}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 16.945 + \frac{0.06}{1.167} (20 - 4.5) = 17.742^\circ \text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 4 = 0.06 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 26.06 \text{ m}$$

$$P_5 = P_4 + \frac{S_{d5}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1283.91 + \frac{0.06}{26.06} (1285.32 - 673.52) = 1285.32 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(17.742^\circ \text{C}) = 2029.60 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

- FORJADO GARAJE:

$$R_{se} = 0.17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_t = 2.264 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 4.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 4.5 + \frac{0.17}{2.264}(20 - 4.5) = 5.664 \text{ }^\circ\text{C}$$

Capas:

1.- Plaqueta o baldosa de cerámica:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 5.664 + \frac{0.01}{2.264}(20 - 4.5) = 5.732 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.01 \text{ m} \cdot 30 = 0.3 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 40.7 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) = 673.52 + \frac{0.3}{40.7}(1285.32 - 673.52) = 678.03 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(5.732 \text{ }^\circ\text{C}) = 917.43 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Mortero de áridos ligeros:

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_t}(\theta_i - \theta_e) = 5.732 + \frac{0.195}{2.264}(20 - 4.5) = 7.067 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.08 \text{ m} \cdot 10 = 0.8 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 40.7 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) = 678.03 + \frac{0.8}{40.7}(1285.32 - 673.52) = 690.06 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(7.067 \text{ }^\circ\text{C}) = 1005.95 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- PUR Proyección con CO2 celda cerrada:

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 7.067 + \frac{1.714}{2.264} (20 - 4.5) = 18.802 \text{ °C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.06 \text{ m} \cdot 60 = 3.6 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 40.7 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 690.06 + \frac{3.6}{40.7} (1285.32 - 673.52) = 744.17 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(18.802 \text{ °C}) = 2169.17 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- FR Sin Entrevigado:

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 18.802 + \frac{0.07}{2.264} (20 - 4.5) = 19.281 \text{ °C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.3 \text{ m} \cdot 80 = 24 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 40.7 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d4}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 744.17 + \frac{24}{40.7} (1285.32 - 673.52) = 1104.94 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.281 \text{ °C}) = 2234.95 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

5.- Hormigón armado:

$$\theta_5 = \theta_4 + \frac{R_5}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 19.281 + \frac{0.065}{2.264} (20 - 4.5) = 19.726 \text{ °C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.15 \text{ m} \cdot 80 = 12 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 40.7 \text{ m}$$

$$P_5 = P_4 + \frac{S_{d5}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 1104.94 + \frac{12}{40.7} (1285.32 - 673.52) = 1285.32 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(19.726^\circ \text{C}) = 2297.61 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

- TABIQUE:

$$R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_t = 1.074 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\theta_i = 20^\circ \text{C}$$

$$\theta_e = 4.5^\circ \text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 4.5 + \frac{0.04}{1.074} (20 - 4.5) = 5.077^\circ \text{C}$$

Capas:

1.- Enlucido de yeso:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 5.077 + \frac{0.038}{1.074} (20 - 4.5) = 5.625^\circ \text{C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 6 = 0.09 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 2.1 \text{ m}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum Sdn} (P_i - P_e) = 673.52 + \frac{0.09}{2.1} (1285.32 - 673.52) = 699.74 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(5.625^\circ \text{C}) = 910.64 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.- Tabique de LH sencillo:

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{Rt}(\theta_i - \theta_e) = 5.625 + \frac{0.27}{1.074}(20 - 4.5) = 9.522 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.12 \text{ m} \cdot 10 = 1.2 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 2.1 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum Sdn}(P_i - P_e) = 699.74 + \frac{1.2}{2.1}(1285.32 - 673.52) = 1049.34 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(9.522 \text{ °C}) = 1188.55 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

3.- MW Lana mineral:

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{Rt}(\theta_i - \theta_e) = 9.522 + \frac{0.4}{1.074}(20 - 4.5) = 15.295 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.02 \text{ m} \cdot 1 = 0.02 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 2.1 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum Sdn}(P_i - P_e) = 1049.34 + \frac{0.02}{2.1}(1285.32 - 673.52) = 1055.17 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(15.295 \text{ °C}) = 1737.05 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

4.- Tabique de LH sencillo:

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{Rt}(\theta_i - \theta_e) = 15.295 + \frac{0.158}{1.074}(20 - 4.5) = 17.575 \text{ °C}$$

$$Sdn = e_n \cdot u_n = 0.07 \text{ m} \cdot 10 = 0.7 \text{ m}$$

$$\sum Sdn = 2.1 \text{ m}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d4}}{\sum Sdn}(P_i - P_e) = 1055.17 + \frac{0.7}{2.1}(1285.32 - 673.52) = 1259.10 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(17.575^\circ \text{C}) = 2008.35 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

5.- Enlucido de yeso:

$$\theta_5 = \theta_4 + \frac{R_5}{R_t} (\theta_i - \theta_e) = 17.575 + \frac{0.038}{1.074} (20 - 4.5) = 18.123^\circ \text{C}$$

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n = 0.015 \text{ m} \cdot 6 = 0.09 \text{ m}$$

$$\sum S_{dn} = 2.1 \text{ m}$$

$$P_5 = P_4 + \frac{S_{d5}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e) = 1259.10 + \frac{0.09}{2.1} (1285.32 - 673.52) = 1285.32 \text{ Pa}$$

$$P_{sat}(18.123^\circ \text{C}) = 2078.84 \text{ Pa}$$

Como $P_{sat}(\theta_n) > P_n \rightarrow$ **CUMPLE**

2.1.2.6. FICHAS JUSTIFICATIVAS

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	1	Zona de alta carga interna	0
----------------	----	--------------------	---	----------------------------	---

MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
	Fachada principal	298,94	0,42	125,5548	$\Sigma A = 298,94$
					$\Sigma A \cdot U = 125,55$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,42$
E	Fachada principal	283,2	0,42	118,944	$\Sigma A = 283,20$
					$\Sigma A \cdot U = 118,94$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,42$
O	Fachada principal	170,57	0,42	71,6394	$\Sigma A = 170,57$
					$\Sigma A \cdot U = 71,64$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,42$
S	Fachada principal	20,16	0,42	8,4672	$\Sigma A = 20,16$
					$\Sigma A \cdot U = 8,47$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,42$
SE					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
SO					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
C-TER					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

SUELOS (U_{Sm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Terraza	352,65	0,332	117,0798	ΣA= 352,65
				ΣA·U= 117,08
				U _{Sm} =ΣA·U/ΣA= 0,33

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm} y F_{Lm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Cubierta	352,65	0,352	124,1328	ΣA= 352,65
				ΣA·U= 124,13
				U _{Cm} =ΣA·U/ΣA= 0,35

Tipos	A (m ²)	F	A·F (m ²)	Resultados
				ΣA=
				ΣA·F=
				F _{Lm} =ΣA·F/ΣA=

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	1	Zona de alta carga	0
-----------------------	----	---------------------------	---	---------------------------	---

HUECOS (U_{Hm} y F_{Hm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
Z	Ventanas	13,69	2,88	39,43	$\Sigma A =$	13,69
					$\Sigma A \cdot U =$	39,43
					$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2,88

Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F (m ²)	Resultados	
E	Ventanas	57,79	2,88	0,56	166,44	32,36	$\Sigma A =$	57,79
							$\Sigma A \cdot U =$	166,44
							$\Sigma A \cdot F =$	32,36
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2,88
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,56

O	Ventanas	71,35	2,88	0,56	205,49	39,96	$\Sigma A =$	71,35
							$\Sigma A \cdot U =$	205,49
							$\Sigma A \cdot F =$	39,96
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2,88
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,56

S							$\Sigma A =$	
							$\Sigma A \cdot U =$	
							$\Sigma A \cdot F =$	
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	

SE							$\Sigma A =$	
							$\Sigma A \cdot U =$	
							$\Sigma A \cdot F =$	
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	

SO							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

FICHA 2 CONFORMIDAD – Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	1	Zona de alta carga interna	0
-----------------------	----	---------------------------	---	-----------------------------------	---

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{maxproy}^{(1)}$	$U_{max}^{(2)}$
Muros de fachada	0,42	} $\leq 0,86$
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		
Suelos	0,33	$\leq 0,64$
Cubiertas	0,35	$\leq 0,49$
Vidrios de huecos y lucernarios	2,8	} $\leq 3,5$
Marcos de huecos y lucernarios	3,2	
Medianerías		≤ 1
Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾	0,93	$\leq 1,2$

MUROS DE FACHADA		
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$
N	0,42	} $\leq 0,66$
E	0,42	
O	0,42	
S	0,42	
SE		
SO		

HUECOS Y LUCERNARIOS					
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$		$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	2,88	$\leq 3,5$			≤ 1
E	2,88	} $\leq 3,5$		0,56	} ≤ 1
O	2,88				
S		$\leq 3,5$			≤ 1
SE		} $\leq 3,5$			} ≤ 1
SO					

CERR. CONTACTO TERRENO		SUELOS		CUBIERTAS		LUCERNARIOS	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Tiim}^{(5)}$	$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$	F_{Lm}	F_{Llim}
	$\leq 0,66$	0,33	$\leq 0,49$	0,35	$\leq 0,38$		$\leq 0,36$

(1) $U_{maxproy}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.

(2) U_{max} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2,1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

(3) En edificios de viviendas, $U_{maxproy}$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

(4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.

(5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

FICHA 3 CONFORMIDAD - Condensaciones										
CERRAMIENTO, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. Superficiales		C. Intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada	f_{Rsi}	0,89	$P_{sat,n}$	687,6	688,77	689,71	689,83	1276,52	1284,73	1285,32
	f_{Rmin}	0,61	P_n	936,69	945,23	1886,66	2023,73	2027,05	2187,94	2217,48
Cubierta	f_{Rsi}	0,91	$P_{sat,n}$	674,01	674,63	819,29	1023,25	1236	1260,66	1261,16
	f_{Rmin}	0,61	P_n	864,71	898,19	2096,13	2099,03	2103,38	2213,75	2259,27
Terraza	f_{Rsi}	0,91	$P_{sat,n}$	674,04	676,46	677,06	818,77	1221,35	1229,8	1253,96
	f_{Rmin}	0,61	P_n	871,8	894,89	927,4	2060,37	2062,96	2068,93	2171,34
Forjado entrepl.	f_{Rsi}	0,79	$P_{sat,n}$	680,56	692,3	720,47	1283,91	1285,32		
	f_{Rmin}	0,61	P_n	988,42	1104,09	1819,02	1929,91	2029,6		
Forjado garaje	f_{Rsi}	0,89	$P_{sat,n}$	678,03	690,06	744,17	1104,94	1285,32		
	f_{Rmin}	0,61	P_n	917,43	1005,95	2169,17	2234,95	2297,61		
Tabique	f_{Rsi}	0,77	$P_{sat,n}$	699,74	1049,34	1055,17	1259,1	1285,32		
	f_{Rmin}	0,61	P_n	910,64	1188,55	1737,05	2008,35	2078,84		
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}		P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}		P_n							

2.2. CONDICIONES DE DISEÑO

Para realizar la evaluación del calor que tiene que ser proporcionado por la caldera y el conjunto de la instalación de calefacción a toda la vivienda, habrán de establecerse en primer lugar las condiciones ambientales tanto exteriores, como las condiciones óptimas que se pretenden obtener en el interior de las viviendas:

- La temperatura ambiente interior a obtener en los diferentes habitáculos de las viviendas será de 20 °C.
- Se ha tomado una humedad relativa interior: HR (Interior)= 55 %
- La temperatura exterior: Te = -5 °C
- La humedad relativa exterior: HR (Exterior) = 80%
- La temperatura de los locales no calefactados: 10 °C.
- Por tratarse de una instalación de calefacción de viviendas, no se han tenido en cuenta las aportaciones internas debidas a las personas ni al alumbrado.

2.3. DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO

Si se quiere calefactar un edificio de viviendas se necesita conocer las pérdidas caloríficas que se producen en cada habitáculo de cada vivienda para que se puedan elegir los emisores que calienten dicho habitáculo.

Estas pérdidas de calor son debidas principalmente a la transmisión de calor a través de los cerramientos verticales y horizontales, así como a la infiltración de aire debida a las rendijas de algún cerramiento particular y como por las renovaciones de aire. Por último, habrá que aplicar un factor corrector debido a características propias como; orientación e intermitencia.

De esta manera, se tiene que, la cantidad de calor que es necesario suministrar a un habitáculo en particular para mantener la temperatura objetivo constante viene dada por la siguiente fórmula.

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Donde:

$$Q_0 = \text{Demanda calorífica total en } kW$$

$$Q_T = \text{Pérdidas de calor por transmisión, en } kW .$$

$$Q_R = \text{Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en } kW .$$

$$Q_S = \text{Pérdidas de calor por suplementos por orientación, en } kW .$$

2.3.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas de calor por transmisión, son las debidas a la diferencia de temperatura existente entre el local calefactado objeto del cálculo y el exterior, o bien entre el local calefactado y otro no calefactado.

Las pérdidas por transmisión dependen de la calidad del cerramiento (dada por el coeficiente U de transmisión), de su espesor, de la superficie que ocupa y de la diferencia de temperatura o salto térmico entre el exterior y el interior.

Estos parámetros se relacionan por medio de la siguiente expresión, ecuación para las pérdidas caloríficas por conducción:

$$Q_T = \sum [U \cdot S \cdot (t_i - t_e)]$$

Donde:

Q_T = Pérdidas de calor por transmisión, en kW .

U = Coeficiente de transmisión térmica (en $W/m^2 K$) de los diferentes cerramientos, los cuales fueron ya calculados.

S = Superficie de transmisión de cada uno de los cerramientos.

t_i = Temperatura interior del local, en $^{\circ}C$.

t_e = Temperatura exterior, en $^{\circ}C$.

En los cálculos posteriores habrán de tenerse en cuenta las características geométricas de cada uno de los habitáculos a estudiar, así como todos los elementos constructivos que separan este con el exterior o locales no calefactados.

2.3.2. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN O RENOVACIÓN

Las pérdidas por renovación constituyen la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del aire procedente del exterior, de tal forma que este alcance la temperatura del habitáculo. Estas pérdidas son producidas principalmente por las infiltraciones de aire a través de puertas y ventanas.

Su valor viene determinado por la expresión siguiente:

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t$$

Donde:

Q_R = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en kW .

V = Volumen del habitáculo, en m^3 . Su valor se dará en los sucesivos cuadros de cálculo.

C_e = Calor específico del aire, $0,24 \text{ K}_{cal}/\text{K}_g \text{ } ^\circ\text{C} \cong 1 \text{ kJ}/\text{kg } ^\circ\text{C}$

p_e = Peso específico de aire seco, $1,24 \text{ K}_g/m^3$.

n = N° de renovaciones de aire por hora. Su valor se detallará a continuación.

Δt = Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del local, en $^\circ\text{C}$.

Tipo habitáculo	Renovaciones/hora
Dormitorio	0.5
Baño	1.5
Cocina	1.5
Salón	0.5

2.3.3. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR SUPLEMENTOS.

2.3.3.1. SUPLEMENTO POR ORIENTACIÓN

Según las diferentes orientaciones del edificio, se han previsto los siguientes suplementos para el cálculo de las pérdidas totales de calor:

Orientación	Porcentaje aumento potencia (%)
Norte	15
Sur	0
Este - NE - NO	10
Oeste - SE - SO	5

2.3.3.2. SUPLEMENTO POR INTERMITENCIA DE FUNCIONAMIENTO

Para estas viviendas, se ha previsto un suplemento de potencia que depende del habitáculo a estudio.

Tipo habitáculo	Intermitencia de funcionamiento
Dormitorio	10 %
Baño	20 %
Cocina	15 %
Salón	20 %

Estos dos suplementos serán implementados en los cálculos sobre el cómputo global de pérdidas caloríficas de cada habitación.

2.4. NECESIDADES CALORÍFICAS DE LAS VIVIENDAS

A continuación se muestran los cálculos de la demanda calorífica de los habitáculos a calefactar de las 11 viviendas que componen el edificio, que a su vez se dividen en 5 tipos de viviendas (posteriormente descritas). Para su cálculo se han utilizado las ecuaciones anteriormente explicadas.

TIPO	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5
SITUACIÓN DISTRIBUCIÓN	PB A	PB B	P 1°-2°-3°- 4°-5° A	P 1°-2°-3° B	P ÁTICO A
DISTRIBUIDOR	10,02	7,15	11,59	7,15	4,12
SALÓN- COMEDOR	19,22	24,15	19,30	24,15	16,70
COCINA	10,98	13,89	10,40	13,38	10,09
DORMITORIO 1	10,86	13,53	10,48	13,53	9,58
DORMITORIO 2	12,37	11,06	11,21	11,06	12,82
DORMITORIO 3	-	20,99	12,14	17,93	-
DORMITORIO 4	-	-	-	17,52	-
BAÑO	4,77	5,17	4,95	5,17	3,72
ASEO	-	3,43	2,70	3,43	2,72
PASILLO	-	3,69	-	5,75	-
S. ÚTIL VIVIENDA TIPO	68,22	103,06	82,77	119,07	59,75
Nº VIVIENDAS	1	1	5	3	1
TOTAL S. ÚTIL	68,22	103,06	413,85	357,21	59,75

VIVIENDA TIPO 2 DORMITORIOS (A) (ÁTICO):

-Habitación: COCINA

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	4.093	0.42	25	42.98
Cubierta	6.4	0.352	25	56.32
Cristal	1.955	2.88	25	140.76

$$Q_t = 240.06 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %

Intermitencia de uso: 15 %

Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 60.01 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 18.43 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 238.05 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 538.12 \text{ W}$$

-Habitación: SALA DE ESTAR

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	7.7175	0.42	25	81.03
Cubierta	21	0.352	25	184.8
Cristal	5.2425	2.88	25	377.46

$$Q_t = 643.29 \text{ W}$$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5 %

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 160.82 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 60.48 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 260.4 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 1064.51 \text{ W}$

-Habitación: DORMITORIO 1

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	19.665	0.42	25	206.48
Cubierta	12.5	0.352	25	110
Cristal	3.375	2.88	25	243

$$Q_t = 559.48 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación NO: 10 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 111.9 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 36 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 155 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 826.38 \text{ W}$

Cálculos4

-Habitación: DORMITORIO 2Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	21.085	0.42	25	221.39
Cubierta	9.6	0.352	25	84.48
Cristal	1.955	2.88	25	140.76

$$Q_t = 446.63 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación NE: 10 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 89.33 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 27.65 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 119.05 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 655.01 \text{ W}$$

-Habitación: ASEOPérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.76	0.42	25	60.48
Cubierta	2.7	0.352	25	23.76

$$Q_t = 84.24 \text{ W}$$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15 %

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 29.48 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 7.78 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 100.49 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 214.21 \text{ W}$

-Habitación: BAÑO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	3.5	0.352	25	30.8

$$Q_t = 30.8 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0 %

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 6.16 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 10.08 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 130.2 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 167.16 \text{ W}$

-Habitación: VESTÍBULO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Tabique	4.32	0.932	10	40.26
Cubierta	4.5	0.352	25	39.6

$$Q_t = 79.86 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 7.99 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 12.96 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 22.32 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = \mathbf{110.17 \text{ W}}$$

VIVIENDA TIPO 2 DORMITORIOS (B) (PLANTA BAJA):

-Habitación: COCINA

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.729	0.42	25	70.65
Forjado inferior	11.05	0.856	10	94.59
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 302.83 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %

Intermitencia de uso: 15 %

Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 75.71 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 31.82 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 411.01 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 789.55 \text{ W}$$

-Habitación: SALA DE ESTAR

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.009	0.42	25	52.59
Forjado inferior	19.3	0.856	10	165.21
Cristal	5.359	2.88	25	385.85

$$Q_t = 603.65 \text{ W}$$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5 %

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 150.91 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 55.58 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 239.3 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 993.86 \text{ W}$

-Habitación: DORMITORIO 1

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.865	0.42	25	61.58
Forjado inferior	10.6	0.856	10	90.74
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 289.91 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 15 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 43.49 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 30.53 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 131.45 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 464.85 \text{ W}$

Cálculos4

-Habitación: DORMITORIO 2Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	20.265	0.42	25	212.78
Forjado inferior	11.4	0.856	10	97.58
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 447.95 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación NO: 10 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 89.59 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 32.83 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 141.35 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = \mathbf{678.89 \text{ W}}$$

-Habitación: BAÑOPérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.336	0.42	25	66.53
Forjado inferior	5.31	0.856	10	45.45

$$Q_t = 111.98 \text{ W}$$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Pérdidas por suplementos

Orientación N : 15 %
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 39.19 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 15.29 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 197.5 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 348.67 \text{ W}$

-Habitación: VESTÍBULO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Tabique	4.32	0.932	10	40.26
Forjado inferior	10.98	0.856	10	93.99

$$Q_t = 134.25 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación : 0 %
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 10 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 13.42 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 31.62 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 54.46 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 202.13 \text{ W}$

VIVIENDA TIPO 3 DORMITORIOS IZQUIERDA (A) (5 VIVENDAS):

-Habitación: COCINA

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m²)	U(W/m² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.729	0.42	25	70.65
Forjado inferior	9.5	0.856	10	81.32
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 289.56 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %

Intermitencia de uso: 15 %

Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 72.39 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 27.36 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 353.4 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 715.35 \text{ W}$

-Habitación: SALA DE ESTAR

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m²)	U(W/m² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.009	0.42	25	52.59
Forjado inferior	21.9	0.856	10	187.46
Cristal	5.359	2.88	25	385.85

$$Q_t = 625.90 \text{ W}$$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5 %

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 25 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 156.48 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 63.07 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 271.55 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 1053.93 \text{ W}$

-Habitación: DORMITORIO 1

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.865	0.42	25	61.58
Forjado inferior	11.1	0.856	10	95.02
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 294.19 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 15 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 44.13 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 31.97 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 137.65 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 475.97 \text{ W}$

Cálculos4

Página 105 de 147

-Habitación: DORMITORIO 2Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	20.265	0.42	25	212.78
Forjado inferior	11.8	0.856	10	101.01
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 451.38 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación NO: 10 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 90.28 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 33.98 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 146.3 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = \mathbf{687.96 \text{ W}}$$

-Habitación: DORMITORIO 3Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	22.525	0.42	25	236.51
Forjado inferior	12.3	0.856	10	105.29
Cristal	1.955	2.88	25	140.76

$$Q_t = 482.56 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación NE: 10 %
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 96.51 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 35.42 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 152.5 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 731.57 \text{ W}$

-Habitación: BAÑO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	7.2	0.42	25	75.6
Forjado inferior	4.3	0.856	10	36.81

$$Q_t = 112.41 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N : 15 %
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 39.34 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 12.38 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 159.91 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 311.66 \text{ W}$

-Habitación: ASEO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.76	0.42	25	60.48
Forjado inferior	2.3	0.856	10	19.69
Tabique	2.7	0.932	10	25.16

$$Q_t = 105.33 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 30 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 31.6 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 8.35 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 107.85 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 244.78 \text{ W}$$

-Habitación: VESTÍBULO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Tabique	4.32	0.932	10	40.26
Forjado inferior	2.3	0.856	10	19.69

$$Q_t = 59.95 \text{ W}$$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Pérdidas por suplementos

Orientación : 0 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 5.99 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 6.62 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 11.40 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 77.34 \text{ W}$

-Habitación: PASO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Tabique	4.32	0.932	10	40.26
Forjado inferior	6.6	0.856	10	56.5

$$Q_t = 96.76 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación : 0 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 9.68 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 19.01 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 32.74 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 139.18 \text{ W}$

VIVIENDA TIPO 3 DORMITORIOS DERECHA (B) (PLANTA BAJA):

-Habitación: COCINA

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.729	0.42	25	70.65
Forjado inferior	10.8	0.856	10	92.45
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 300.69 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5 %

Intermitencia de uso: 15 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 60.14 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 30.53 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 394.35 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 755.18 \text{ W}$$

-Habitación: SALA DE ESTAR

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.161	0.42	25	64.69
Forjado inferior	23.7	0.856	10	202.87
Cristal	5.359	2.88	25	385.85

$$Q_t = 653.41 \text{ W}$$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 30 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 196.02 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 68.26 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 293.9 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 1143.33 \text{ W}$

-Habitación: DORMITORIO 1

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	7.593	0.42	25	79.73
Forjado inferior	13.6	0.856	10	116.42
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 333.74 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 66.75 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 39.17 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 168.65 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 569.14 \text{ W}$

Cálculos4

-Habitación: DORMITORIO 2Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.865	0.42	25	61.58
Forjado inferior	11.1	0.856	10	95.02
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 294.19 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 58.84 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 31.97 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 137.65 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 490.68 \text{ W}$$

-Habitación: DORMITORIO 3Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	24.009	0.42	25	252.09
Forjado inferior	17.9	0.856	10	153.22
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 542.9 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación NE: 10 %
 Intermittencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 108.58 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 51.55 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 221.95 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 873.43 \text{ W}$

-Habitación: BAÑO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	7.344	0.42	25	77.11
Forjado inferior	5.3	0.856	10	45.37
Tabique	5.26	0.932	10	49.02

$$Q_t = 171.5 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15 %
 Intermittencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 60.03 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 15.26 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 197.11 \text{ W}$$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 428.64 \text{ W}$

-Habitación: ASEO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Forjado inferior	3.8	0.856	10	32.53
Tabique	11.52	0.932	10	107.37

$Q_t = 139.9 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación : 0 %

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 27.98 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 10.94 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 56.52 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 224.4 \text{ W}$

-Habitación: VESTÍBULO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Tabique	4.32	0.932	10	40.26
Forjado inferior	6.2	0.856	10	53.07

$Q_t = 93.33 \text{ W}$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Pérdidas por suplementos

Orientación : 0 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 9.33 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 17.86 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 30.76 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 133.42 \text{ W}$

-Habitación: PASO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Forjado inferior	6.4	0.856	10	54.78

$$Q_t = 54.78 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación : 0 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 5.48 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 18.43 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 31.74 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 92 \text{ W}$

VIVIENDA TIPO 4 DORMITORIOS DERECHA (B) (PLANTAS 1ª Y 2ª):

-Habitación: COCINA

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	12.489	0.42	25	131.13
Forjado inferior	14.9	0.856	10	127.54
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 396.26 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5 %

Intermitencia de uso: 15 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 79.25 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 42.91 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 554.25 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 1029.76 \text{ W}$$

-Habitación: SALA DE ESTAR

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.161	0.42	25	64.69
Forjado inferior	23.7	0.856	10	202.87
Cristal	5.359	2.88	25	385.85

$$Q_t = 653.41 \text{ W}$$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 30 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 196.02 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 68.26 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 293.9 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 1143.33 \text{ W}$

-Habitación: DORMITORIO 1

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	7.593	0.42	25	79.73
Forjado inferior	13.6	0.856	10	116.42
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 333.74 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 66.75 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 39.17 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 168.65 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 569.14 \text{ W}$

Cálculos4

-Habitación: DORMITORIO 2

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.865	0.42	25	61.58
Forjado inferior	11.1	0.856	10	95.02
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 294.19 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 58.84 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 31.97 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 137.65 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 490.68 \text{ W}$$

-Habitación: DORMITORIO 3

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	24.009	0.42	25	252.09
Forjado inferior	17.9	0.856	10	153.22
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 542.9 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación NE: 10 %
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 108.58 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 51.55 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 221.95 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 873.43 \text{ W}$

-Habitación: DORMITORIO 4

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	26.845	0.42	25	281.87
Forjado inferior	16.5	0.856	10	141.24
Cristal	1.955	2.88	25	140.76

$$Q_t = 563.87 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación NO: 10 %
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 112.77 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 47.52 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 204.6 \text{ W}$$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 881.24 \text{ W}$

-Habitación: BAÑO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.912	0.42	25	72.58
Forjado inferior	5.3	0.856	10	45.37

$Q_t = 117.95 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15 %

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 35 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 41.28 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 15.26 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 197.11 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 356.34 \text{ W}$

-Habitación: ASEO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Forjado inferior	3.8	0.856	10	32.53

$Q_t = 32.53 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Cálculos4

Página 120 de 147

Orientación : 0 %

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 6.51 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 10.94 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 10 = 56.52 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 95.56 \text{ W}$

-Habitación: VESTÍBULO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Tabique	4.32	0.932	10	40.26
Forjado inferior	7.4	0.856	10	63.34

$$Q_t = 103.6 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación : 0 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 10.36 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 21.31 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 36.7 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 150.66 \text{ W}$

-Habitación: PASO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m²)	U(W/m² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Forjado inferior	5.9	0.856	10	50.5

$Q_t = 50.5 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación : 0 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 5.05 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 16.99 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 10 = 29.26 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 84.81 \text{ W}$

VIVIENDA TIPO 4 DORMITORIOS DERECHA (B) (PLANTA 3ª):

-Habitación: COCINA

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	12.489	0.42	25	131.13
Cubierta	14.9	0.352	25	131.12
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 399.84 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación O: 5 %

Intermitencia de uso: 15 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 79.97 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 42.91 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 554.25 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = 1034.06 \text{ W}$$

-Habitación: SALA DE ESTAR

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.161	0.42	25	64.69
Cubierta	23.7	0.352	25	208.56
Cristal	5.359	2.88	25	385.85

$$Q_t = 659.1 \text{ W}$$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %
 Intermitencia de uso: 20 %
 Factor suplementos: 30 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 197.73 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 68.26 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 293.9 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 1150.73 \text{ W}$

-Habitación: DORMITORIO 1

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	7.593	0.42	25	79.73
Cubierta	13.6	0.352	25	119.68
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 337 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %
 Intermitencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 67.4 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 39.17 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 168.65 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 573.05 \text{ W}$

Cálculos4

-Habitación: DORMITORIO 2

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	5.865	0.42	25	61.58
Cubierta	11.1	0.352	25	97.68
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 296.85 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación E: 10 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 59.37 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 31.97 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 137.65 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 493.87 \text{ W}$$

-Habitación: DORMITORIO 3

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	24.009	0.42	25	252.09
Cubierta	17.9	0.352	25	157.52
Cristal	1.911	2.88	25	137.59

$$Q_t = 547.2 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación NE: 10 %
 Intermittencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 109.44 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 51.55 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 221.95 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 878.59 \text{ W}$

-Habitación: DORMITORIO 4

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	26.845	0.42	25	281.87
Cubierta	16.5	0.352	25	145.2
Cristal	1.955	2.88	25	140.76

$$Q_t = 567.83 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación NO: 10 %
 Intermittencia de uso: 10 %
 Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 113.57 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 47.52 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 204.6 \text{ W}$$

Mikel Sánchez Bacaicoa

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 886 \text{ W}$

-Habitación: BAÑO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Pared exterior	6.912	0.42	25	72.58
Cubierta	5.3	0.352	25	46.64

$Q_t = 119.22 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Orientación N: 15 %

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 35 %

$Q_s = Q_t \cdot F_s = 41.73 \text{ W}$

Pérdidas por infiltración

$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 15.26 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 197.11 \text{ W}$

Total pérdidas: $Q_0 = Q_t + Q_s + Q_R = 358.06 \text{ W}$

-Habitación: ASEO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	3.8	0.352	25	33.44

$Q_t = 33.44 \text{ W}$

Pérdidas por suplementos

Cálculos4

Página 127 de 147

Orientación : 0 %

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 6.69 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 10.94 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 25 = 141.31 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 181.44 \text{ W}$

-Habitación: VESTÍBULO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Tabique	4.32	0.932	10	40.26
Cubierta	7.4	0.352	25	65.12

$$Q_t = 105.38 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación : 0 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 10.54 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 21.31 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 91.75 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 207.67 \text{ W}$

-Habitación: PASO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m²)	U(W/m² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	5.9	0.352	25	51.92

$$Q_t = 51.92 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación : 0 %

Intermitencia de uso: 10 %

Factor suplementos: 10 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 5.19 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 16.99 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 25 = 73.15 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_O = Q_t + Q_s + Q_R = \mathbf{130.26 \text{ W}}$$

2.5. ELECCIÓN DE LOS EMISORES DE CALOR

2.5.1. MÉTODO DE CÁLCULO

Una vez conocidas las necesidades caloríficas de cada habitáculo, se continuará con el cálculo de las dimensiones y características de los emisores que aportarán el calor necesario para ello.

Los emisores irán sujetos por soportes y no estarán alojados en ninguna cavidad, por lo que su factor de corrección será 1. Es por ello que la carga calorífica corregida será, en todos los casos, igual a la calculada.

Se calculará el número de elementos que compondrá cada conjunto de emisores. Se va a realizar para un salto térmico de 60°C (posteriormente calculado).

Para la realización del proyecto se ha optado por radiadores ROCA de aluminio, cuyo modelo es el DUBAL. Dentro de este modelo se ha cogido:

DUBAL 30 (70.5 Kcal/h = 81.98 W)

Por último, se calcula la potencia final ofrecida por el modelo de emisor elegido en base al número de elementos resultantes del cálculo y de la potencia calorífica final de cada elemento de dicho modelo.

2.5.2. CÁLCULO DE LOS EMISORES A INSTALAR

Una vez conocida la carga térmica de cada uno de los habitáculos de cada vivienda, se procede al dimensionado de los radiadores. Para ello se presentan las siguientes condiciones de trabajo:

t_e : Temperatura de entrada de fluido calefactor al radiador = 90 °C

t_s : Temperatura de salida de fluido calefactor al radiador = 70 °C

t_m : Temperatura media del radiador $= (90 + 70)/2 = 80$ °C

t_a : Temperatura ambiente = 20 °C

La diferencia entre la temperatura de entrada y salida para una determinada temperatura ambiente es característica fundamental en el cálculo del salto térmico Δt de un radiador, ya que en función de este salto se dimensionará el radiador.

- Cuando $\Delta t_s / \Delta t_e \geq 0.7$ el salto térmico se determina mediante la media aritmética.

$$\Delta t = t_m - t_a$$

- Cuando $\Delta t_s / \Delta t_e < 0.7$ el salto térmico se determina mediante la media logarítmica.

$$\Delta t = \frac{t_e - t_s}{\ln \frac{\Delta t_e}{\Delta t_s}}$$

Donde:

$$\Delta t_s = t_s - t_a$$

$$\Delta t_e = t_e - t_a$$

En nuestro caso:

$$\frac{70 - 20}{90 - 20} = 0.714 > 0.7 \Rightarrow \Delta t = 80 - 20 = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$$

VIVIENDA TIPO 2 DORMITORIOS (ÁTICO)

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
COCINA	538.12	6.56 → 7	573.86
SALA DE ESTAR	1064.51	12.98 → 13	1065.74
DORMITORIO 1	826.38	10.08 → 11	901.78
DORMITORIO 2	655.01	7.99 → 8	655.84
BAÑO	167.16	2.61 → 3	245.94
ASEO	214.21	2.04 → 3	245.94
VESTÍBULO	110.17	1.34 → 2	163.96

TOTAL	3853.06 W
--------------	------------------

VIVIENDA TIPO 2 DORMITORIOS (PLANTA BAJA)

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
COCINA	789.55	9.63 → 10	819.8
SALA DE ESTAR	993.86	12.12 → 13	1065.74
DORMITORIO 1	464.85	5.67 → 6	491.88
DORMITORIO 2	678.89	8.28 → 9	737.82
BAÑO	348.67	4.25 → 5	409.9
VESTÍBULO	202.13	2.47 → 3	245.94

TOTAL	3771.08 W
--------------	------------------

VIVIENDA TIPO 3 DORMITORIOS IZQUIERDA (5 VIVENDAS)

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
COCINA	715.35	8.73 → 9	737.82
SALA DE ESTAR	1053.93	12.86 → 13	1065.74
DORMITORIO 1	475.97	5.81 → 6	491.88
DORMITORIO 2	687.96	8.39 → 9	732.82
DORMITORIO 3	731.57	8.92 → 9	732.82
BAÑO	311.66	3.80 → 4	327.92
ASEO	244.78	2.98 → 3	245.94
VESTÍBULO	77.34	2.64 → 3	245.94
PASO	139.18		

TOTAL 4575.88 W
VIVIENDA TIPO 3 DORMITORIOS DERECHA (PLANTA BAJA)

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
COCINA	755.18	9.21 → 10	819.8
SALA DE ESTAR	1143.33	13.95 → 14	1147.72
DORMITORIO 1	569.14	6.94 → 7	573.86
DORMITORIO 2	490.68	5.99 → 6	491.88
DORMITORIO 3	873.43	10.65 → 11	901.78
BAÑO	428.64	5.22 → 6	491.88
ASEO	224.4	2.74 → 3	245.94
VESTÍBULO	133.42	1.63 → 2	163.96
PASO	92	1.12 → 2	163.96

TOTAL 5000.78 W

VIVIENDA TIPO 4 DORMITORIOS DERECHA (PLANTAS 1ª Y 2ª)

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
COCINA	1029.76	12.56 → 13	1065.74
SALA DE ESTAR	1143.33	13.95 → 14	1147.72
DORMITORIO 1	569.14	6.94 → 7	573.86
DORMITORIO 2	490.68	5.99 → 6	491.88
DORMITORIO 3	873.43	10.65 → 11	901.78
DORMITORIO 4	881.24	10.75 → 11	901.78
BAÑO	356.34	4.35 → 5	409.9
ASEO	95.56	1.17 → 2	163.96
VESTÍBULO	150.66	1.84 → 2	163.96
PASO	84.81	1.03 → 2	163.96

TOTAL 5984.54 W
VIVIENDA TIPO 4 DORMITORIOS DERECHA (PLANTA 3ª)

LOCAL	Total pérdidas	Nº elementos	Potencia(W)
COCINA	1034.06	12.61 → 13	1065.74
SALA DE ESTAR	1150.73	14.04 → 15	1229.7
DORMITORIO 1	573.05	6.99 → 7	573.86
DORMITORIO 2	493.87	6.02 → 7	573.86
DORMITORIO 3	878.59	10.72 → 11	901.78
DORMITORIO 4	886	10.81 → 11	901.78
BAÑO	358.06	4.37 → 5	409.9
ASEO	181.44	2.21 → 3	245.94
VESTÍBULO	207.67	2.53 → 3	245.94
PASO	130.26	1.59 → 2	163.96

TOTAL 6312.46 W

2.6. CÁLCULO DE LA RED DISTRIBUCIÓN

Se denomina red de distribución a la red de tuberías que enlazan los emisores con el generador de calor. Hasta este punto, se han elegido los emisores. Ahora hace falta hacer llegar a ellos el agua, como fluido calefactor, de la forma más eficaz posible. A continuación, se calcularán las dimensiones de las tuberías a utilizar.

El cálculo del diámetro de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador a la temperatura media de funcionamiento, las características del material utilizado y el tipo de circuito.

El objetivo de calcular las pérdidas de carga es conocer dos cosas:

- El equilibrado hidráulico de la instalación.
- Las características de la bomba a instalar, ya que su potencia vendrá determinada por las pérdidas del circuito.

2.6.1. CAUDAL

El dimensionado de las tuberías hay que realizarlo atendiendo a la cantidad de calor que es necesario transportar por medio de un caudal determinado de agua caliente en cada uno de los tramos de la red de tubería, sin olvidar que hay unos límites para la velocidad de circulación del agua.

Para averiguar el caudal necesario de agua caliente que tiene que abastecer una demanda calorífica determinada, se aplica la siguiente fórmula:

$$q = \frac{Q}{cp \cdot pe \cdot \Delta t}$$

Donde:

q = Caudal necesario de agua caliente (l/h)

Q = Demanda calorífica (kcal/h) = Pot (W) · 0,86

cp = Calor específico del agua = 1 kcal/kg °C

pe = Peso específico del agua caliente = 1 kg / dm³

Δt = Salto térmico del agua entre la ida y el retorno (°C). Para nuestro caso;

$$\Delta t = 90 - 70 = 20 \text{ °C}$$

Hay que tener claro como será la distribución final, es decir, la disposición de las tuberías con sus tramos rectos, codos, la disposición de los radiadores, tuberías de ida y de retorno.

2.6.2. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN.

El material empleado en las conducciones para calefacción es el cobre. Las pérdidas se pueden clasificar en dos tipos: pérdidas primarias ó pérdidas en tramos rectos y pérdidas secundarias ó singulares.

2.6.2.1. PÉRDIDAS DE CARGA EN TRAMOS RECTOS

Son las ocasionadas por el rozamiento del fluido en las paredes de los tramos rectos de tubería. Un buen diseño técnico en hidráulica es aquel que conjuga unas pérdidas menores a un costo de instalación menor. Esto requiere de un buen número de cálculos. Sin embargo, en el caso que nos ocupa, calefacción por agua caliente, existen innumerables ábacos y gráficos que ayudan y simplifican el cálculo. La expresión que nos determina estas pérdidas (Pa) es:

$$P_t = \frac{\Delta P}{L} L$$

Donde:

$$\frac{\Delta P}{L} = \text{Caída de presión por unidad de longitud (Pa/m).}$$

L = Longitud de tramos rectos (m).

Con la gráfica para tuberías de cobre para una temperatura media del agua de 45 °C (con el correspondiente factor de corrección para una temperatura media de 80 °C, $f_c=0.92$) y el caudal, se determina el diámetro de la tubería, teniendo en cuenta que no se debe sobrepasar la línea horizontal de caída de presión de 400 Pa/m (presión máxima autorizada en la actualidad). Una vez fijado el diámetro mínimo permitido, se puede calcular la caída de presión por unidad de longitud así como la velocidad, que será útil para el cálculo de las pérdidas singulares que se explican a continuación.

Es aconsejable no superar una velocidad máxima de 1,5m/s en los distribuidores.

A continuación obtendremos el dimensionado de las tuberías (mm), la velocidad del fluido (m/s) y las pérdidas (mmca/m) por longitud por tramos.

En el documento de PLANOS se puede ver la distribución de las tuberías y la situación de cada nudo, y así poder comprender mejor los cálculos.

2.6.2.2. PÉRDIDAS SECUNDARIAS

Estas pérdidas se deben a los elementos auxiliares pertenecientes al circuito de tuberías (codos, curvas, tes, válvulas...) que incrementan notablemente el valor de la energía disipada por el fluido. Pueden ser evaluadas por dos métodos diferentes:

- a) Método de la longitud equivalente: este método está basado en la sustitución de cada uno de los accesorios que existan en un tramo de tubería por una longitud ficticia de tramo recto, tal que las pérdidas de carga que se produzcan en dicho tramo sean iguales a las que se producen en el elemento considerado; denominándose esa longitud ficticia con el nombre de longitud equivalente del accesorio considerado.
- b) Método de los coeficientes de pérdidas singulares: a través de la siguiente expresión. Depende de la velocidad y del coeficiente de cada elemento que viene dado en tablas. Es el método seleccionado en este proyecto.

$$P_s = \sum \xi \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

Donde:

ρ : Peso específico del fluido (971.5 kg/m³) a 80°C.

v : Velocidad del fluido (m/s).

$\sum \xi$: La suma de los valores de las resistencias simples (en tablas).

2.6.3. TABLA DEL CIRCUITO DE TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN

VIVIENDA TIPO 2 DORMITORIOS (PLANTA BAJA)

	Tramo	Q (W)	Q (kcal/h)	q (l/h)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	ΔP/L (Pa/m)	Σζ	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
C1	OR1	819.8	705.03	35	0.52	0.35	6	35	11.5	18	684	702
	OR2	409.9	352.51	18	5.02	0.3	4.5	37	19	186	831	1017
	OR3	655.84	564.02	28	9.55	0.27	6	33	27	315	956	1271
C2	OR4	491.88	423.02	21	10.26	0.21	6	15	9.5	154	203	357
	OR5	737.82	634.53	32	11.28	0.32	6	31	16	350	796	1146
	OR6	409.9	352.51	18	18.53	0.29	4.5	35	23.5	649	960	1609
	OR7	245.94	211.51	11	20.97	0.23	4	28	30	587	771	1358

VIVIENDA TIPO 3 DORMITORIOS DERECHA (PLANTA BAJA)

	Tramo	Q (W)	Q (kcal/h)	q (l/h)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	ΔP/L (Pa/m)	Σζ	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
C1	OR1	163.96	141.01	7	1.58	0.2	4	22	10.5	35	204	239
	OR2	737.82	634.53	32	10.16	0.32	6	31	18	315	895	1210
	OR3	409.9	352.51	18	15.75	0.29	4.5	37	25.5	583	1042	1625
	OR4	819.8	705.03	35	19.38	0.35	6	35	32	678	1904	2582
C2	OR5	245.94	211.51	11	4.6	0.23	4	28	9	129	231	360
	OR6	163.96	141.01	7	6.21	0.2	4	22	16.5	137	321	458
	OR7	491.88	423.02	21	10.96	0.21	6	15	24	164	514	678
	OR8	901.78	775.53	39	14.9	0.33	6.5	31	30.5	462	1613	2075
	OR9	491.88	423.02	21	18.8	0.21	6	15	38	282	814	1096
	OR10	573.86	493.52	25	21.7	0.25	6	20	44.5	434	1351	1785

VIVIENDA TIPO 3 DORMITORIOS IZQUIERDA (5 VIVENDAS)

	Tramo	Q (W)	Q (kcal/h)	q (l/h)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	ΔP/L (Pa/m)	Σζ	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
C1	OR1	737.82	634.53	32	0.52	0.32	6	31	11.5	16	572	588
	OR2	327.92	282.01	14	5.02	0.23	4.5	23	19	115	488	603
	OR3	655.84	564.02	28	9.55	0.27	6	33	27	315	956	1271
	OR4	491.88	423.02	21	14.42	0.21	6	15	34.5	216	739	955
	OR5	737.82	634.53	32	11.1	0.32	6	31	9.5	344	473	817

C2	OR6	327.92	282.01	14	18.97	0.23	4.5	23	17	436	437	873
	OR7	732.82	634.53	32	21	0.32	6	31	23.5	651	1169	1820
	OR8	245.94	211.51	11	27.3	0.23	4	28	31	764	797	1561
	OR9	245.94	211.51	11	31.97	0.23	4	28	38.5	895	989	1884

VIVIENDA TIPO 4 DORMITORIOS DERECHA (PLANTAS 1ª Y 2ª)

	Tramo	Q (W)	Q (kcal/h)	q (l/h)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	ΔP/L (Pa/m)	Σζ	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
C1	OR1	163.96	141.01	7	1.58	0.2	4	22	10.5	35	204	239
	OR2	573.86	493.52	25	10.06	0.25	6	20	18	201	546	747
	OR3	737.82	634.53	32	16.43	0.32	6	31	25.5	509	1268	1777
	OR4	409.9	352.51	18	22.02	0.29	4.5	37	33	815	1348	2163
	OR5	1065.74	916.54	46	25.65	0.38	6.5	38	39.5	975	2771	3746
C2	OR6	163.96	141.01	7	3.04	0.2	4	22	9.5	67	185	252
	OR7	901.78	775.53	39	8.06	0.33	6.5	31	17	250	899	1149
	OR8	409.9	352.51	18	11.04	0.29	4.5	37	24.5	408	1001	1409
	OR9	901.78	775.53	39	14.9	0.33	6.5	31	32	462	1693	2155
	OR10	491.88	423.02	21	17.88	0.21	6	15	38.5	268	825	1093
	OR11	163.96	141.01	7	23.99	0.2	4	22	46	528	894	1422

VIVIENDA TIPO 4 DORMITORIOS DERECHA (PLANTA 3ª)

	Tramo	Q (W)	Q (kcal/h)	q (l/h)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	ΔP/L (Pa/m)	Σζ	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
C1	OR1	245.94	219.25	11	1.58	0.23	4	28	10.5	44	270	314
	OR2	573.86	493.52	25	10.06	0.25	6	20	18	201	546	747
	OR3	737.82	634.53	32	16.43	0.32	6	31	25.5	509	1268	1777
	OR4	491.88	352.51	21	22.02	0.21	6	15	33	330	707	1037
	OR5	1065.74	916.54	46	25.65	0.38	6.5	38	39.5	975	2771	3746
C2	OR6	245.94	219.25	11	3.04	0.23	4	28	9.5	85	259	344
	OR7	901.78	775.53	39	8.06	0.33	6.5	31	17	250	899	1149
	OR8	409.9	352.51	18	11.04	0.29	4.5	37	24.5	408	1001	1409
	OR9	901.78	775.53	39	14.9	0.33	6.5	31	32	462	1693	2155
	OR10	573.86	493.52	25	17.88	0.25	6	20	38.5	358	1169	1527
	OR11	163.96	141.01	7	23.99	0.2	4	22	46	528	894	1422

VIVIENDA TIPO 2 DORMITORIOS (ÁTICO)

	Tramo	Q (W)	Q (kcal/h)	q (l/h)	L (m)	V (m/s)	Ø (mm)	ΔP/L (Pa/m)	Σζ	Pt (Pa)	Ps (Pa)	P _{TOTAL} (Pa)
C1	0R1	573.86	493.52	25	0.52	0.25	6	20	11.5	10	349	359
	0R2	327.92	282.01	14	3.47	0.23	4.5	23	18	80	463	543
	0R3	737.82	634.53	32	7.64	0.32	6	31	25.5	237	1268	1505
	0R4	163.96	141.01	7	13.81	0.2	4	22	33	304	641	945
C2	0R5	901.78	775.53	39	5.26	0.33	6.5	31	9	163	476	639
	0R6	245.94	219.25	11	8.57	0.23	4	28	16.5	240	424	664
	0R7	245.94	219.25	11	12.6	0.23	4	28	24	353	617	970
	0R8	655.84	564.02	28	15.48	0.27	6	33	31	511	1098	1609

2.6.4. EQUILIBRADO DEL CIRCUITO

Se procurará que el dimensionado y la disposición de las tuberías de una red distribución se realice de tal forma que la diferencia entre los valores extremos de las presiones diferenciales en las acometidas de las distintas unidades terminales no sea mayor que el 15% del valor medio. Tendremos también en cuenta que los diámetros comerciales de las tuberías de cobre para calefacción son a partir de 6 mm, por lo que utilizaremos los de 6 mm y los de 8 mm.

Diámetros definitivos:

-VIVIENDA TIPO 2 DORMITORIOS (PLANTA BAJA)

	Tramo	Ø (mm)
C1	0R1	6
	0R2	6
	0R3	6
C2	0R4	6
	0R5	6
	0R6	6

Cálculos4

Página 140 de 147

	OR7	6
--	-----	---

-VIVIENDA TIPO 3 DORMITORIOS DERECHA (PLANTA BAJA)

	Tramo	Ø (mm)
C1	OR1	6
	OR2	6
	OR3	6
	OR4	6
C2	OR5	6
	OR6	6
	OR7	6
	OR8	8
	OR9	6
	OR10	6

-VIVIENDA TIPO 3 DORMITORIOS IZQUIERDA (5 VIVENDAS)

	Tramo	Ø (mm)
C1	OR1	6
	OR2	6
	OR3	6
	OR4	6
C2	OR5	6
	OR6	6
	OR7	6
	OR8	6

	OR9	6
--	-----	---

-VIVIENDA TIPO 4 DORMITORIOS DERECHA (PLANTAS 1ª Y 2º)

	Tramo	Ø (mm)
C1	OR1	6
	OR2	6
	OR3	6
	OR4	6
	OR5	8
C2	OR6	6
	OR7	8
	OR8	6
	OR9	8
	OR10	6
	OR11	6

-VIVIENDA TIPO 4 DORMITORIOS DERECHA (PLANTA 3º)

	Tramo	Ø (mm)
C1	OR1	6
	OR2	6
	OR3	6
	OR4	6
	OR5	8
C2	OR6	6
	OR7	8
	OR8	6
	OR9	8

	OR10	6
	OR11	6

-VIVIENDA TIPO 2 DORMITORIOS (ÁTICO)

	Tramo	Ø (mm)
C1	OR1	6
	OR2	6
	OR3	6
	OR4	6
C2	OR5	8
	OR6	6
	OR7	6
	OR8	6

2.7. CÁLCULO DE LA CALDERA

Para calcular la potencia total que tiene que suministrar la caldera, se debe hallar la potencia necesaria de calefacción y la necesaria de ACS, ya que las calderas deben suministrar ambas potencias.

La potencia de calefacción P_c será la necesaria para hacer llegar el calor necesario a todos los emisores que hemos calculado anteriormente. El caso más desfavorable se encuentra en la vivienda de la tercera planta derecha (4 dormitorios). Los emisores emiten una potencia de:

$$P_{emisores} = 6312.46 \text{ W}$$

Se estima que la pérdida de calor disipada en las tuberías es de un 5%.

$$P_{tuberias} = 0.05 \cdot 6312.46 = 315.62 \text{ W}$$

La suma de estas potencias da el total de la potencia necesaria para calefacción.

$$P_c = 6627.78 \text{ W}$$

A esto hay que sumarle la potencia calorífica necesaria para el ACS. Se ha considerado una cantidad de 22 litros /persona y día (a 60°C), tal y como establece el CTE para el caso de viviendas multifamiliares. Se calcula la potencia necesaria para alimentar de agua caliente a una vivienda distinguiendo entre viviendas de hasta 3 personas (2 dormitorios) y de más de 3 personas (3 dormitorios o más).

-Viviendas de 2 dormitorios:

$$V = 22 \text{ litros/persona} \times 3 \text{ personas} = 66 \text{ Litros / día}$$

El salto térmico es de 10°C a 60°C, lo que hace un total de potencia consumida en la producción de agua caliente.

$$Q_a = 66 * (60-10) = 3300 \text{ kcal/día}$$

Potencia ACS = $Q_{acs} = Q_a \times \Delta T / (\text{tiempo de calentamiento})$, siendo $\Delta T = 1h$.

El rendimiento de una caldera, en el caso más desfavorable puede ser del $\eta = 80\%$;

$$Q_{\text{caldera}} = Q_{acs} / \eta = 3300 / 0,8 = 4125 \text{ kcal/h}$$

Por tanto, para cubrir las necesidades térmicas para el caso más desfavorable se necesita una caldera de una potencia máxima de 4125 kcal/h, en Watios sería:

$$Q \text{ caldera} = 4125 \text{ kcal/h} * 1.16 \text{ W/ 1 kcal/h} = 4785 \text{ W}$$

-Viviendas de 3 dormitorios o más:

$$V = 22 \text{ litros/persona} * 5 \text{ personas} = 110 \text{ Litros / día}$$

El salto térmico es de 10°C a 60°C, lo que hace un total de Potencia consumida por producción de agua caliente.

$$Q_a = 110 * (60-10) = 5500 \text{ kcal/día}$$

Potencia ACS= Qacs = Qa x ΔT / (tiempo de calentamiento), siendo ΔT=1h.

El rendimiento de una caldera, en el caso más desfavorable puede ser del η =80%;

$$Q \text{ caldera} = Q_{acs} / \eta = 5500 / 0,8 = 6875 \text{ kcal/h}$$

Por tanto, para cubrir las necesidades térmicas para el caso más desfavorable se necesita una caldera de una potencia máxima de 6875 kcal/h, en Watios sería:

$$Q \text{ caldera} = 6875 \text{ kcal/h} * 1.16 \text{ W/ 1 kcal/h} = 7975 \text{ W}$$

La caldera elegida será mixta con microacumulación, mural y estanca. Se ha optado por un fabricante que tenga experiencia como es **ROCA** y se han seguido sus recomendaciones:

- Para las viviendas de 2 dormitorios el fabricante recomienda el modelo **LAURA 20/20 F** de potencia útil 20000 kcal/h (23.3 kW).
- Para las viviendas de 3 dormitorios ó más, recomienda el modelo siguiente, **LAURA 35/35 F** de potencia útil 30000 kcal/h (35.0 kW).

2.7.1. CHIMENEA

El diámetro recomendado según la caldera para la chimenea es de 250 mm.

La altura será 1 metro por encima de la cubierta, por tanto ascenderá hasta 21.5 metros y llevará un aislante de 30 mm.

2.8. VASO DE EXPANSIÓN EN EL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN

El depósito de expansión tiene como fin absorber las dilaciones del agua del circuito. Se colocará un vaso de expansión que evite las variaciones de presión que provocarían esfuerzos en la instalación.

Se debe calcular el contenido de agua de todo el sistema de calefacción lleno. La instalación de calefacción es individual por tanto se calculará para el peor caso, es decir, el que tenga el mayor circuito de calefacción (vivienda piso 3º derecha). El volumen total de la instalación será:

$$V_{\text{agua}} = V_{\text{tuberías}} + V_{\text{radiadores}} + V_{\text{caldera}}$$

$$V_{\text{tuberías}} = 0.284 \text{ litros/metro tubo} \cdot 107.26 \text{ metros} = 30.46 \text{ litros}$$

$$V_{\text{emisores}} = V_{\text{elemento}} \cdot \text{número total elementos} = 0.15 \cdot 77 = 11.55 \text{ litros}$$

$$V_{\text{caldera}} = 2.4 \text{ litros}$$

$$V_{\text{TOTAL}} = \mathbf{44.41 \text{ litros}}$$

Se calculará el volumen útil del depósito de expansión:

$$V_u = V_i \cdot a$$

Donde:

$$V_u = \text{Volumen útil depósito.}$$

$$V_i = \text{Volumen total instalación.}$$

$$a = 0.029, \text{ coeficiente dilatación del agua a } 80 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$V_u = 1.29 \text{ litros}$$

Se calculará el coeficiente de utilización, que depende de la altura manométrica de la instalación y de la presión máxima de trabajo.

$$\eta = \frac{P_f - P_i}{P_f} = \frac{7 - 3}{7} = 0.57$$

$$\eta : \text{Coeficiente de utilización.}$$

P_f : Presión absoluta máxima de trabajo (= $P_{relat} + P_{atm}$)

P_i : Presión absoluta de altura manométrica (= $P_{man} + P_{atm}$)

$P_{atm} = 1 \text{ bar}$

$$V_v = \frac{V_u}{\eta} = 2.26 \text{ litros}$$

En las instalaciones de calefacción individuales, al ser el depósito de expansión tan pequeño se sitúa en el interior de la caldera, como lo indica la propia documentación. Este depósito de expansión es de 5 litros.

Fdo. Mikel Sánchez Bacaicoa

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN BAJA TENSIÓN, Y DE
CALEFACCIÓN PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS
CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA
PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).”

DOCUMENTO 3: PLANOS

Alumno: Mikel Sánchez Bacaicoa

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

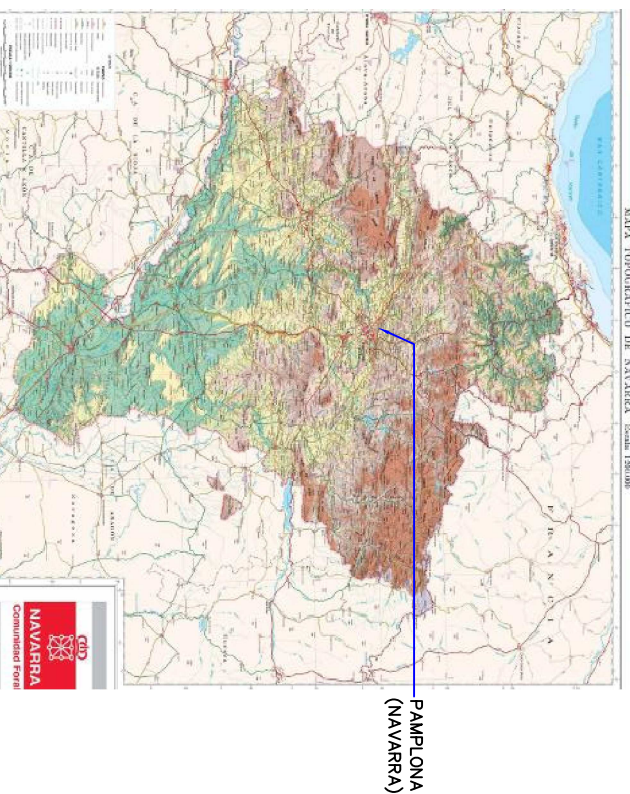
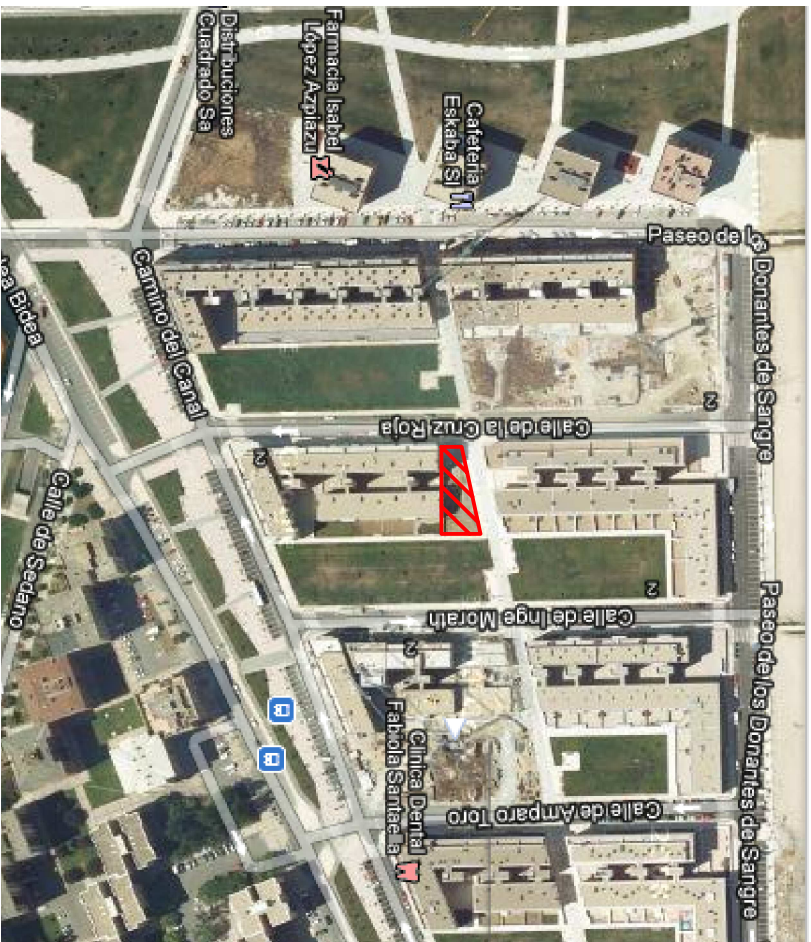
Pamplona, 17 de Noviembre de 2011


PLANOS

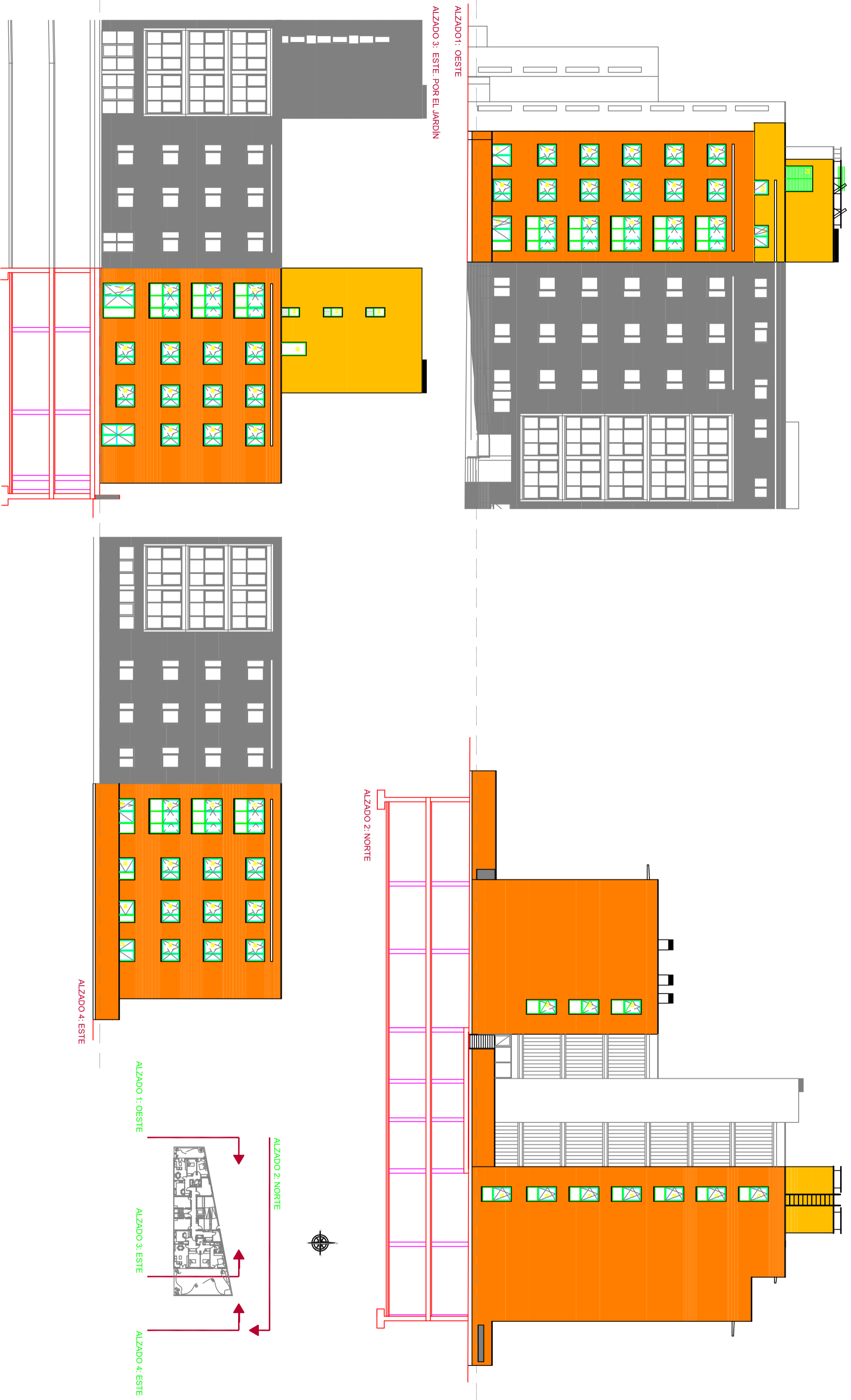
ÍNDICE

Nº Plano


1. Ubicación	1
2. Alzados.....	2
3. Electrificación Acometida – L.G.A. - C.G.P.- D.I.- Cuadros Generales.....	3
4. Electrificación Sótanos	4
5. Electrificación Plantas Baja, 1ª,2ª y 3ª	5
6. Electrificación Plantas 4ª, 5ª, Ático y Cubierta	6
7. Esquemas Unifilares	7
8. Puesta a Tierra.....	8
9. Calefacción Plantas Baja, 1ª,2ª y 3	9
10. Calefacción Plantas 4ª, 5ª y Ático	10
11. Detalles Calefacción.....	11

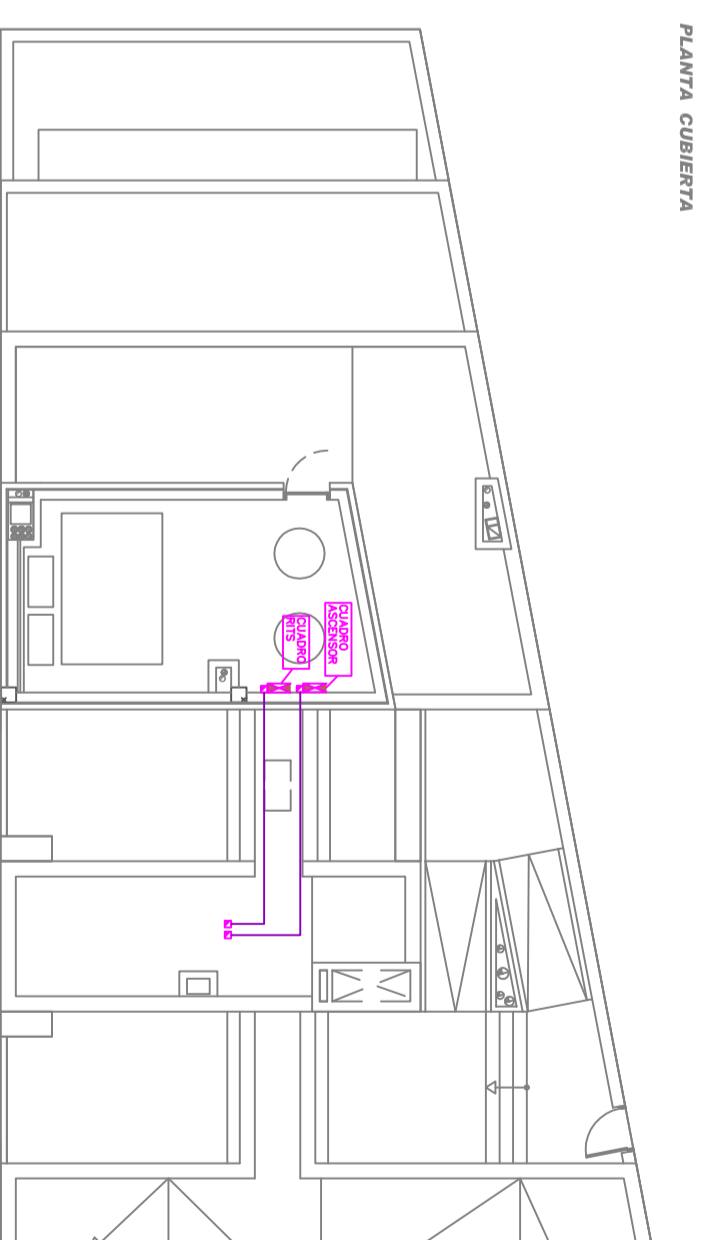
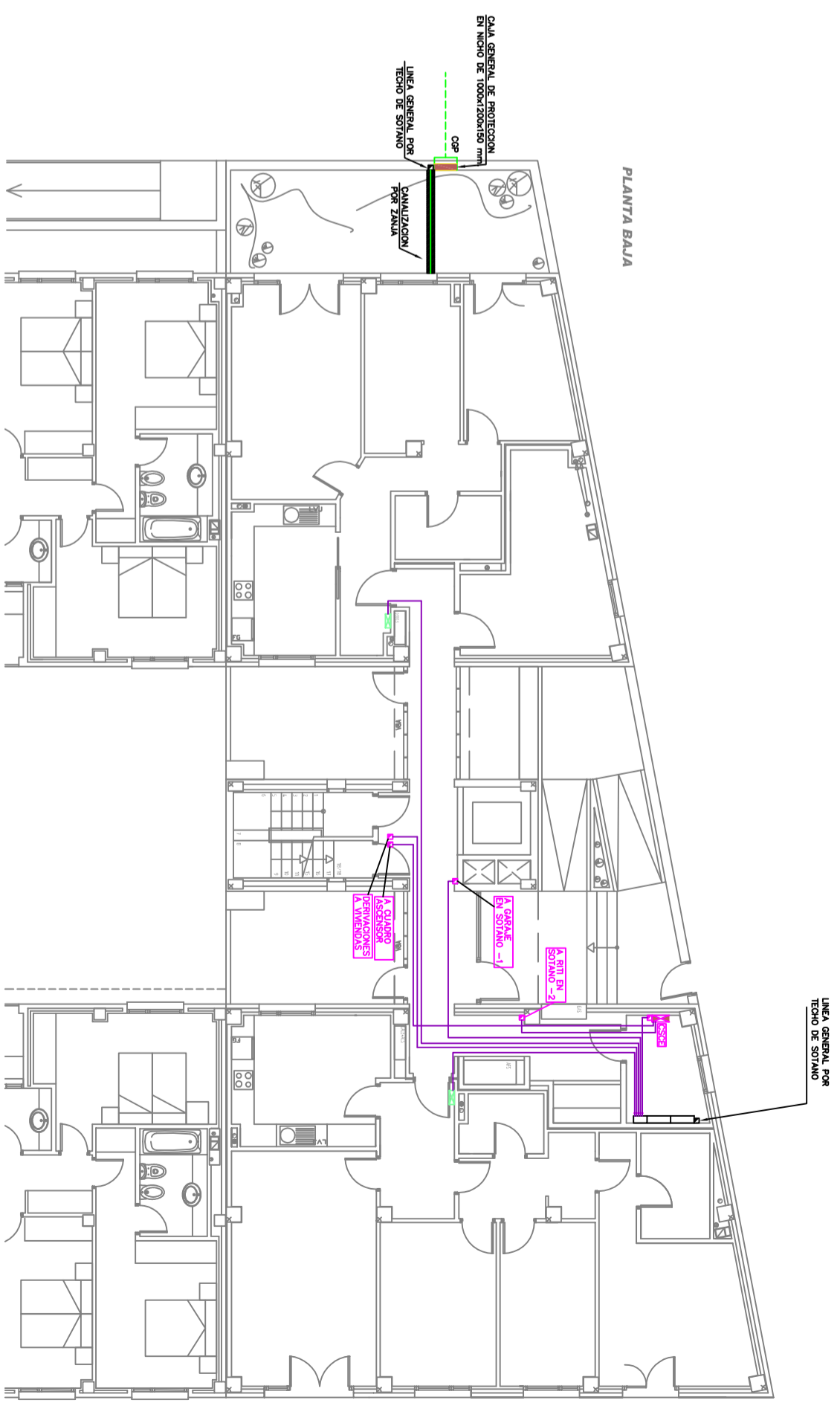
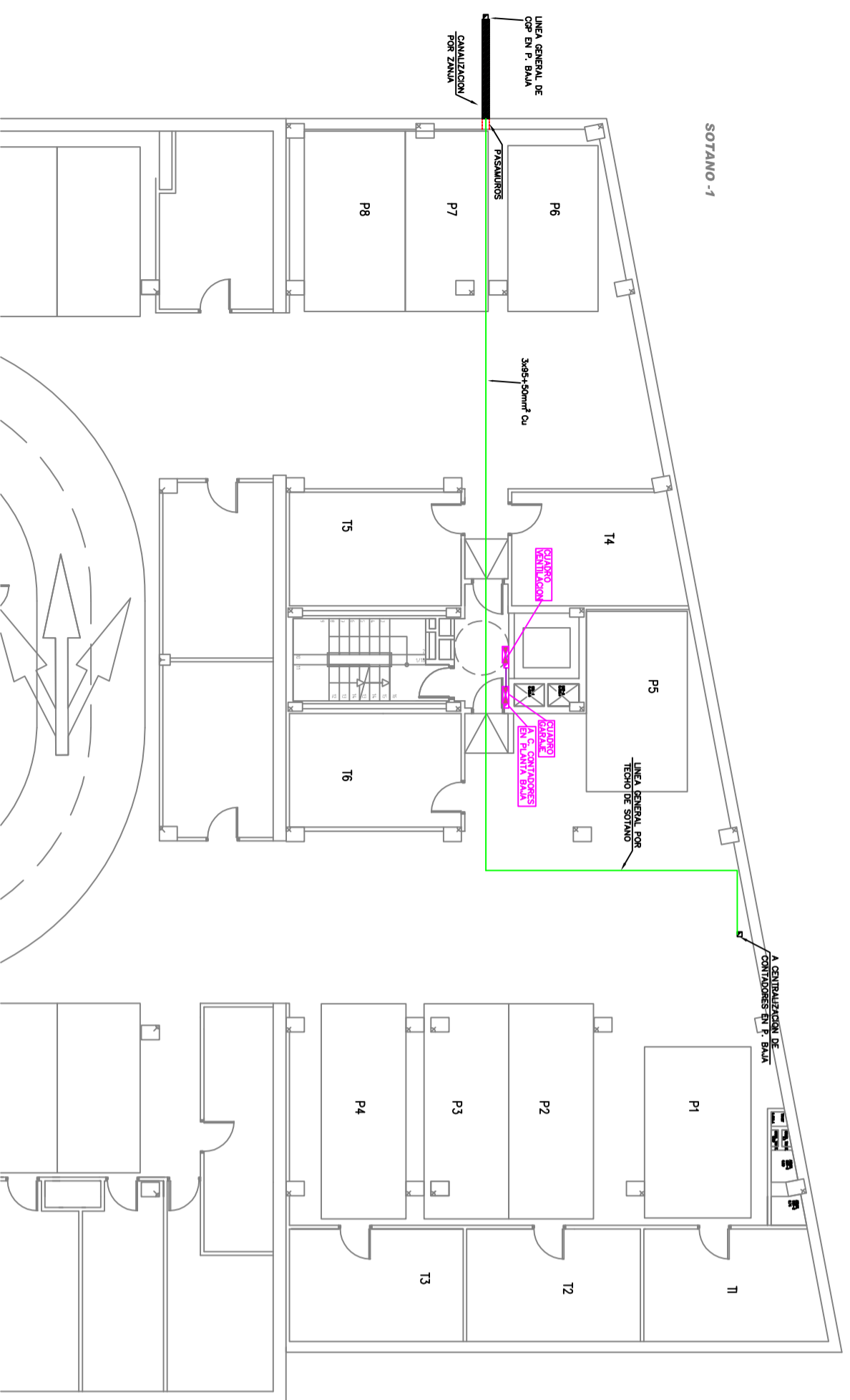
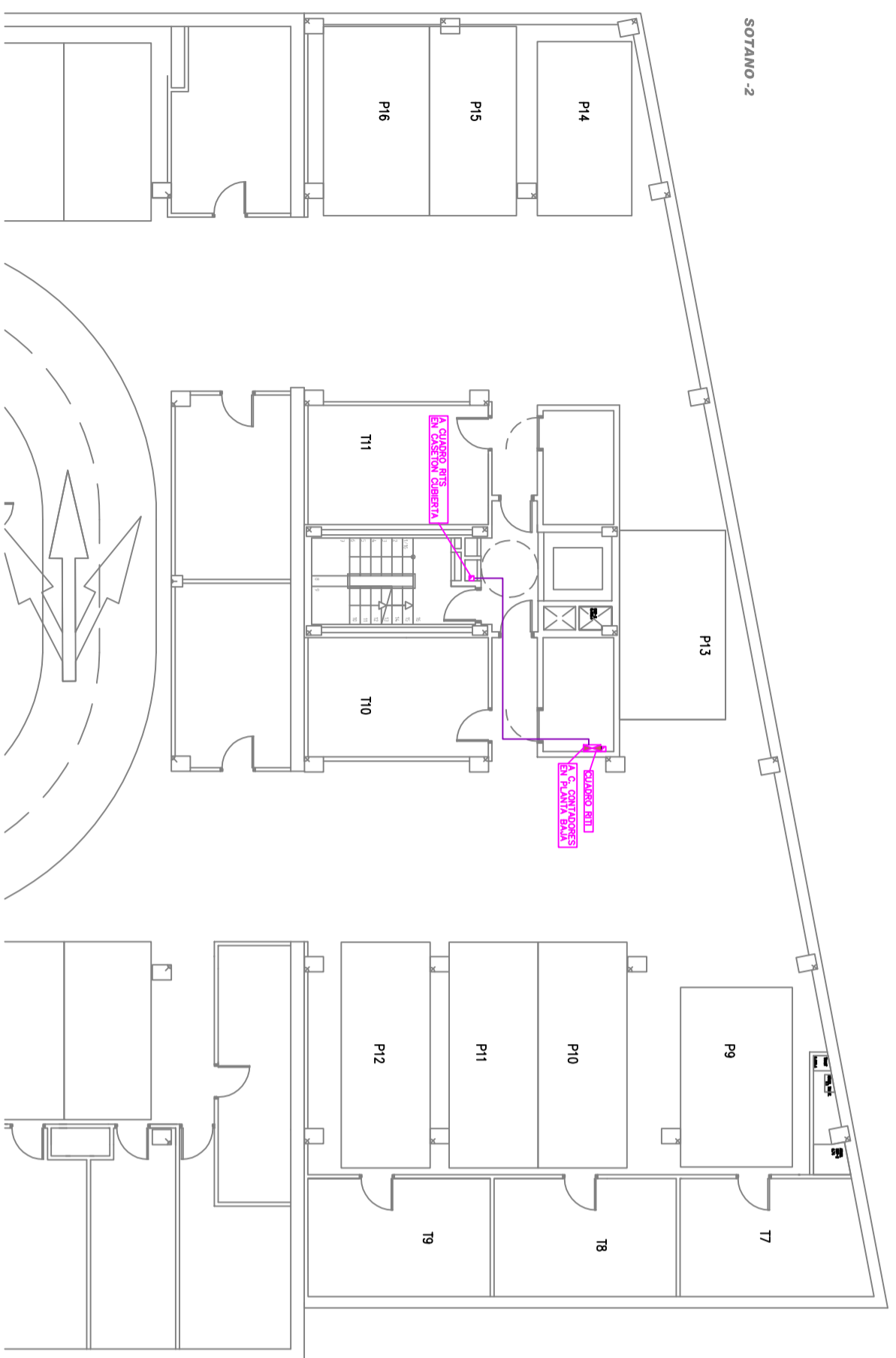



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN B.T., Y DE CALEFACCIÓN PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).	REALIZADO: SÁNCHEZ BACAICOA, MIKEL
			PLANO: UBICACIÓN	FIRMA:

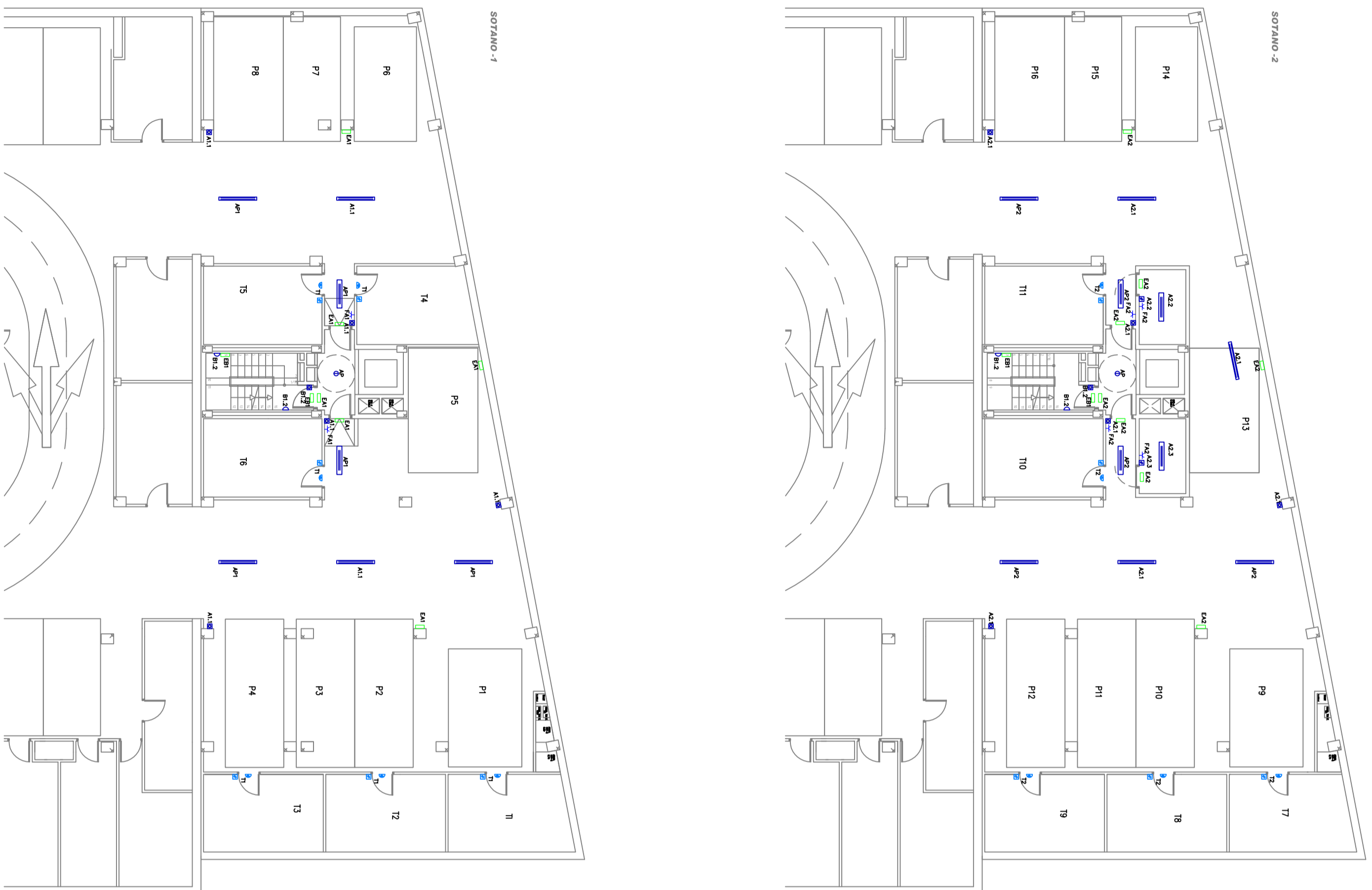


ESCALA 1:200


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: SANCHEZ BACAICOA, MIKEL	
			PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA, EN B.T.I., Y DE CALEFACCION PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).
PLANO: ALZADOS	FECHA: 17-11-2011	ESCALA: 1 : 200	Nº PLANO: 2



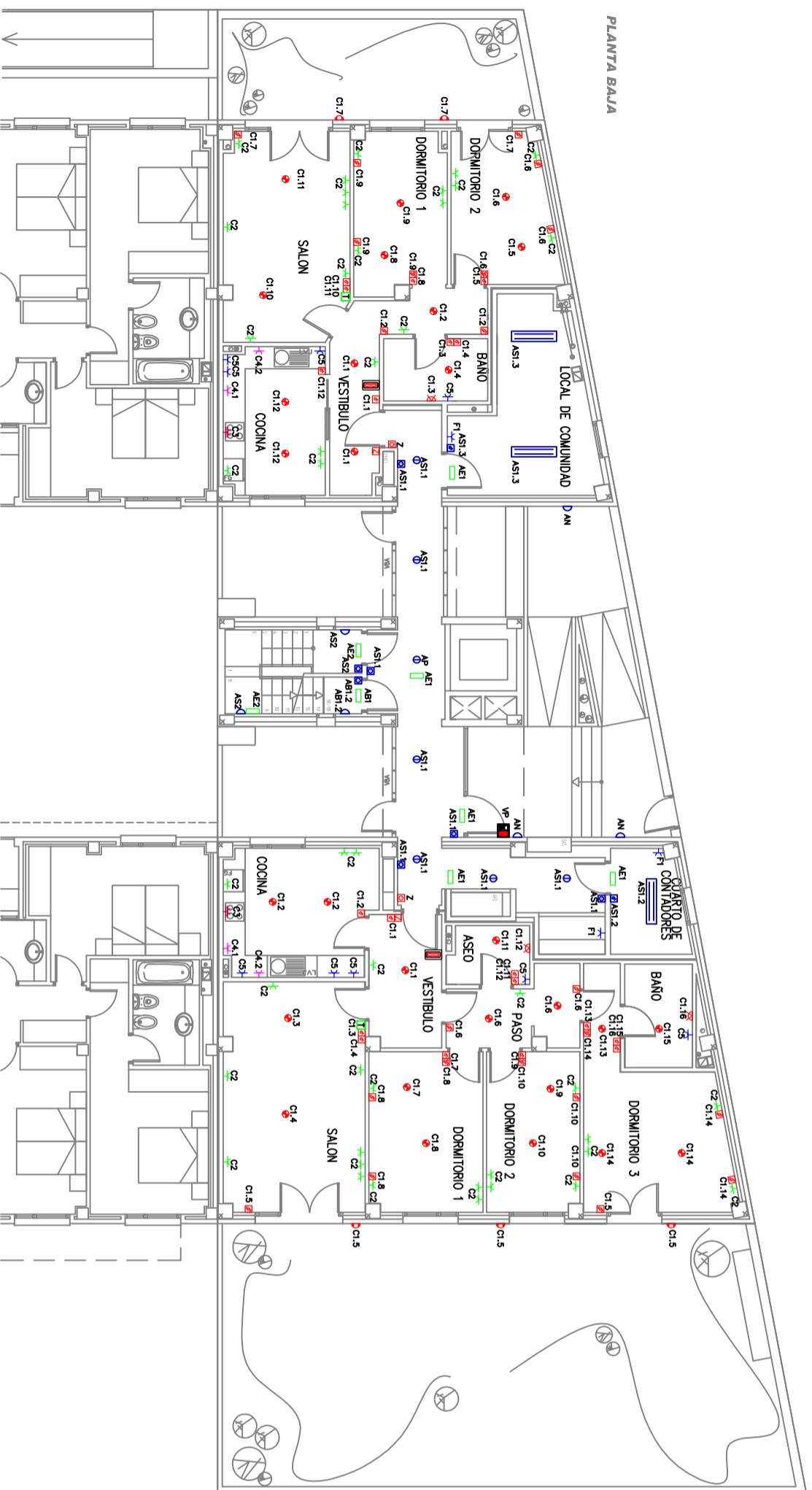
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA, EN B.T., Y DE CALEFACCION PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).	REALIZADO: SANCHEZ BACAICOA, MIKEL
			PLANO: ELECTRIFICACION ACOMETIDA- L.G.A.- C.G.P.- D.I.- CUADROS GENERALES	FIRMA:



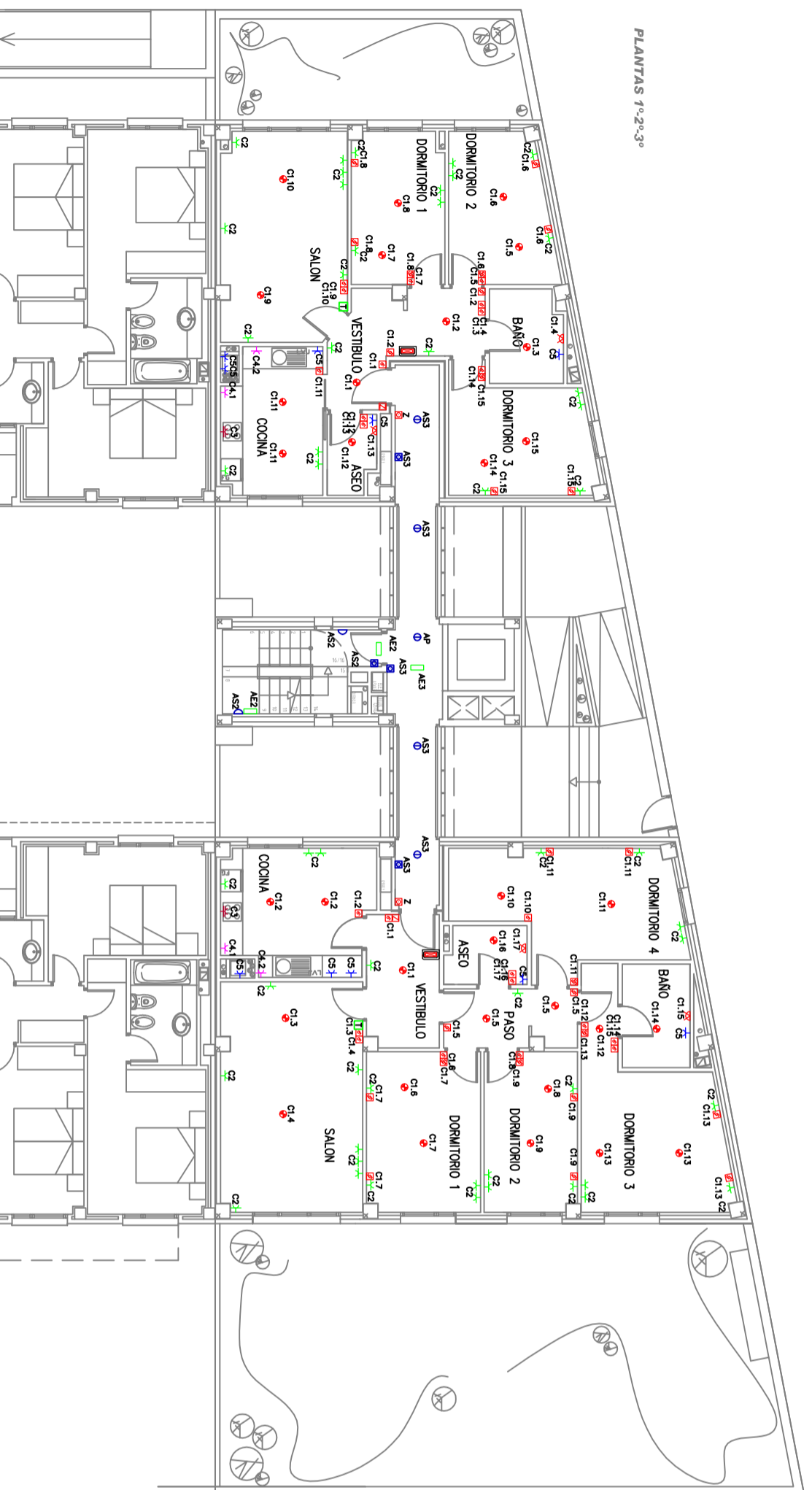
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION	NOTAS
■	ESQUEMA DE ALIMENTACION DE LA ILUMINACION CON MOTOR 10A, 250V	ENLIZA
□	ESQUEMA DE ALIMENTACION DE LA ILUMINACION SIN MOTOR 10A, 250V	ENLIZA
○	ILUMINACION EMERGENTE TIPO 20W-C/2700K	PHILIPS DOMINOLIGHT 190120
○	AYUDANTE DE PARED AJUSTABLE Y LAMPARA 10W-C/2700K EN ESCALERAS	PHILIPS COMBOLIA 190000
□	ILUMINACION TIPO PANTALLA ESTACION PARA TUBO FLUORESCENTE 2X15-20W	PHILIPS TCS165
□	ILUMINACION TIPO PANTALLA ESTACION PARA TUBO FLUORESCENTE 2X15-20W	PHILIPS X-TREKDOULIGHT TCS165
+	ESQUEMA DE ALIMENTACION DE LA ILUMINACION SIN MOTOR 220 V.	ENLIZA
▲	PUNTO DE LUZ EN PUERTA DE MAESTROS	
□	AYUDANTE AJUSTABLE DE ALIMENTACION DE LA ILUMINACION SIN MOTOR 10A, 250V CON SIMBOLOGIA	ESQUEMA CS 61512

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRONICA
PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA, EN B.T., Y DE CALEFACCION PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).	FIRMA:	FECHA: 17-11-2011
PLANO: ELECTRIFICACION SOTANOS	ESCALA: 1 : 150	Nº PLANO: 4

PLANTA BAJA



PLANTAS 1ª, 2ª Y 3ª




INSTALACION ELECTRICA INTERIOR VIVIENDA	DESCRIPCION	CONDICIONES	TUBO
C1	ALAMBADO GENERAL	2x1,5x1,5T1	4x6
C2	TUBOS DE CORRIENTE USO DOMESTICO	2x2,5x2,5T1	4x6
C3	COCINA Y HOGAR	2x4x4T1	4x6
C4	VANOS	2x4x4T1	4x6
C5	BAÑOS Y W.C. (INCLUIDO EN C3)	2x2,5x2,5T1	4x6

ALTIMA MONTAJE MECANISMOS EN INTERIOR VIVIENDA	DESCRIPCION	ALTIMA DE MONTAJE
ACOMODAMIENTOS	VIVIENDA	110 cm
W.C.	W.C. COMUNITARIOS	20-20/20 cm
TUBOS DE CORRIENTE	W.C. Y HOGAR	20-20/20 cm
	MUEBLAS DOMESTICOS	70-70/70 cm
	ASEOS	140 cm
	ENGRANER COCINA	110 cm
	ALUMBRADO	110 cm
	LAVAVAJAS, LAVAVAJILLAS Y LAVAVAJAS AUTOMATICAS	80 cm
	CALDERAS	190 cm
	CONDICION PUL	190 cm

LETROTA INSTALACION SERVICIOS COMUNES ESCUELA	DESCRIPCION	NOTAS
3	MECANISMO EMPOTRABLE PULSOR CON VISOR 10x 20V	ENLINA
4	MECANISMO SIMPLE EMPOTRABLE EDICION SUPERIOR P-54 INTERRUPTOR 10x 20V	ENLINA
5	LUMINARIA EMPOTRABLE TIPO DOMINANT PARA LAMPARA 2x4L-C/2728W	PLAFON DOMINANT P-5120
6	ALICATOR DE PARED AJUSTABLE Y LAMPARA 1x4L-C/2728W EN ESCUELAS	PARED CAROLINA P-5000
7	LUMINARIA TIPO PANTALLA EMPOTRABLE EMPOTRABLE FLUORESCENTE 2x11x-3W	PARQUE INDOOR P-5115
8	MECANISMO SIMPLE EMPOTRABLE TIPO ELECTRONICA 27/70V, 220 V.	ENLINA
9	APARATO AUTOMATO DIFERENCIA 6 W/160 mA CON INTOR SERVICIOS.	LEBANO C3 8152
10	PORTERNO AUTOMATICO	

LETROTA INSTALACION INTERIOR VIVIENDA	DESCRIPCION	NOTAS
1	CIJERO DE MANDO Y PROTECTOR DE VIVIENDA EMPOTRADO CON TAPA ALTIMA MONTAJE 170 cm.	SEGUN ESCUELA UNIFILAR
2	MECANISMO EMPOTRABLE INTERRUPTOR 10x 20V	ENLINA
3	MECANISMO EMPOTRABLE INTERRUPTOR 10x 20V	ENLINA
4	MECANISMO EMPOTRABLE INTERRUPTOR 10x 20V	ENLINA
5	MECANISMO EMPOTRABLE INTERRUPTOR 10x 20V	ENLINA
6	MECANISMO EMPOTRABLE INTERRUPTOR 10x 20V	ENLINA
7	PUNTO DE LUZ SIMPLE/COMBINADO ON/OFF/CONTINUO EMPOTRADO EN TECTO CON PANTALLAMINAS	
8	PUNTO DE LUZ SIMPLE EMPOTRADO EN PARED CON PANTALLAMINAS	FRISA 600 081L
9	ALICATOR PARED AJUSTABLE PARA LAMPARA A40/20 W	ENLINA
10	TIPIER 10x 200 V	ENLINA
11	MECANISMO SIMPLE EMPOTRABLE TIPO ELECTRONICA 27/70V, 220 V.	ENLINA
12	MECANISMO SIMPLE EMPOTRABLE TIPO ELECTRONICA 27/70V, 220 V.	ENLINA
13	MECANISMO SIMPLE EMPOTRABLE TIPO ELECTRONICA 27/70V, 220 V.	ENLINA
14	MECANISMO SIMPLE EMPOTRABLE TIPO ELECTRONICA 27/70V, 220 V.	ENLINA
15	PANEL INTERIOR VIDEOPORTERO	


Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa
E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
SANCHEZ BACAICOA, MIKEL

PROYECTO:
 INSTALACION ELECTRICA, EN B.T., Y DE CALEFACCION PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).
 PLANO:
ELECTRIFICACION PLANTAS BAJA, 1ª, 2ª Y 3ª

FECHA: 17-11-2011
 ESCALA: 1 : 150
 Nº PLANO: 5

PLANTAS 4º-5º



PLANTA CUBIERTA



SIMBOLO	DESCRIPCION	NOTAS
⊞	MECANISMO EMPUJABLE PULSADOR CON TIRISA 10A 230V	DNKA
⊞	MECANISMO SIMPLE DE 24 INTERRUPTOR 10A 230V	DNKA
⊞	LAMPARA EMPUJABLE TIPO DOWNLIGHT PARA LAMPARA 50W-40/250W	PULSOS DOWNLIGHT PBISSO
⊞	APARATO DE PARED AJUSTABLE Y LAMPARA 14W-40/250W EN ESCALERAS	PULSOS CONDUCA PBISSO INDOORLIGHT
⊞	MECANISMO SIMPLE EMPUJABLE ESTANCA PARA TUBO FLUORESCENTE 20W-30W	DNKA
⊞	MECANISMO SIMPLE EMPUJABLE ESTANCA PARA TUBO FLUORESCENTE 27/14A 220 V.	DNKA
⊞	APARATO AUTOMATO DIFERENCIAL Y SEÑALIZACION FLUORESCENTE 6 W/ 400 mA. CON INTERRUPTOR 10A 230V.	USANDO CA 6012


SIMBOLO	DESCRIPCION	NOTAS
⊞	CUADRO DE MANDO Y PROTECCION DE VIVIENDA CON TIRISA 10A 230V	SEGUN ESQUEMA DNKA
⊞	MECANISMO EMPUJABLE INTERRUPTOR 10A 230V	DNKA
⊞	MECANISMO CONMUTADOR 10A 230V	DNKA
⊞	MECANISMO CONMUTADOR DE ONDE 10A 230V	DNKA
⊞	MECANISMO EMPUJABLE PULSADOR TIRISA 10A 230V	DNKA
⊞	PUNTO DE LUZ SIMPLE/COMBINADO CON TIRISA 10A 230V EN PARTILAMURAS	DNKA
⊞	PUNTO DE LUZ SIMPLE/COMBINADO CON PARTILAMURAS	DNKA
⊞	PUNTO DE LUZ SIMPLE CON PARTILAMURAS	DNKA
⊞	APARATO FIJADO AJUSTABLE PARA LAMPARA A60/90 W	FRIGIDA DPO DNKA
⊞	TIRISA 10A 220 V	DNKA
⊞	MECANISMO SIMPLE EMPUJABLE TIRISA ELECTRICA 27/14A 220 V.	DNKA
⊞	MECANISMO DOBLE EMPUJABLE TIRISA ELECTRICA 27/14A 220 V.	DNKA
⊞	MECANISMO SIMPLE EMPUJABLE TIRISA ELECTRICA 27/14A 220 V.	DNKA
⊞	MECANISMO SIMPLE EMPUJABLE TIRISA ELECTRICA 27/14A 220 V.	DNKA
⊞	CONDICION TEMPERATIVO	
⊞	PANEL INTERIOR VIGILADO	

INSTALACION ELECTROTECNICA INTERIOR VIVIENDA	CONDUCTOR	TUBO
C1 ALUMBRADO GENERAL	2x1,5+1,5	40
C2 CABLEADO TELEFONICO	2x0,75+0,75	40
C3 COCINA Y HORNOS	2x4+1	40
C4 LAVAVAJILLAS	2x4+1	40
C5 Tomas de corriente, Baños	2x2,5+1,5	40

ALTIMA MONTAJE MECANISMOS EN INTERIOR VIVIENDA	ALTIMA DE MONTAJE
VIVIENDA	110 cm
MESAS DORMITORIOS	70-80 cm
MESAS DORMITORIOS	70-80 cm
MESAS COCINA	140 cm
CALDERA	110 cm
LAVAVAJILLAS	60 cm
COCINA Y FREGADERO	60 cm
CAMPANA EXTRACTORA	180 cm
CONDICION FIJO	150 cm



PLANTA ATICO


Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

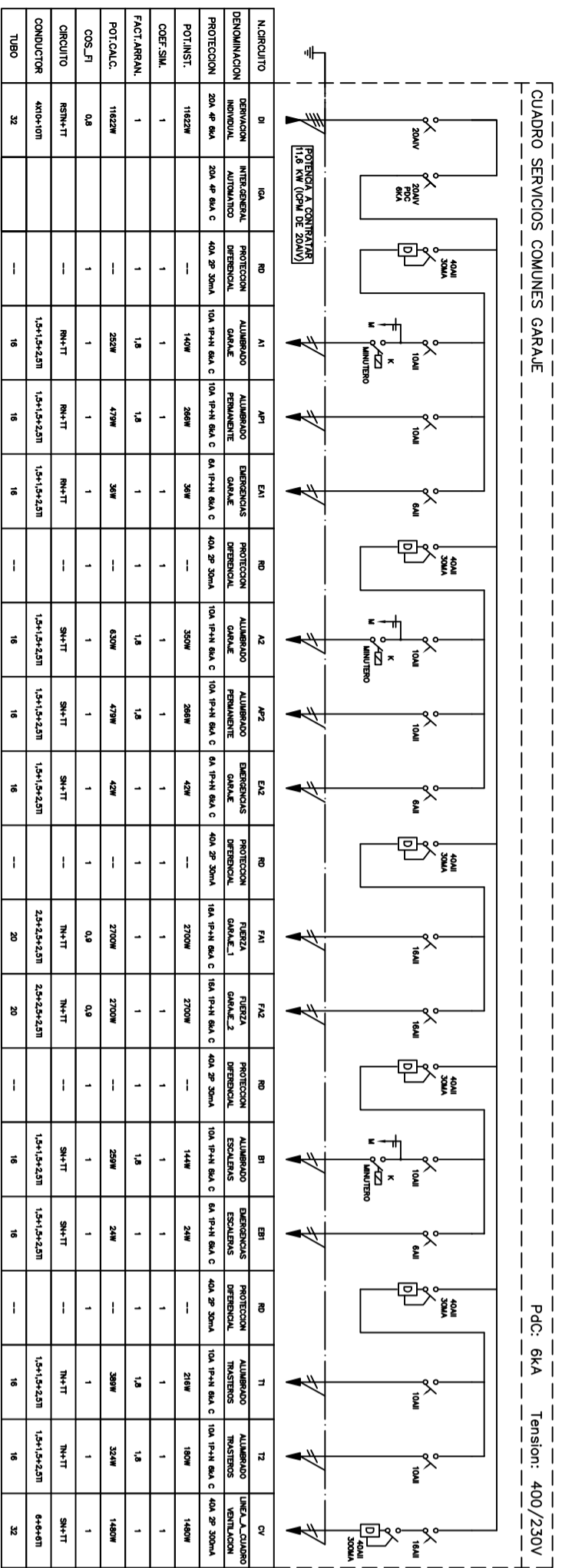
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO:
 INSTALACION ELECTRICA, EN B.T.I., Y DE CALEFACCION PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).

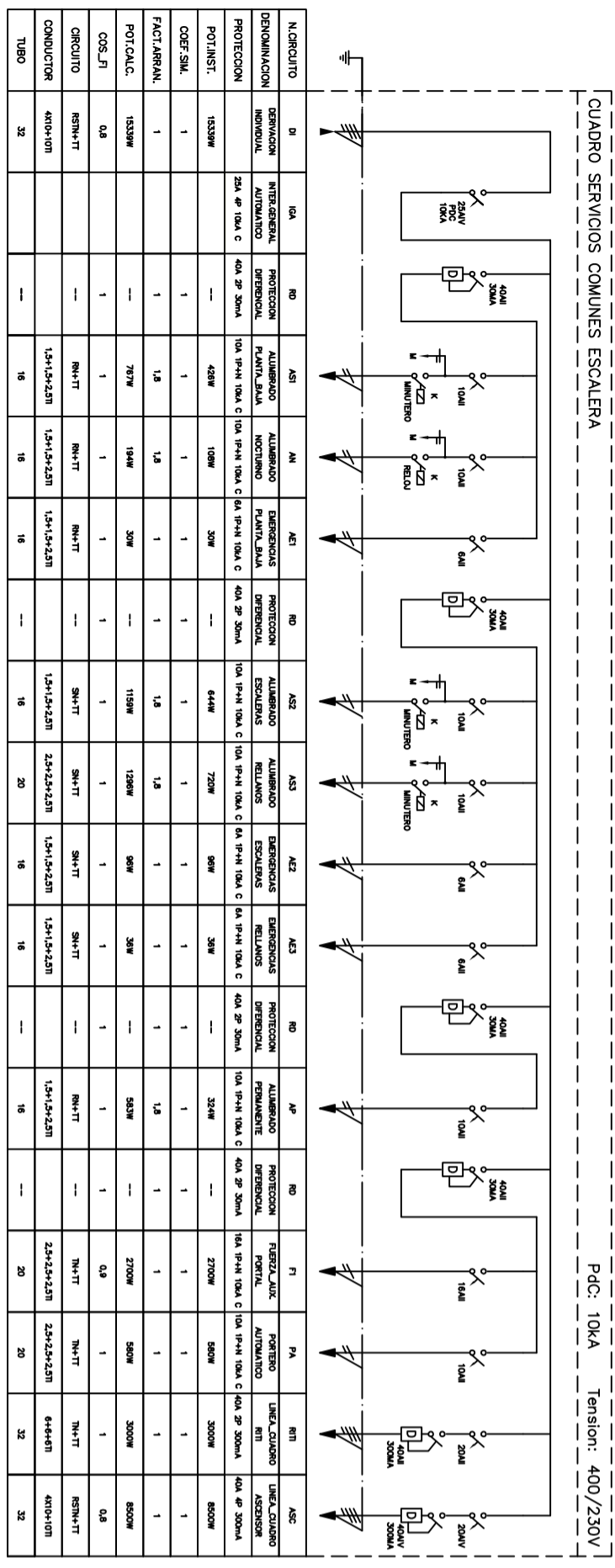
REALIZADO:
SANCHEZ BACAICOA, MIKEL

PLANO:
ELECTRIFICACION PLANTAS 4ª, 5ª, ÁTICO Y CUBIERTA

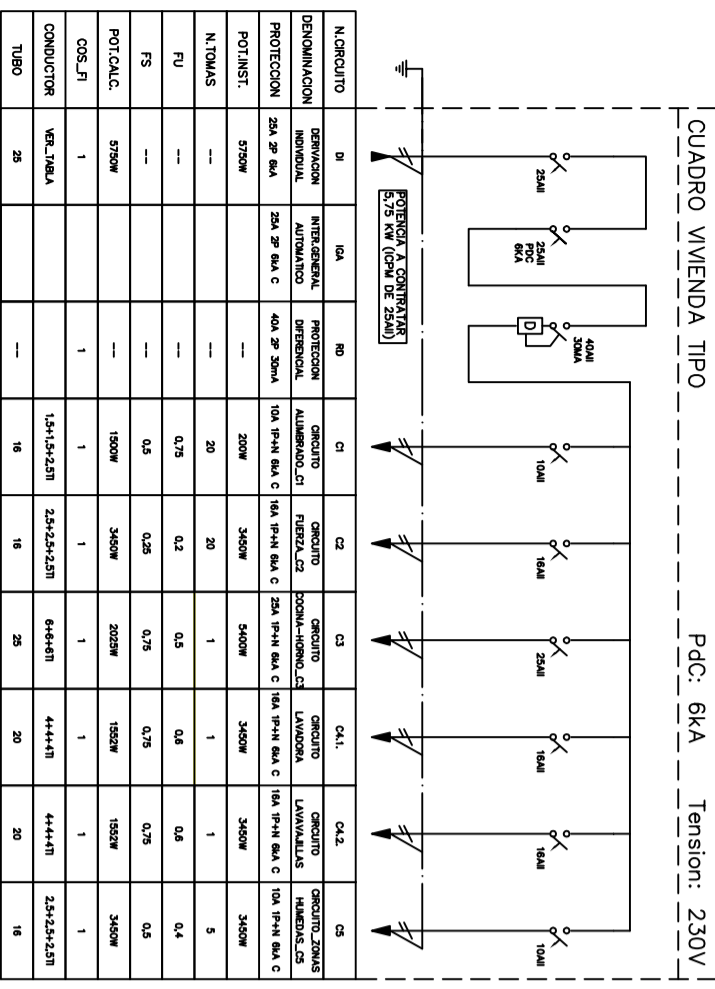
FECHA: 17-11-2011 ESCALA: 1 : 150 Nº PLANO: 6



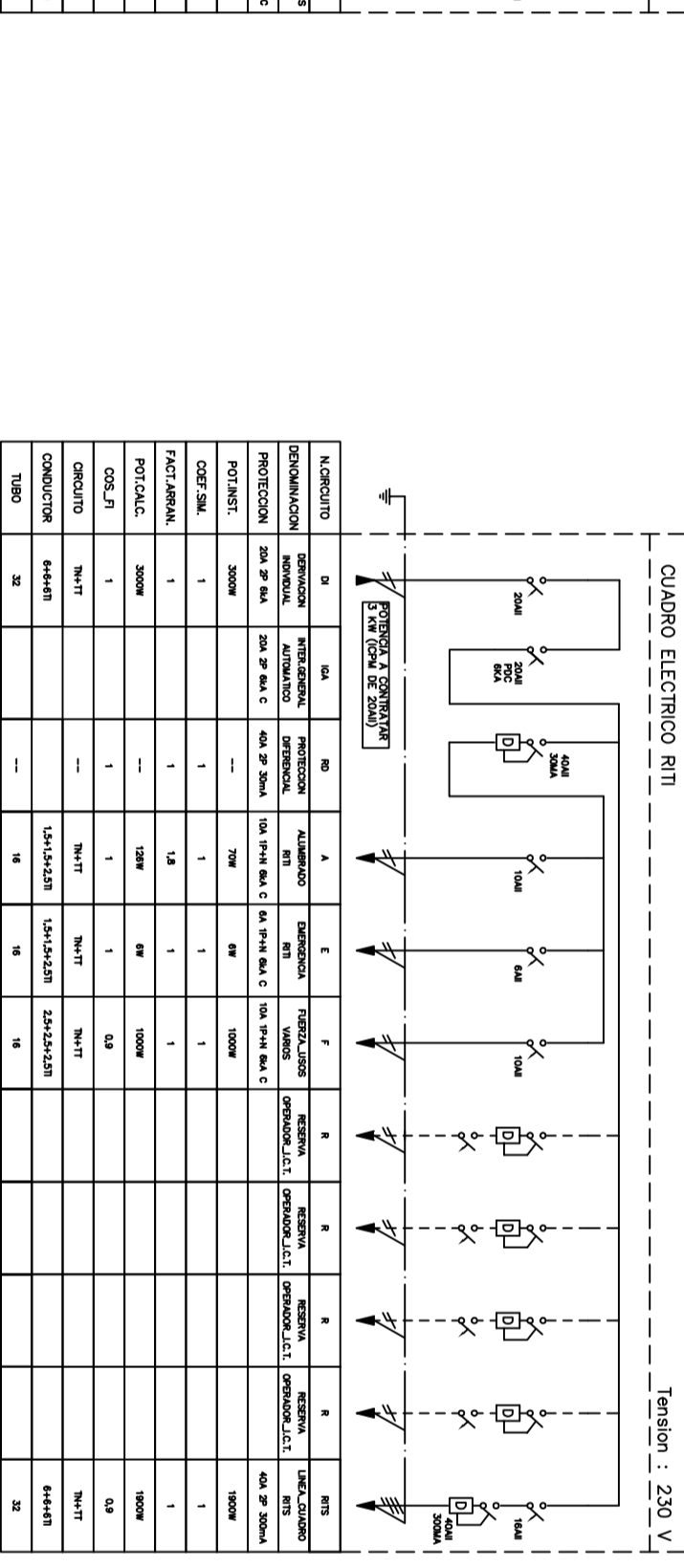
CUADRO SERVICIOS COMUNES GARAJE Pdc: 6kA Tension: 400/230V



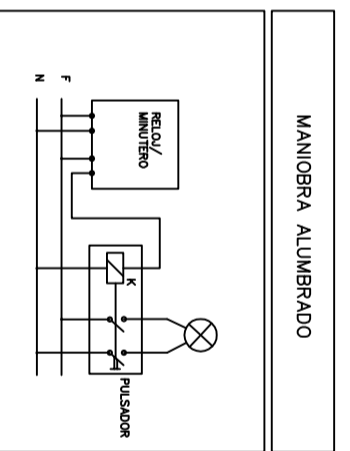
CUADRO SERVICIOS COMUNES ESCALERA Pdc: 10kA Tension: 400/230V



CUADRO VIVIENDA TIPO Pdc: 6kA Tension: 230V

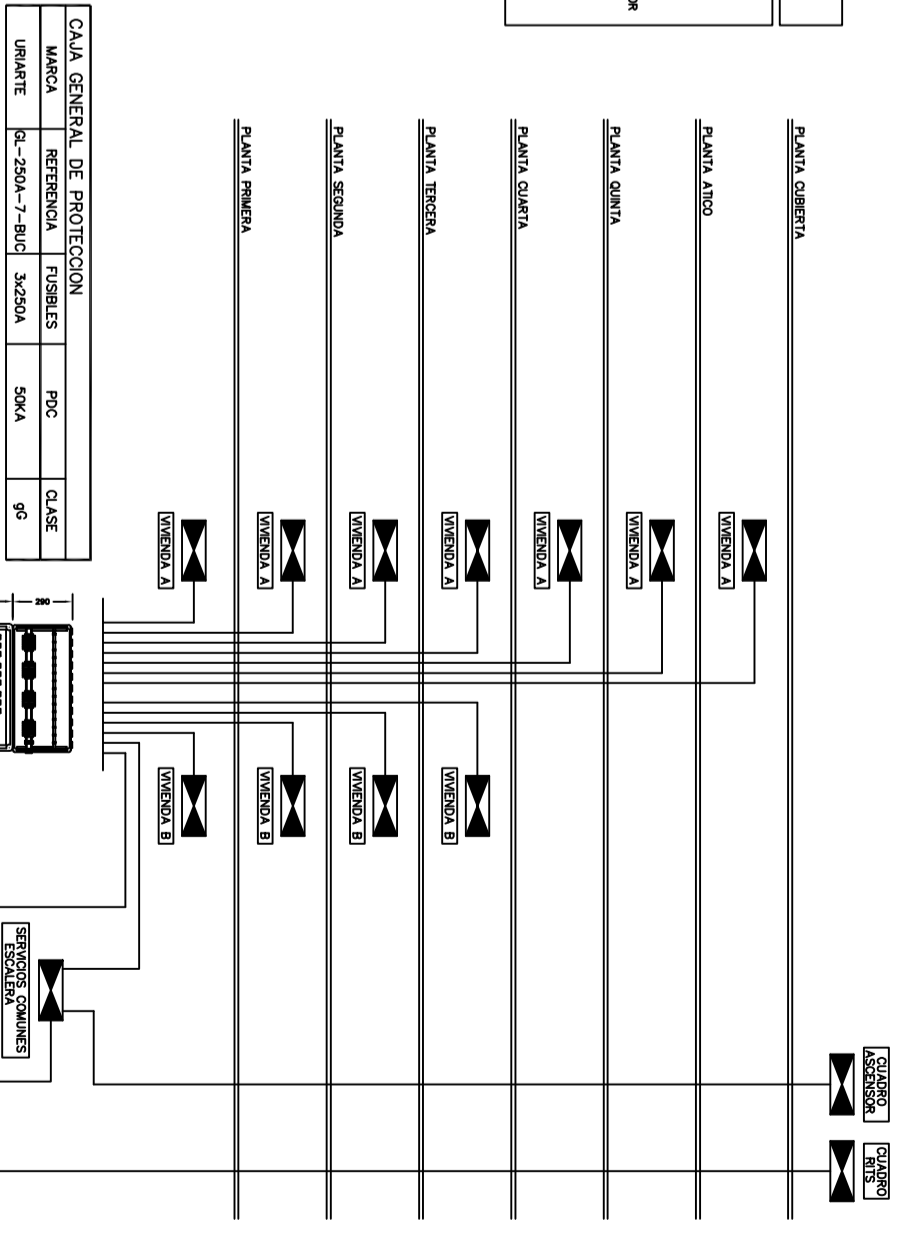


CUADRO ELECTRICO RITI Tension : 230 V

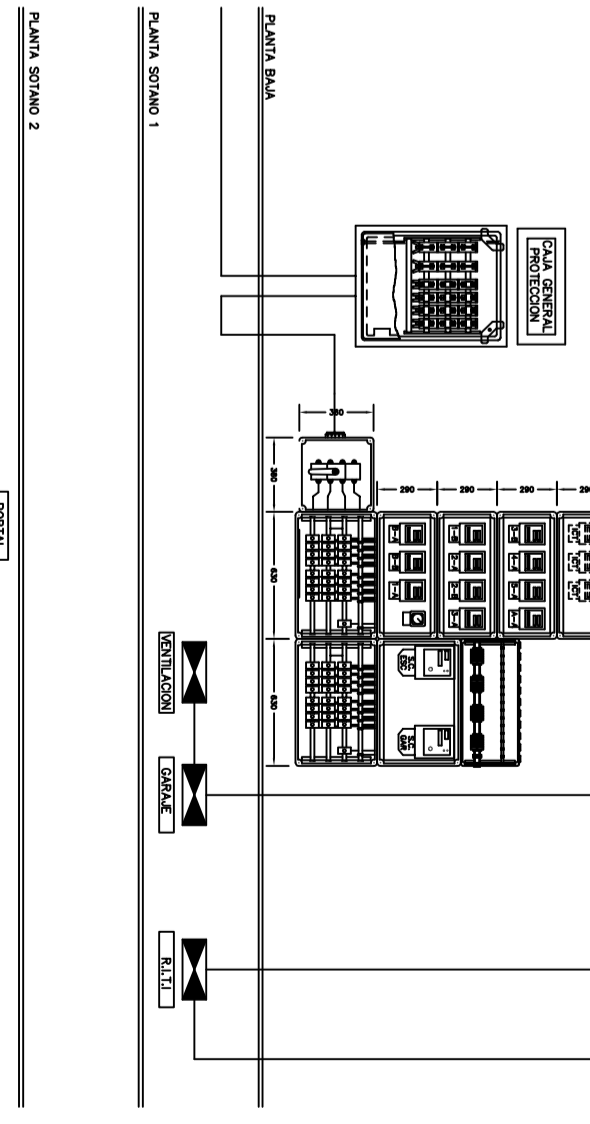


LEYENDA ESQUEMAS ELECTRICOS

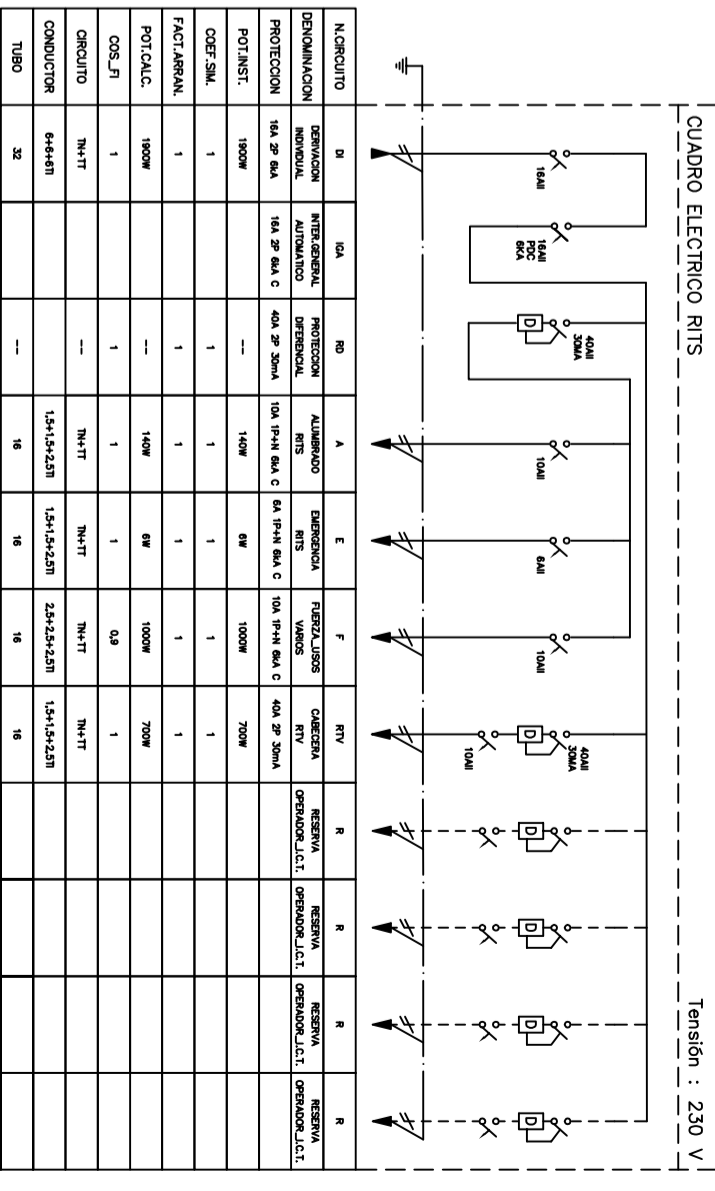
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	INTERRUPTOR AUTOMATICO
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	CONTACTOR
	INTERRUPTOR MANUAL
	ALUMBRADO A MANIBRA CONTACTOR
	CORTE OMNIPOLAR (FASE + NEUTRO)
	CORTE OMNIPOLAR (3 FASES+NEUTRO)



CALA GENERAL DE PROTECCION MARCA URANTE REFERENCIA PDC CLASE URANTE R508L5 50kVA 90



CUADRO ELECTRICO RITS Tension : 230 V



CUADRO ELECTRICO RITS Tension : 230 V

LINEA REPARTIDORA

DENOMINACION	POTENCIA	SECCION	CONDUCTOR	TUBO
ESCALERA	8286 kW	3x0,6/1-0,101	PV 0,6/1 KV AL	Ø140

DERIVACIONES INDIVIDUALES A VIVIENDA

CORRIENTE	PLANTAS	VIVIENDA	SECCION	TUBO
RM+TT	BAJA	A,B	10x10x1,011	Ø32
SM+TT		A,B	10x10x1,011	Ø32
TM+TT		A,B	16x16x1,611	Ø32
RM+TT		A,B	16x16x1,611	Ø32
SM+TT		A	16x16x1,611	Ø32
TM+TT		A	16x16x1,611	Ø32

LINEAS A CUADROS SERVICIOS COMUNES

DENOMINACION CUADRO	SECCION	CONDUCTOR	TUBO
S. C. ESCALERA	3x10x10x1,011	RZ1 0,6/KNVO	Ø32
S. C. GARAJE	3x10x10x1,011	RZ1 0,6/KNVO	Ø32

CUADROS SECUNDARIOS DE S.C. ESCALERA

CUADRO ASSENSORES	SECCION	CONDUCTOR	TUBO
	3x10x10x1,011	RZ1 0,6/KNVO	Ø32
CUADRO RITI	SECCION	CONDUCTOR	TUBO
	6x4x4x1	RZ1 0,6/KNVO	Ø32

CUADROS SECUNDARIOS DE S.C. GARAJE

CUADRO TRASEROS	SECCION	CONDUCTOR	TUBO
	6x4x4x1	RZ1 0,6/KNVO	Ø32



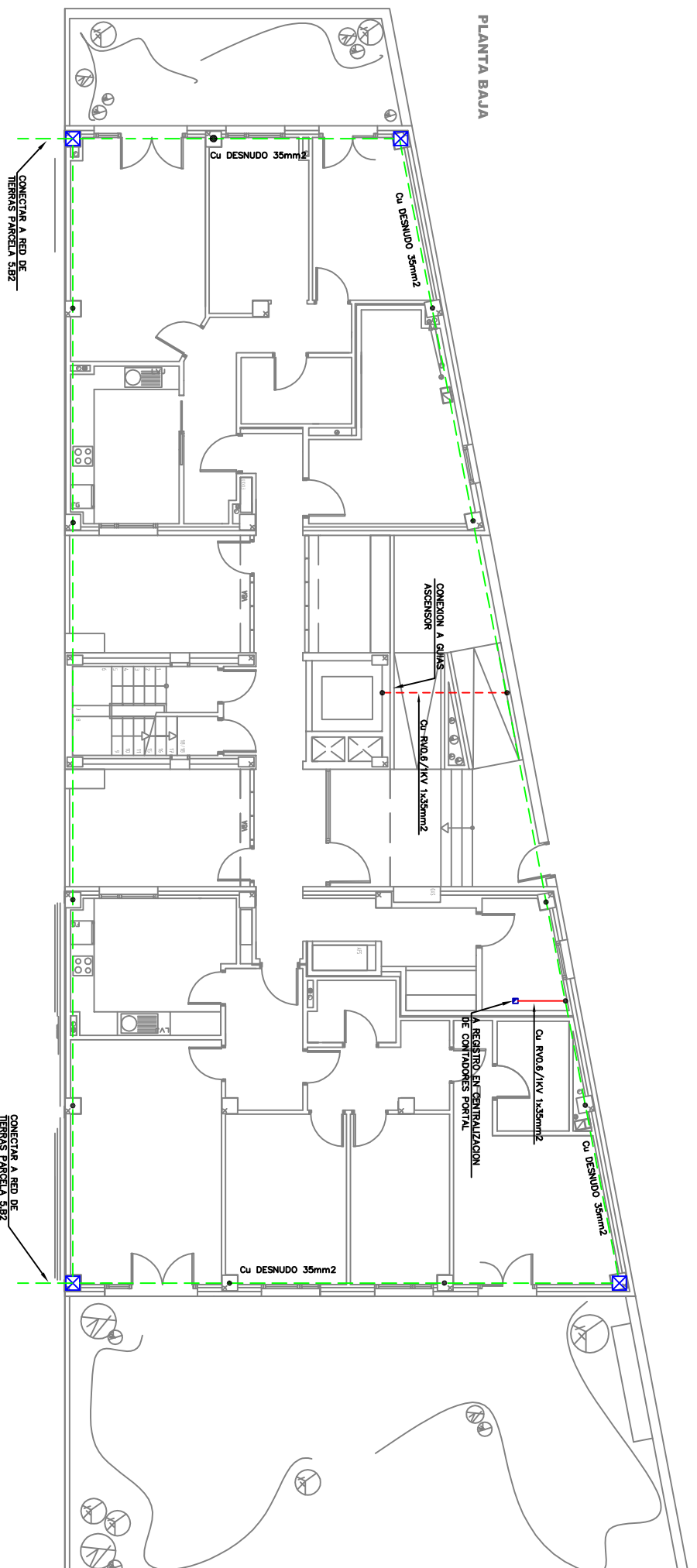
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA


PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA, EN B.T., Y DE CALEFACCION PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS CON GARAJES Y TRASEROS COMUNITARIOS EN LA PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).

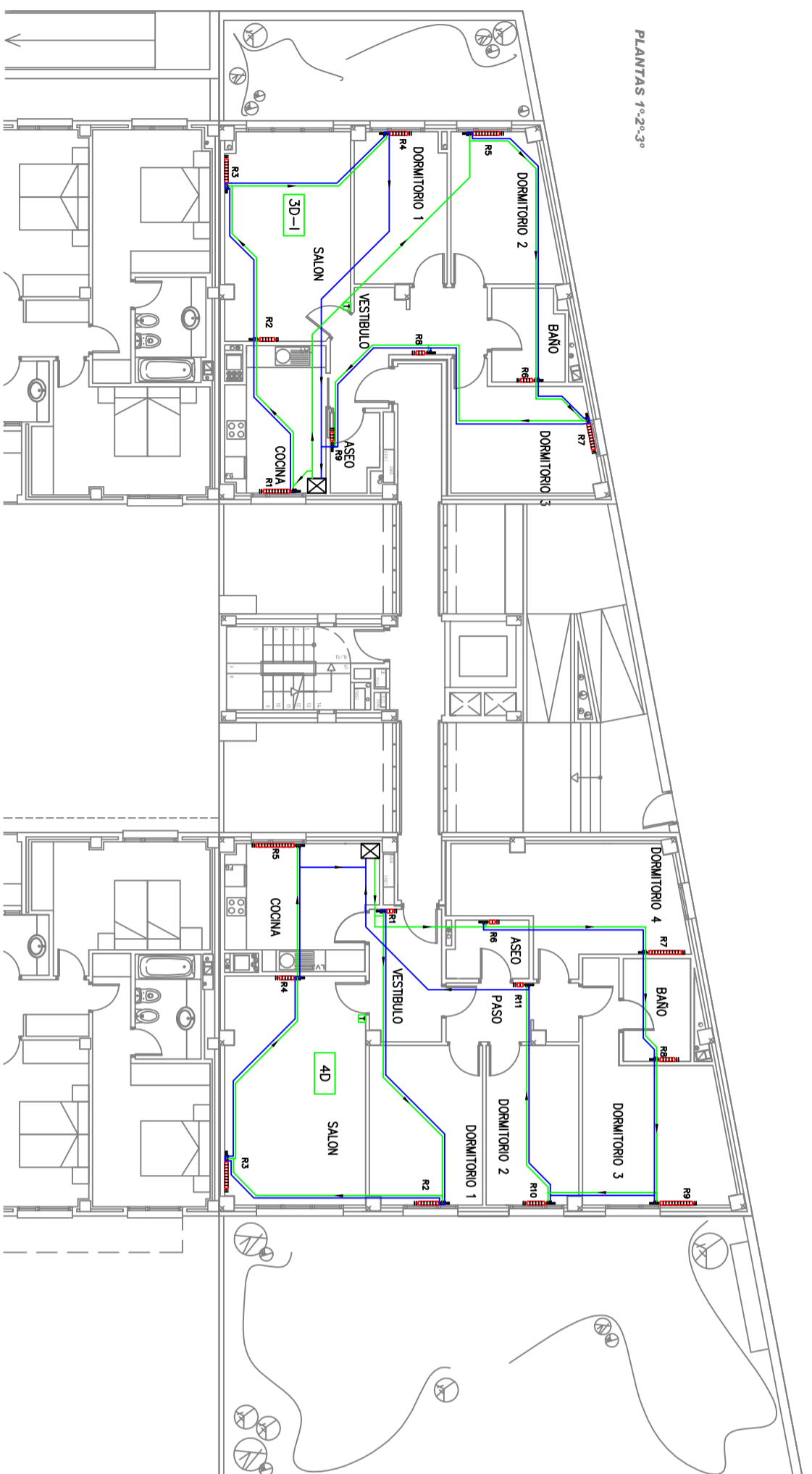
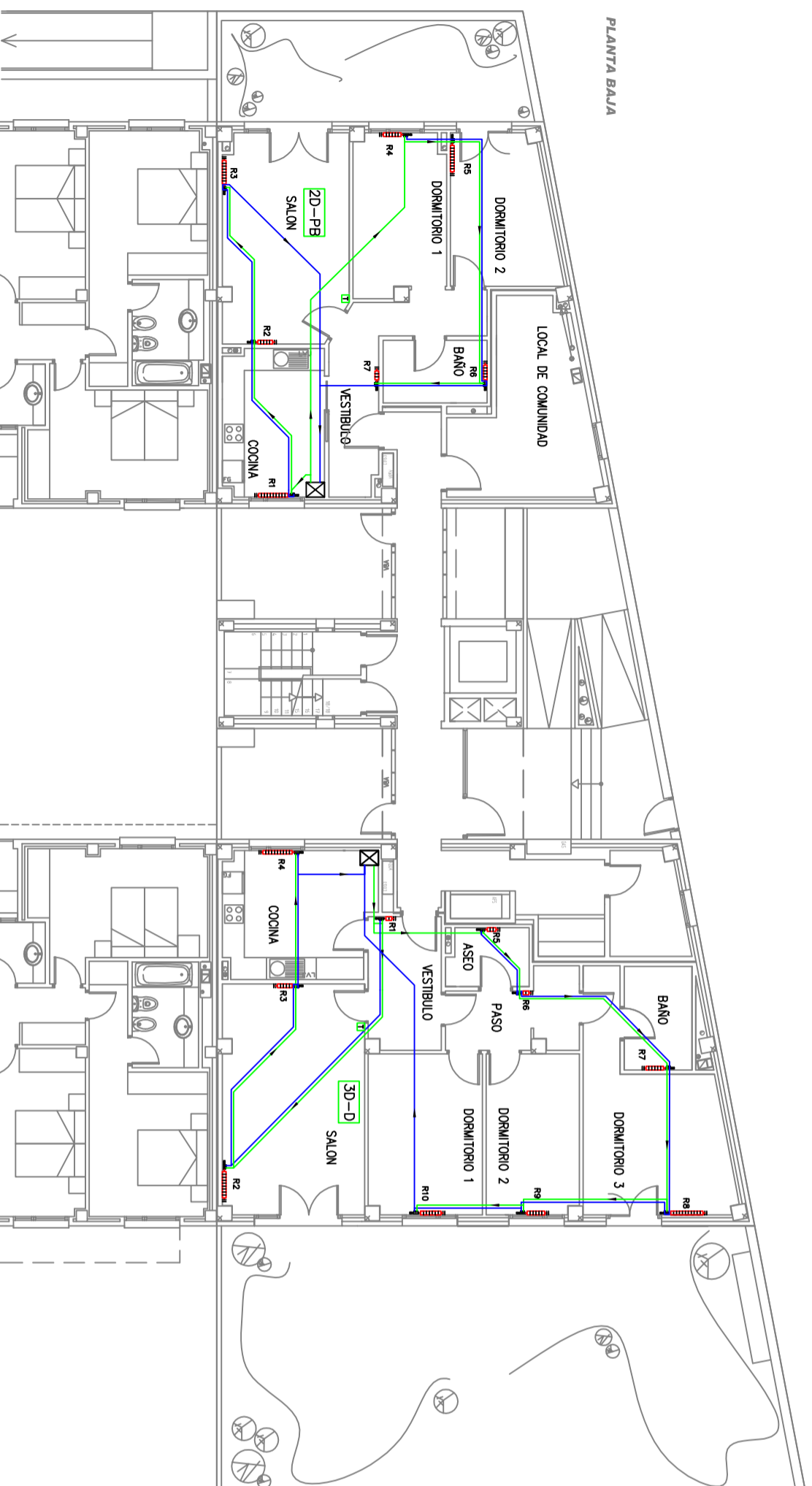
REALIZADO: SANCHEZ BACAICOA, MIKEL

PLANO: ESQUEMAS UNIFILARES
 FECHA: 17-11-2011
 ESCALA: S.E.
 Nº PLANO: 7

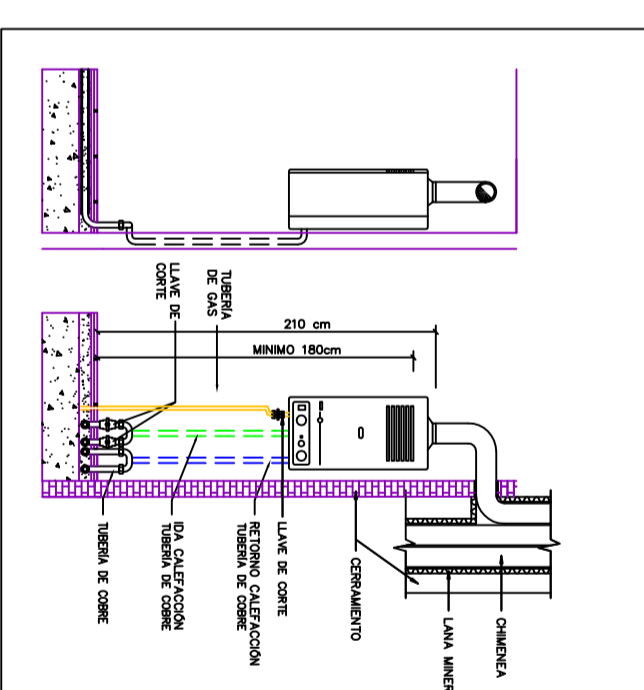


LEYENDA DE LA RED DE TIERRAS	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
---	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 35mm ²
---	CONDUCTOR DE COBRE RV.6/KV DE SECCION SEGUN PLANO BAJO TIPO DE PVC ELECTODON ENTERRADO/SUPERFICIE
☑	MONTANTE PARA CONEXION DE PUESTA A TIERRA
☒	ELECTRODO COMPLETO POR PICA DE AGERO-COBRE DE 2m DE LONGITUD Y 20 mm DE DIAMETRO
•	CONEXION DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA A LAS PARTES METALICAS DE LA ESTRUCTURA

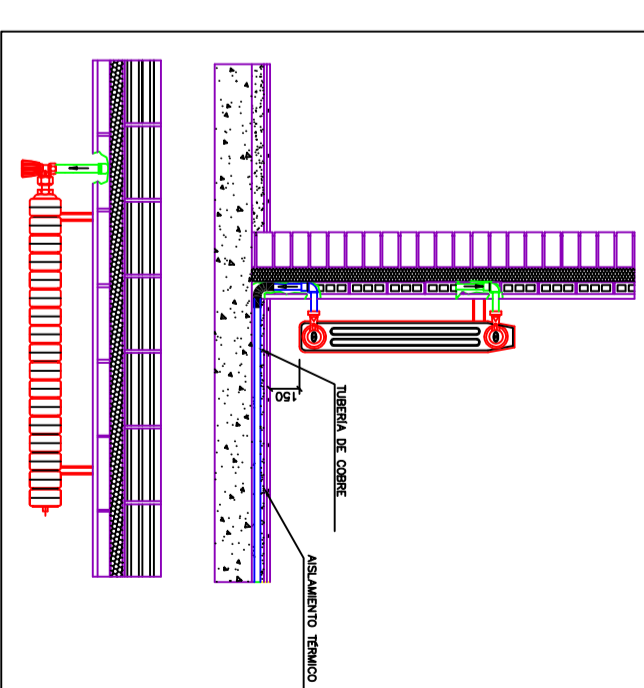
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
	PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN B.T., Y DE CALEFACCIÓN PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).	
PLANO: PUESTA A TIERRA	FIRMA:	FECHA: 17-11-2011
	ESCALA: 1 : 150	Nº PLANO: 8



DETALLE ALZADOS CALDERA



DETALLE CONEXION A RADIAADOR - SISTEMA BITUBO-



20-P8

Tubo	Diámetro (mm)	Radiadores (Aluminio)	Roca Doble 30	Cadena Roca	Potencia útil (kW)
R1	6	R3	10	Lautra 35/25 F	23,3 kW
R2	6	R4	8		
R3	6	R5	6		
R4	6	R6	9		
R5	6	R7	5		
R6	6	R8	3		
R7	6	R9	6		

30-5-0

Tubo	Diámetro (mm)	Radiadores (Aluminio)	Roca Doble 30	Cadena Roca	Potencia útil (kW)
R1	6	R1	2	Lautra 35/25 F	35 kW
R2	6	R2	9		
R3	6	R3	5		
R4	6	R4	10		
R5	6	R5	3		
R6	6	R6	6		
R7	6	R7	11		
R8	6	R8	3		
R9	6	R9	7		
R10	6	R10	2		

30-1

Tubo	Diámetro (mm)	Radiadores (Aluminio)	Roca Doble 30	Cadena Roca	Potencia útil (kW)
R1	6	R1	5	Lautra 35/25 F	35 kW
R2	6	R2	8		
R3	6	R3	6		
R4	6	R4	9		
R5	6	R5	4		
R6	6	R6	3		
R7	6	R7	6		
R8	6	R8	3		
R9	6	R9	6		
R10	6	R10	2		

40 (Prensa 1ª y 2ª)

Tubo	Diámetro (mm)	Radiadores (Aluminio)	Roca Doble 30	Cadena Roca	Potencia útil (kW)
R1	6	R1	7	Lautra 35/25 F	35 kW
R2	6	R2	9		
R3	6	R3	13		
R4	6	R4	7		
R5	6	R5	8		
R6	6	R6	7		
R7	6	R7	11		
R8	6	R8	5		
R9	6	R9	11		
R10	6	R10	2		

40 (Prensa 3ª)

Tubo	Diámetro (mm)	Radiadores (Aluminio)	Roca Doble 30	Cadena Roca	Potencia útil (kW)
R1	6	R1	7	Lautra 35/25 F	35 kW
R2	6	R2	10		
R3	6	R3	13		
R4	6	R4	5		
R5	6	R5	7		
R6	6	R6	11		
R7	6	R7	5		
R8	6	R8	11		
R9	6	R9	7		
R10	6	R10	2		

LEYENDA

SIMBOLO	DENOMINACION
	TUBERIA DE DÍA (COBRE)
	TUBERIA DE RETORNO (COBRE)
	CALDERA
	TEMPORIZADO
	RADIADOR DE ALUMINIO

Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa
E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

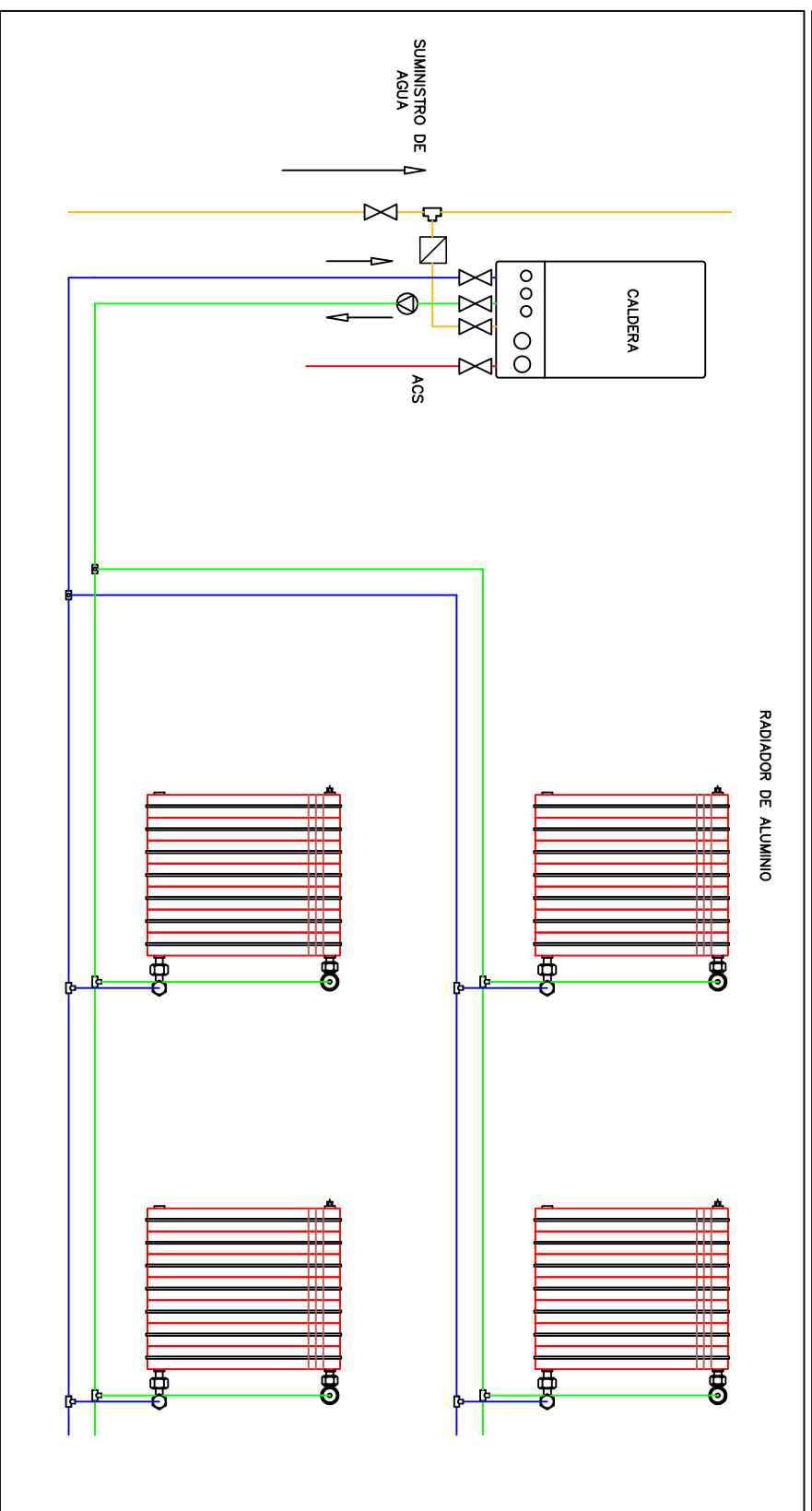
PROYECTO:
 INSTALACION ELECTRICA, EN B.T., Y DE CALEFACCION PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).

REALIZADO:
SANCHEZ BACAICOA, MIKEL

PLANO:
CALEFACCION PLANTAS BAJA, 1ª, 2ª Y 3ª

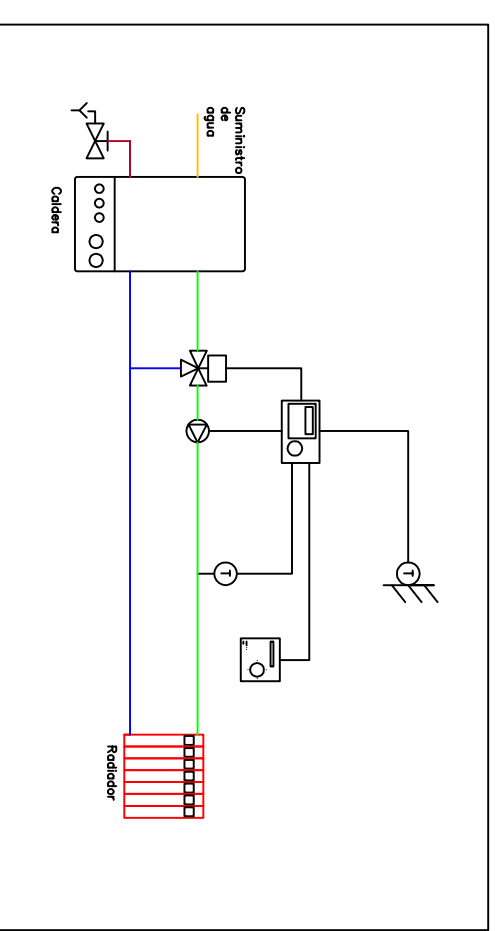
FECHA: 17-11-2011
 ESCALA: 1 : 150
 Nº PLANO: 9

DETALLE INSTALACIÓN DE CALDERA Y RADIADORES

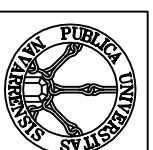


LEYENDA	
SIMBOLO	DENOMINACION
	TUBERIA DE IDA (COBRE)
	TUBERIA DE RETORNO (COBRE)
	TUBERIA DE SUMINISTRO DE AGUA)
	TUBERIA DE ACS
	CONTADOR
	LLAVE DE PASO
	BOMBA DE CIRCULACIÓN
	T EN ANGULO RECTO
	BARRA DE DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS DE CALEFACCIÓN
	LLAVE MONOGIRO
	DETONTOR

DETALLE SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL



LEYENDA		
SIMBOLO	DENOMINACION	REFERENCIA
	CONTROL CALEFACCIÓN	RVP 350
	SONDA EXTERIOR	QAC 22
	SONDA DE TEMPERATURA DE CONTACTO	QAD 22
	SONDA DE AMBIENTE CON MANDO	QAW 70
	BOMBA DE CIRCULACIÓN	VA 25/130 EVO
	VALVULA DE 3 VIAS DE ASIENTO Y ACTUADOR	VXG 44.15-4
	VALVULA DE VACUADO	VXP 47



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA
Y ELECTRÓNICA

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN B.T., Y DE CALEFACCIÓN PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).

REALIZADO:

SÁNCHEZ BACAICOA,
MIKEL

PLANO:

DETALLES CALEFACCIÓN

FECHA:
17-11-2011

ESCALA:
S.E.

Nº PLANO:
112



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN BAJA TENSIÓN, Y DE
CALEFACCIÓN PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS
CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA
PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).”

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Mikel Sánchez Bacaicoa

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1. Disposiciones generales	6
1.1. Naturaleza y objeto del pliego general	6
1.2. Documentación del contrato de obra	6
2. Condiciones facultativas.....	7
2.1. Delimitación general de funciones técnicas	7
2.1.1. El Ingeniero Director	7
2.1.2. El Constructor	7
2.2. Obligación y derechos principales del constructor o contratista	8
2.2.1. Verificación de los documentos del Proyecto.....	8
2.2.2. Plan de Seguridad e Higiene	8
2.2.3. Oficina en la obra.....	8
2.2.4. Representación del Contratista	9
2.2.5. Presencia del Constructor en la obra.....	9
2.2.6. Trabajos no estipulados expresamente	9
2.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del Proyecto	10
2.2.8. Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección Facultativa	10
2.2.9. Recusación por el Contratista del personal nombrado por el Ingeniero	10
2.2.10. Faltas del personal	11
2.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares	11
2.3.1. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos	11
2.3.2. Orden de los trabajos	11
2.3.3. Facilidades para otros Contratistas	11
2.3.4. Ampliación del Proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor	12
2.3.5. Prórroga por causa de fuerza mayor	12
2.3.6. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra	12
2.3.7. Condiciones generales de ejecución de los trabajos	13
2.3.8. Obras ocultas.....	13
2.3.9. Trabajos defectuosos.....	13
2.3.10. Vicios ocultos	14
2.3.11. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia	14
2.3.12. Materiales y aparatos defectuosos	14
2.3.13. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	14
2.4. Recepción de la obra.....	15
2.4.1. De las recepciones provisionales	15
2.4.2. Documentación final de la obra	15
2.4.3. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.....	15
2.4.4. Plazo de garantía.....	16
2.4.5. Conservación de las obras recibidas provisionalmente	16

2.4.6. De la recepción definitiva	16
2.4.7. Prórroga del plazo de garantía	16
3. Condiciones económicas	17
3.1. Principio general	17
3.2. Fianzas	17
3.2.1. Fianza provisional	17
3.2.2. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza	18
3.2.3. De su devolución general	18
3.2.4. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales	18
3.3. Precios	18
3.3.1. Composición de los precios unitarios	18
3.3.2. Precios contradictorios	19
3.3.3. Reclamaciones de aumento de precio por causas diversas	20
3.3.4. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios	20
3.3.5. De la revisión de los precios contratados	20
3.4. Obras por administración	22
3.4.1. Obras por Administración directa	22
3.4.2. Obras por Administración delegada o indirecta	22
3.4.3. Liquidación de obras por Administración	23
3.4.4. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada	23
3.4.5. Normas para la adquisición de los materiales y aparatos	24
3.4.6. Responsabilidad del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros	24
3.4.7. Responsabilidades del Constructor	24
3.5. Valoración y abono de los trabajos	26
3.5.1. Formas varias de abono de las obras	26
3.5.2. Mejoras de obras libremente ejecutadas	26
3.5.3. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada	26
3.5.4. Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados	27
3.5.5. Pagos	27
3.5.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía	28
3.6. Indemnizaciones mutuas	29
3.6.1. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras	29
3.6.2. Demora de los pagos	29
3.7. Varios	30
3.7.1. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios	30
3.7.2. Unidades de obra defectuosas pero aceptables	30
3.7.3. Seguro de las obras	30
3.7.4. Conservación de la obra	31
3.7.5. Uso por el Contratista de edificios o bienes del propietario	31
4. Pliego de Condiciones Técnicas de la Instalación Eléctrica	33

4.1. Normativa General.....	33
4.2. Conductores	34
4.2.1. Materiales.....	34
4.2.2. Redes aéreas para la distribución de la energía eléctrica.....	34
4.2.2.1. Instalaciones de conductores aislados.....	34
4.2.2.2. Sección mínima del conductor neutro	34
4.2.2.3. Continuidad del conductor neutro.....	35
4.2.3. Sección de los conductores: Caídas de tensión.....	35
4.3. Receptores.....	36
4.3.1. Condiciones generales de la instalación	36
4.3.2. Conexiones de receptores	36
4.3.3. Receptores de alumbrado. Instalación	37
4.3.4. Receptores a motor. Instalación.....	37
4.3.5. Aparatos de caldeo. Instalación	37
4.4. Protecciones contra sobrecargas y sobretensiones.....	39
4.4.1. Protección de las instalaciones	39
4.4.1.1. Protección contra sobrecargas.....	39
4.4.1.2. Protección contra sobretensiones.....	39
4.4.2. Situación de los dispositivos de protección	39
4.4.3. Características de los dispositivos de protección.....	39
4.5. Protecciones contra contactos directos e indirectos.....	41
4.5.1. Protección contra contactos directos.....	41
4.5.2. Protección contra contactos indirectos	41
4.5.3. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.....	41
4.6. Alumbrados especiales	13
4.6.1. Alumbrado de emergencia	43
4.6.2. Alumbrado de señalización.....	43
4.6.3. Locales con alumbrados especiales	43
4.6.4. Fuentes propias de energía.....	44
4.6.5. Instrucciones complementarias.....	44
4.7. Local	45
4.7.1. Prescripciones de carácter general.....	45
4.8. Puesta a tierra.....	46
4.8.1. Objeto de la puesta a tierra	46
4.8.2. Definición	46
4.8.3. Partes que comprende la puesta a tierra.....	46
4.8.4. Electrodo. Naturaleza. Constitución. Dimensiones.....	47
4.8.5. Resistencia de tierra	48
4.8.6. Características y condiciones de la instalación de las líneas de enlace con tierra, de las principales de tierra y sus derivaciones.....	48
4.8.7. Revisión de las tomas de tierra	49

5. Pliego de Condiciones Técnicas de la Instalación de Calefacción 50

5.1. Generalidades	50
5.2. Tuberías	50
5.3. Bombas	50
5.4. Vasos de Expansión.....	51
5.5. Válvulas	52
5.6. Purga de Aire	53
5.7. Aislamiento.....	53
5.8. Sistema de Llenado.....	54
5.9. Sistema de Control.....	55

1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1. NATURALEZA Y OBJETO DEL PLIEGO GENERAL

El presente Pliego General de Condiciones tiene carácter supletorio del Pliego de Condiciones particulares del Proyecto.

Ambos, como parte del proyecto tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero Técnico, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiere.
2. El Pliego de Condiciones particulares.
3. El presente Pliego General de Condiciones.
4. El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

2. CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1. DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

2.1.1. EL INGENIERO DIRECTOR

Corresponde al Ingeniero Director:

- a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- b) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- c) Asistir a la obra, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución.
- d) Coordinar la intervención de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- e) Aprobar las certificaciones parciales de la obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del Ingeniero Técnico, el certificado final de la misma.

2.1.2. EL CONSTRUCTOR

Corresponde al Constructor:

- a) Organizar los trabajos de instalación, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- c) Suscribir con el Ingeniero Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- d) Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- f) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.

- g) Facilitar al Ingeniero Técnico, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- h) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- i) Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- j) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

2.2. OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA

2.2.1. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes. En caso de no efectuar la citada consignación, se sobreentenderá realizada una vez comenzada la obra.

2.2.2. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución y el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud de la dirección facultativa.

2.2.3. OFICINA EN LA OBRA

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que debe existir una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero Técnico.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

2.2.4. REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA

El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

2.2.5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA

El Jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero Técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.2.6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Técnico dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el Pliego de Condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 5 por 100 o del total del presupuesto en más de un 3 por 100.

2.2.7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Ingeniero Técnico.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

El Constructor podrá requerir del Ingeniero Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

2.2.8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero Técnico, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

2.2.9. RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR EL INGENIERO

El Constructor no podrá recusar al Ingeniero Técnico, o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

2.2.10. FALTAS DEL PERSONAL

El Ingeniero Técnico, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

2.3. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES

2.3.1. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Técnico del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.3.2. ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.3.3. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.3.4. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero Técnico o en tanto se fórmula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

2.3.5. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero Técnico. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

2.3.6. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA INSTALACIÓN

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.3.7. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 11.

2.3.8. OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se entregarán: uno, al Ingeniero Técnico y, otro, al Contratista, firmados todos ellos. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

2.3.9. TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole técnica" del Pliego de Condiciones y realizar todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.

2.3.10. VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Ingeniero Técnico.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

2.3.11. MATERIALES Y APARATOS. PROCEDENCIA

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas o el Presupuesto detallado preceptúen una procedencia determinada. Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.3.12. MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquel, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero Técnico, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquel determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.3.13. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

2.4. RECEPCIÓN DE LA OBRA

2.4.1. RECEPCIONES PROVISIONALES

Treinta días antes de dar fin a la obra o instalación, comunicará el Ingeniero Técnico a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor, del Ingeniero Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se dará al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

2.4.2. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

El Ingeniero Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

2.4.3. MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

Recibida provisionalmente la obra, se procederá inmediatamente por el Ingeniero Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante.

2.4.4. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía deberá estipularse en el Pliego de Condiciones Particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses.

2.4.5. CONSERVACIÓN DE LA OBRA RECIBIDA PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si la instalación fuese utilizada antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obras o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

2.4.6. RECEPCIÓN DEFINITIVA

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

2.4.7. PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

3. CONDICIONES ECONÓMICAS

3.1. PRINCIPIO GENERAL

Todos los que intervienen en el proceso de la instalación tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2. FIANZAS

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3 por 100 y 10 por 100 del precio total de contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

3.2.1. FIANZA PROVISIONAL

En el caso de que la instalación se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un tres por ciento (3 por 100) como mínimo, del total del presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra(o instalación) o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por cien (10 por 100) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de la obra, fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

3.2.2. EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

3.2.3. DEVOLUCIÓN EN GENERAL

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos.

3.2.4. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

Si la propiedad, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

3.3. PRECIOS

3.3.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

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

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la instalación.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

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

Se considerarán gastos generales:

- Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

Beneficio industrial:

- El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución material

- Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

Precio de Contrata

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

3.3.2. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad, por medio del Ingeniero Técnico, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Condiciones particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.3.3. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento alguno de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

3.3.4. FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, en el texto detallado de la partida correspondiente del presupuesto, en segundo lugar, en el Pliego General de Condiciones Técnicas, y, en tercer lugar, al Pliego General de Condiciones particulares.

3.3.5. REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de

Mikel Sánchez Bacaicoa

Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

3.4. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Se denominan "Obras por Administración" aquéllas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

3.4.1. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA

Se denominan "Obras por Administración directa" aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Propietario y Contratista.

3.4.2. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las "Obras por administración delegada o indirecta" las siguientes:

- a) Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Ingeniero Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y,

en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Propietario un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

3.4.3. LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las debe presentar el Constructor al Propietario, en relación valorada a la que deber acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Ingeniero Técnico:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15 por 100), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

3.4.4. ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizar el Propietario mensualmente según los partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el Ingeniero Técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

3.4.5. NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS

No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deber presentar al Propietario, o en su representación al Ingeniero Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

3.4.6. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS

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

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

3.4.7. RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor sólo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 63 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

3.5. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

3.5.1. FORMAS VARIAS DE ABONO DE LAS OBRAS

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego Particular de Condiciones Económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
3. Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Ingeniero Director.
4. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
5. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones económicas" determina.
6. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

3.5.2. MEJORAS DE INSTALACIONES LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.5.3. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Ingeniero Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

3.5.4. ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones u otra clase de trabajos de cualquiera índole especial u ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

3.5.5. PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

3.5.6. ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Ingeniero Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.6. INDEMNIZACIONES MUTUAS

3.6.1. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (0/00) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra. Esta indemnización, en defecto de las determinaciones del Pliego de Condiciones Económicas Particulares, se fija en el 3 por mil.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

3.6.2. DEMORA DE LOS PAGOS

Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido, en la forma convenida en el Pliego de Condiciones Económicas Particulares, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cuatro y medio por ciento (4,5 por 100) anual, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada. No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.7. VARIOS

3.7.1. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.7.2. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero Director de la instalación, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la instalación y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.7.3. SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidir en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será

motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.7.4. CONSERVACIÓN DE LA OBRA

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

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

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

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

3.7.5. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se

hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

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

4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4.1. 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.

4.2. CONDUCTORES

4.2.1. 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.

4.2.2. REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

4.2.2.1. 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 colocarán 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 originarán tracción mecánica sobre la misma.

4.2.2.2. 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 mm^2 de cobre, igual a la del conductor de fase o polar; para secciones entre 16 y 35 mm^2 será de 16 mm^2 ; 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 mm^2 de cobre, igual a la del conductor de fase o polar: para secciones entre 16 y 35 mm^2 será de 16 mm^2 ; para secciones superiores a 35 la mitad de la sección de los conductores de fase.

4.2.2.3. 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.

4.2.3. 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 calculará considerando todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.

4.3. RECEPTORES

4.3.1. 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 sobrintensidades 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.

4.3.2. 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 movable. 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 movable, 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.

4.3.3. 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.

4.3.4. 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.

4.3.5. 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.

4.4. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES Y SOBRETENSIONES

4.4.1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.4.1.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecargas 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 sobrecargas 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 sobrecargas.

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

4.4.1.2. 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.

4.4.2. SITUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuadros instalados en el edificio. 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.

4.4.3. 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.

4.5. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

4.5.1. 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.

4.5.2. 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 obligarán 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 de 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.

4.5.3. 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 utilizarán 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.

4.6. ALUMBRADOS ESPECIALES

4.6.1. 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.

4.6.2. 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 pasará 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.

4.6.3. 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:

Pliego de Condiciones

Página 43 de 56

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.

4.6.4. 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.

4.6.5. INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS

Las líneas que alimentan directamente 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 el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

4.7. LOCAL

4.7.1. 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 colocará 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 conectarán 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 instalarán 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 colocará 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 contruidos en materiales incombustibles.
 - Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000 voltios, armados colocados directamente sobre las paredes.
- f) Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

4.8. PUESTA A TIERRA

4.8.1. 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.

4.8.2. 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.

4.8.3. 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 formarán 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 efectuará 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.

4.8.4. ELECTRODOS. NATURALEZA. CONSTITUCIÓN. DIMENSIONES

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objeto de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearán principalmente electrodos artificiales. No obstante, los electrodos 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 electrodos 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.

4.8.5. 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.

4.8.6. 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.
- b) 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 mm^2 ó 35 mm^2 , 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 considerarán 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 envolventes 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.

4.8.7. 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 efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno este más 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.

5. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

5.1. GENERALIDADES

Debe concebirse en fase de diseño un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

5.2. TUBERÍAS

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

El diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

En sistemas directos se utilizará cobre o acero inoxidable en el circuito primario. Se admiten tuberías de material plástico acreditado apto para esta aplicación.

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el acero negro, el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva. Se admite material plástico acreditado apto para esta aplicación.

En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. Además, podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las Compañías de suministro de agua potable.

Las tuberías de cobre serán tubos estirados en frío y uniones por capilaridad (UNE 37153). No se utilizarán tuberías de acero negro para circuitos de agua sanitaria.

El diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s cuando la tubería discurra por locales habitados y a 3 m/s cuando el trazado sea al exterior o por locales no habitados.

El dimensionado de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mm de columna de agua por metro lineal.

5.3. BOMBAS

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

Ya que la instalación no tiene una superficie de captación superior a 50 m², no se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se establecería el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de éstas, de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos de torsión o flexión. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las bombas podrán ser del tipo en línea, de rotor seco o húmedo o de bancada. Siempre que sea posible se utilizarán bombas tipo circuladores en línea.

En circuitos de agua caliente para usos sanitarios, los materiales de la bomba serán resistentes a la corrosión.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.

La bomba se seleccionará de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante.

La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente.

5.4. VASOS DE EXPANSIÓN

Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba.

La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

Los datos que sirven de base para la selección del vaso son los siguientes:

- Volumen total de agua en la instalación, en litros.
- Temperatura mínima de funcionamiento, para la cual se asumirá el valor de 4 °C, a la que corresponde la máxima densidad.
- Temperatura máxima que pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- Presiones mínima y máxima de servicio, en bar, cuando se trate de vasos cerrados.
- Volumen de expansión calculado, en litros.

Los cálculos darán como resultado final el volumen total del vaso y la presión nominal PN, que son los datos que definen sus características de funcionamiento.

El volumen de dilatación será, como mínimo, igual al 4,3 % del volumen total de fluido en el circuito primario.

Los vasos de expansión cerrados se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío en el punto más alto del circuito no sea inferior a 1,5 kg/cm² y la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

El dispositivo de expansión cerrado del circuito de captadores deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.

5.5. VÁLVULAS

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura), siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:

- Para aislamiento: válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.

- Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: válvulas de esfera.
- Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho
- Para seguridad: válvulas de resorte.
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta o especiales para sistemas por termosifón.

A los efectos de este PCT, no se permitirá la utilización de válvulas de compuerta.

El acabado de las superficies de asiento y obturador debe asegurar la estanquidad al cierre de las válvulas, para las condiciones de servicio especificadas.

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio, y en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de interceptación.

5.6. PURGA DE AIRE

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

En general, el trazado del circuito evitará los caminos tortuosos, para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos.

Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1 % en el sentido de circulación.

Los purgadores automáticos deberán soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador.

5.7. AISLAMIENTO

El aislamiento de acumuladores cuya superficie sea inferior a 2 m² tendrá un espesor mínimo de 30 mm, para volúmenes superiores el espesor mínimo será de 50 mm.

El espesor del aislamiento del cambiador de calor no será inferior a 20 mm.

Los espesores de aislamiento (expresados en mm) de tuberías y accesorios situados al interior no serán inferiores a los valores de la tabla 11.

Tabla 11

Fluido interior caliente				
Diámetro exterior (mm)	Temperatura del fluido (°C)			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	150 a 200
D ≤ 35	20	20	30	40
35 < D ≤ 60	20	30	40	40
60 < D ≤ 90	30	30	40	50
90 < D ≤ 140	30	40	50	50
140 < D	30	40	50	60

Para tuberías y accesorios situados al exterior, los valores de la tabla 11 se incrementarán en 10 mm como mínimo.

El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios.

El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

5.8. SISTEMA DE LLENADO

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general es recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo, de forma que nunca se utilice un fluido para el circuito primario cuyas características incumplan este Pliego de Condiciones Técnicas.

En cualquier caso, nunca podrá rellenarse el circuito primario con agua de red si sus características pueden dar lugar a incrustaciones, deposiciones o ataques en el circuito, o si

este circuito necesita anticongelante por riesgo de heladas o cualquier otro aditivo para su correcto funcionamiento.

Las instalaciones que requieran anticongelante deben incluir un sistema que permita el relleno manual del mismo.

5.9. SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema del funcionamiento de bombas.

El rango de temperatura ambiente de funcionamiento del sistema de control estará, como mínimo, entre -10 °C y 50 °C.

Los sensores de temperaturas soportarán las máximas temperaturas previstas en el lugar en que se ubiquen. Deberán soportar sin alteraciones de más de 1 °C, las siguientes temperaturas en función de la aplicación:

- A.C.S. y calefacción por suelo radiante y "fan-coil": 100 °C
- Refrigeración/calefacción: 140 °C
- Usos industriales: función de la temperatura de uso

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la misma. Para conseguirlo en el caso de las de inmersión, se instalarán en contracorriente con el fluido. Los sensores de temperatura deberán estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica

Fdo. Mikel Sánchez Bacaicoa

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN BAJA TENSIÓN, Y DE
CALEFACCIÓN PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS
CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA
PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).”

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Alumno: Mikel Sánchez Bacaicoa

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011

PRESUPUESTO

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I: Instalación Eléctrica	4
1.1. Acometida	4
1.1.1. Acometida	4
1.2. Instalación de Enlace	5
1.2.1. Caja General de Protección	5
1.2.2. Línea General de Alimentación	5
1.2.3. Centralizaciones de Contadores	6
1.2.4. Derivaciones Individuales	7
1.2.5. Resumen Instalación de Enlace	8
1.3. Protecciones y Cuadros Eléctricos	9
1.3.1. Viviendas	9
1.3.2. Servicios Generales	9
1.3.3. Garajes	10
1.3.4. RITI.....	11
1.3.5. RITS.....	12
1.3.6. Resumen: Protecciones y Cuadros Generales.....	13
1.4. Conductores, tubos y canalizaciones interiores	15
1.4.1. Conductores, tubos y canalizaciones interiores	15
1.5. Puesta a tierra	17
1.5.1. Puesta a tierra.....	17
1.6. Alumbrado.....	18
1.6.1. Alumbrado iluminación interior	18
1.6.2. Alumbrado de emergencia.....	19
1.6.3. Resumen: Alumbrado interior y de emergencia	19
1.7. Tomas y elementos varios	20
1.7.1. Tomas y elementos varios	20
1.8. Resumen: Instalación Eléctrica	22
2. CAPÍTULO II: Instalación de Calefacción	23
2.1. Emisores.....	23
2.2. Red de distribución.....	24

2.3. Caldera.....	25
2.4. Chimenea	26
2.5. Sistema de Regulación y Control.....	27
2.6. Resumen: Instalación de Calefacción	28
3. CAPÍTULO III: Equipo de Seguridad y Salud	29
4. Resumen presupuesto total de la instalación.....	30

1. CAPÍTULO I: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.1. ACOMETIDA

1.1.1. ACOMETIDA

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.1.1.1	Metros de conductor RV-K 0,6/1 kV Al de 95 mm ² , Flexible General Electric.	15	3,772	56,58
1.1.1.2	Metros de conductor RV-K 0,6/1 kV Al 50 mm ² , Flexible General Electric.	5	2,264	11,32
1.1.1.3	Metros de tubo doble capa XLPE de 180 mm de diámetro, EMA	5	7,71	38,55
1.1.1.4	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	8	45	360
1.1.1.5	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			150,00
TOTAL				616,45

1.2. INSTALACIÓN DE ENLACE

1.2.1. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.2.1.1	C.G.P URIARTE (1-1) GL-250A-7-BUC Intensidad 250A. Seccionable en carga (fusible NH tamaño 1)	1	343,98	343,98
1.2.1.2	Puerta Metálica URIARTE PU-MET-100X1220	1	37,56	37,56
1.2.1.3	Bombin Inoxidable URIARTE B-ID-NORTE SPAIN	1	17,11	17,11
1.2.1.4	Mano de obra de Oficial electricista	4	45	180
1.2.1.5	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			150,00
SUBTOTAL				728,65

1.2.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.2.2.1	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K (AS) 0,6/1Kv Cu 1x95 mm ² , Flexible General Electric.	96	32,853	3153,89
1.2.2.2	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K (AS) 0,6/1Kv Cu 1x50 mm ² , Flexible General Electric.	32	18,070	578,24
1.2.2.3	Metros de tubo mono capa canalizaciones de 140 mm de diámetro. Pensa	32	5,49	175,68

1.2.2.4	Terminales de conexión,	4	7,75	31
1.2.2.5	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	12	45	540
1.2.2.6	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			150,00
SUBTOTAL				4628,81

1.2.3. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.2.3.1	PMI-12-E URIARTE Panel para 12 contadores Monof. Electrónicos. 480x1759x195mm	1	1067,92	1067,92
1.2.3.2	PLI-2-E-BP Panel 2 cont. Electrónico trifásico con bloque de bornes. 580x1454x195mm	1	1140,07	1140,07
1.2.3.4	IDT-250A Interruptor de corte en carga de 250 A. 360x360	1	308,40	308,40
1.2.3.5	TC-04-ct Tapa ciega para cierre lateral	1	9,73	9,73
1.2.3.6	CST-50 Caja de seccionamiento a tierra cable hasta 50 mm ² .	1	59,99	59,99
1.2.3.7	TRP-250 Tapa de registro para la toma de tierra polyester	1	16,05	16,05
1.2.3.8	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	9	45	405
1.2.3.9	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			150,00
SUBTOTAL				3157,16

1.2.4. DERIVACIONES INDIVIDUALES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.2.4.1	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI D.I. RZ1-K (AS) 0,6/1Kv Cu 3G10+1x1,5mm ² , Flexible General Electric.	49	17,920	878,08
1.2.4.2	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K (AS) 0,6/1Kv Cu 1x16mm ² , Flexible General Electric.	721	6,332	4565,37
1.2.4.3	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K (AS) 0,6/1Kv Cu 1x10mm ² , Flexible General Electric.	344	4,582	1576,21
1.2.4.4	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K (AS) 0,6/1Kv Cu 1x6mm ² , Flexible General Electric.	160	2,924	467,84
1.2.4.5	Metros de tubo HFX Ligero Gris de 32mm de diámetro, Pensa	405	2,37	959,85
1.2.4.6	Registro intermedio D.I precintada, Schneider 700x700mm	1	22,63	22,63
1.2.4.7	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	24	45	1080
1.2.4.8	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			150,00
SUBTOTAL				9699,98

1.2.5. RESUMEN: INSTALACIÓN DE ENLACE

Presupuesto Capítulo II	Importe (€)
Cajas Generales de Protección	728,65
Centralizaciones de Contadores	4628,81
Líneas Generales de Alimentación	3157,16
Derivaciones Individuales	9699,98
TOTAL	18214,60

1.3. PROTECCIONES Y CUADROS ELÉCTRICOS

1.3.1. VIVIENDAS

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.3.1.1	Cajas de abonado Pragma Basic, Schneider Plena para ICP32+18 mod	11	6,87	75,57
1.3.1.2	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider C60N ICP-M 25A 2P 6kA	11	57,23	629,53
1.3.1.3	Interruptor Diferencial residencial , Schneider ID 40A 2P 30mA	11	57,23	629,53
1.3.1.4	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider K60N 25A 1P+N 6kA C	11	18,27	200,97
1.3.1.5	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider K60N 16A 1P+N 6kA C	44	17,42	766,48
1.3.1.6	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider K60N 10A 1P+N 6kA C	22	17,11	376,42
1.3.1.7	Mano de obra de Oficial electricista	8	45	360
1.3.1.8	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			150
SUBTOTAL				3188,50

1.3.2. SERVICIOS GENERALES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.3.2.1	Cuadro exterior Cofrets Kaedra con pasillo lateral Schneider 48 mod + Toma auxiliar	1	98,57	98,57
1.3.2.2	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider	1	121,53	121,53

	C60H 25A 4P 10kA C			
1.3.2.3	Interruptor Diferencial, Schneider ID 40A 2P 30mA	4	143,06	572,24
1.3.2.4	Interruptor Diferencial, Schneider ID 40A 4P 300mA	1	224,98	224,98
1.3.2.5	Interruptor Diferencial, Schneider ID 40A 2P 300mA	1	139,30	139,30
1.3.2.6	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider C60H 20A 4P 10kA C	1	119,29	119,29
1.3.2.7	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 20A 1P+N 10kA C	1	41,65	41,65
1.3.2.8	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 16A 1P+N 10kA C	1	40,42	40,42
1.3.2.9	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 10A 1P+N 10kA C	7	39,75	278,25
1.3.2.10	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN N 6A 1P+N 10kA C	3	43,28	129,84
1.3.2.11	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	4	45	180
1.3.2.12	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			500
SUBTOTAL				2446,07

1.3.3. GARAJES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.3.3.1	Cuadro Superficie PRAGMA 48 – Schneider (Incluye bornes de conexión con soportes)	1	196,68	196,68

1.3.3.2	Puerta cuadro empotrable PRAGMA 96 - Schneider (Incluye bisagras, maneta y tornillería)	1	65,98	65,98
1.3.3.3	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider C60N ICP-M 20A 4P 6kA	1	134,85	135,84
1.3.3.4	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider C60N 20A 4P 6kA C	1	106,82	106,82
1.3.3.5	Interruptor Diferencial, Schneider ID 40A 2P 30mA	5	143,06	715,3
1.3.3.6	Interruptor Diferencial, Schneider ID 40A 2P 300mA	1	139,30	139,30
1.3.3.7	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN 16A 1P+N 6kA C	3	36,95	110,85
1.3.3.8	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN 10A 1P+N 6kA C	8	36,26	290,08
1.3.3.9	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN 6A 1P+N 6kA C	3	39,00	117,00
1.3.3.10	Mano de obra de Oficial electricista	4	45	180
1.3.3.11	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			100
SUBTOTAL				2157,85

1.3.4. RITI

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.3.4.1	Cuadro Superficie PRAGMA 48 – Schneider (Incluye bornes de conexión con soportes)	1	196,68	196,68
1.3.4.2	Puerta cuadro empotrable PRAGMA 96 - Schneider	1	65,98	65,98

	(Incluye bisagras, maneta y tornillería)			
1.3.4.3	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider C60N ICP-M 20A 2P 6kA	1	56,11	56,11
1.3.4.4	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider C60N 20A 2P 6kA C	1	50,21	50,21
1.3.4.5	Interruptor Diferencial, Schneider ID 40A 2P 30mA	1	143,06	143,06
1.3.4.6	Interruptor Diferencial, Schneider ID 40A 2P 300mA	1	139,30	139,30
1.3.4.7	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN 16A 1P+N 6kA C	1	36,95	36,95
1.3.4.8	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN 10A 1P+N 6kA C	2	36,26	72,52
1.3.4.9	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN 6A 1P+N 6kA C	1	39,00	39,00
1.3.4.10	Mano de obra de Oficial electricista	4	45	180
1.3.4.11	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			100
SUBTOTAL				1079,81

1.3.5. RITS

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.3.5.1	Cuadro Superficie PRAGMA 48 – Schneider (Incluye bornes de conexión con soportes)	1	196,68	196,68
1.3.5.2	Puerta cuadro empotrable PRAGMA 96 - Schneider (Incluye bisagras, maneta y	1	65,98	65,98

	tornillería)			
1.3.5.3	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider C60N ICP-M 16A 2P 6kA	1	54,60	54,60
1.3.5.4	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider C60N 16A 2P 6kA C	1	49,69	49,69
1.3.5.5	Interruptor Diferencial, Schneider ID 40A 2P 30mA	2	143,06	286,12
1.3.5.6	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN 10A 1P+N 6kA C	2	36,26	72,52
1.3.5.7	Interruptor automático magnetotérmico, Schneider iDPN 6A 1P+N 6kA C	1	39,00	39,00
1.3.5.8	Mano de obra de Oficial electricista	4	45	180
1.3.5.9	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			100
SUBTOTAL				1044,59

1.3.6. RESUMEN: PROTECCIONES Y CUADROS GENERALES

Presupuesto Capítulo III	Importe (€)
Viviendas	3188,50
Servicios Generales	2246,07
Garajes	2157,85

RITI	1079,81
RITS	1044,59
TOTAL	9716,82

1.4. CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES INTERIORES

1.4.1. CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES INTERIORES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.4.1.1	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K (AS) 0,6/1Kv Cu 1x6mm ² , Flexible General Electric.	173	0,81	140,13
1.4.1.2	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K (AS) 0,6/1Kv Cu 1x4mm ² , Flexible General Electric.	450	0,67	301,50
1.4.1.3	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K (AS) 0,6/1Kv Cu 1x2,5mm ² , Flexible General Electric.	2084	0,51	1115,88
1.4.1.4	Metros de conductor EXZHELLENT – XXI RZ1-K (AS) 0,6/1Kv Cu 1x1,5mm ² , Flexible General Electric.	1960	0,38	744,80
1.4.1.5	Metros de tubo HFXP Estandar negro de 20mm de diámetro, Pemsa	74	1,61	119,14
1.4.1.6	Metros de tubo HFXP Estandar negro de 16mm de diámetro, Pemsa	349	1,32	460,68
1.4.1.7	Metros de tubo rígido gris Estándar de 20mm de diámetro, Pemsa	63	2,73	171,99
1.4.1.8	Metros de tubo rígido gris Estandar de 16mm de diámetro, Pemsa	782	2,31	873,18
1.4.1.9	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	150	45	6750
1.4.1.10	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			500

SUBTOTAL	11177,30
-----------------	-----------------

1.5. PUESTA A TIERRA**1.5.1. PUESTA A TIERRA**

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.5.1.1	Pica de tierra de acero y recubierta de cobre, de 2 m de longitud y 20 mm de diámetro, de la marca Klk. Ref. 20NU183	4	19,29	77,16
1.5.1.2	Arqueta de hierro fundido para pica. Marca Klk. Ref. AC-M 200 FE.	4	27,36	109,44
1.5.1.3	Grapa para la conexión de picas, de aleación de cobre, de la marca Klk. Ref. KU-1625 Ix. (Incluye tornillería de acero inoxidable).	4	5,93	23,72
1.5.1.4	Punto de puesta a tierra, de la marca Klk. Ref. PT-4. (Incluye tornillería de acero inoxidable).	2	14,52	29,04
1.5.1.5	Kits de soldadura aluminotérmica.	13	7,36	95,68
1.5.1.6	Conductor desnudo de cobre, 35mm ² General Cable	95	8,26	784,70
1.5.1.7	Terminales, de la marca Klk. Ref. TK 150 T. (Incluye tornillería de acero inoxidable)	4	4,95	19,80
1.5.1.8	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	16	45	720
1.5.1.9	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			120,00
SUBTOTAL				1979,54

1.6. ALUMBRADO**1.6.1. ALUMBRADO ILUMINACIÓN INTERIOR**

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.6.1.1	Philips Downlight FBS120 2xPL-C/2P18W/840 I 230V P W2) (Lámparas incluidas)	35	89,00	3115
1.6.1.2	Philips Indolight TBS315 2xTL5-35W/840 HFP C6 PI FL (Lámparas incluidas)	5	163,00	815
1.6.1.3	Philips TCS165 2xTL5- 35W HFP C3 (Lámparas incluidas)	6	78,00	468
1.6.1.4	Philips X-tendolight TCS398 2xTL5-35W/840 HFP H1L C6 FL (Lámparas incluidas)	11	220,00	2420
1.6.1.5	Philips Gondola FWG200 1xPL-C/2P18W I WH (Lámparas incluidas)	21	67,00	1407
1.6.1.6	Casquillo Philips E27 Potencia máxima 100W (Incluye tapa posterior)	212	0,29	61,48
1.6.1.7	Lámpara incandescente Philips E27 40W	223	0,48	107,04
1.6.1.8	Portalámparas de porcelana para puntos de luz en interior trasteros	11	0,40	4,40
1.6.1.9	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	40	45	1800
1.6.1.10	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			100
SUBTOTAL				10297,92

1.6.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.6.2.1	Luminaria de emergencia Legrand: C3 61512 6W – 160 lm	46	39,78	1829,88
1.6.2.2	Pegatinas Señalización (Flechas, Salida-Exit- Irteera)	46	0,45	20,70
1.6.2.3	Soporte Legrand para techos (escayola o Falso techo)	7	4,52	31,64
1.6.2.4	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	8	45	360
1.6.2.5	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			30
SUBTOTAL				2272,22

1.6.3. RESUMEN: ALUMBRADO INTERIOR Y DE EMERGENCIA

Presupuesto Capítulo VI	Importe (€)
Alumbrado Iluminación interior	10297,92
Alumbrado de emergencia	2272,22
TOTAL	12570,14

1.7. TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS

1.7.1. TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.7.1.1	Mecanismo Interruptor 10A Eunea – Gama Polar Basic	135	3,00	405
1.7.1.2	Mecanismo Conmutador 10A Eunea – Gama Polar Basic	96	3,59	344,64
1.7.1.3	Mecanismo Cruzamiento 10A Eunea – Gama Polar Basic	40	8,77	350,80
1.7.1.4	Mecanismo Pulsador 10A Símbolo timbre con piloto de localización nocturno Eunea – Gama Polar Basic	38	9,65	366,70
1.7.1.5	Toma de corriente monofásica bipolar con TT lateral 16A – 250V con protección infantil Eunea – Gama Polar Basic	340	3,76	1278,40
1.7.1.6	Toma de corriente monofásica bipolar con TT lateral 25A – 250V con protección infantil Eunea – Gama Polar Basic	20	5,11	102,20
1.7.1.7	Zumbador monofásico 250V Eunea – Gama Polar Basic	11	4,43	48,73
1.7.1.8	Marco embellecedor 1 1 elemento Eunea – Gama Polar Basic	579	1,51	874,29
1.7.1.9	Marco embellecedor 1 2 elementos Eunea – Gama Polar Basic	45	3,03	136,35
1.7.1.10	Marco embellecedor 1 3 elementos Eunea – Gama Polar Basic	11	4,86	53,46
1.7.1.11	Caja de Empotrar	691	0,16	110,56
1.7.1.12	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	40	45	1800
1.7.1.13	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			300

SUBTOTAL	6171,13
-----------------	---------

1.8. RESUMEN: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Presupuesto	Importe (€)
Acometida	616,45
Instalación de Enlace	18214,60
Protecciones y Cuadros Eléctricos	9716,82
Conductores, tubos y canalizaciones interiores	11177,30
Puesta a Tierra	1979,54
Alumbrado	12570,14
Tomas y Elementos Varios	6171,13
TOTAL	60445,98

2. CAPÍTULO II: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

2.1. EMISORES

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.1.1	Radiador de aluminio Roca DUBAL 30	657	14,2	9329,40
2.1.2	Soportes para radiador	206	0,7	144,20
2.1.3	Válvula ½” GIACOMINI R421TG Cromada	103	5,3	545,90
2.1.4	Detentor ½” GIACOMINI R15TG Cromada	103	5,21	536,63
2.1.5	Adaptador de cobre GIACOMINI R178	206	1,35	278,10
2.1.6	Purgador manual de radiador metálico 1/8”	103	0,55	56,65
2.1.7	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	52	45	2340
2.1.8	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			150,00
SUBTOTAL				13380,88

2.2. RED DE DISTRIBUCIÓN

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.2.1	Llave metálica LLAVIN CH	11	0,1	1,10
2.2.2	Tubería de cobre de 8 mm de diámetro	93,46	1,42	132,71
2.2.3	Tubería de cobre de 6 mm de diámetro	874,94	1,16	1014,93
2.2.4	Codo 90° de cobre de 8 mm de diámetro	54	1,97	106,38
2.2.5	Codo 90° de cobre de 6 mm de diámetro	254	2,12	538,48
2.2.6	Codo 45° de cobre de 8 mm de diámetro	10	1,88	18,80
2.2.7	Codo 45° de cobre de 6 mm de diámetro	234	2,07	484,38
2.2.8	Te de cobre de 8 mm de diámetro	22	1,98	43,56
2.2.9	Te de cobre de 6 mm de diámetro	184	2,20	404,80
2.2.10	Barra de distribución de circuito de calefacción Solvis VB-2	22	355,23	7815,06
2.2.11	Racor de salto completo 85 Cu de 6 mm de diámetro	22	3,45	75,90
2.2.12	Aislamiento (tuberías) de caucho sintético expandido de color negro para tuberías de agua caliente. 20mm espesor para 6-8mm de diámetro Temperatura de trabajo: -5°C + 100 °C	968,40	2,59	2508,16
2.2.13	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	96	45	4320
2.2.14	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			150,00
SUBTOTAL				17614,26

2.3. CALDERA

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.3.1	Caldera mural mixta estanca ROCA Laura 35/35F	9	1933	17397,00
2.3.2	Caldera mural mixta estanca ROCA Laura 20/20F	2	1703	3406,00
2.3.3	Contador GAS NATURAL G6	11	123,47	1358,17
2.3.4	Llave corte de caldera	11	4,21	46,31
2.3.5	Vaso de expansión de 5 litros ELBI P/N GER5	11	31,32	344,52
2.3.6	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	8	45	360
2.3.7	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			150,00
SUBTOTAL				23062,00

2.4. CHIMENEA

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.4.1	Tubo de 250 mm de diámetro BAYONETA 0,6 mm	155,5	18,75	2915,62
2.4.2	Codo de 45° WESTERFIX 250	11	17,2	189,20
2.4.3	Aislante cubretubería 2 ½"x30mm	155,5	11,37	13768,03
2.4.5	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	4	45	180
2.4.6	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			150,00
SUBTOTAL				17202,85

2.5. SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
2.5.1	Controlador de calefacción Siemens RVP 350	11	852,33	9375,63
2.5.2	Sonda exterior Siemens QAC 22	11	32,9	361,90
2.5.3	Sonda de temperatura de contacto Siemens QAD 22	11	39,3	432,30
2.5.4	Sonda de ambiente Siemens QAW 70	11	2	536,63
2.5.5	Bomba de circulación DAB VA 25/130 EVO	11	130	1430,00
2.5.6	Válvula de 3 vías Siemens VXG 44.15-4	11	109,04	1199,44
2.5.7	Válvula de vaciado Siemens VXP 47	11	32,07	352,77
2.5.8	Mano de obra de Oficial electricista y ayudante	40	45	1800
2.5.9	Material aleatorio de la instalación y medios auxiliares.			150,00
SUBTOTAL				15638,67

2.6. RESUMEN: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Presupuesto Capítulo III	Importe (€)
Emisores	13380,88
Red de distribución	17614,26
Caldera	23062,00
Chimenea	17202,85
Sistema de regulación y control	15638,67
TOTAL	86898,66

3. CAPÍTULO III: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

Nº de orden	Concepto/Referencia	Cantidad	Precio Unitario (€)	Importe (€)
3.1.1	Casco	2	16,25	32,50
3.1.2	Calzado de seguridad	2	18,47	36,94
3.1.3	Indumentaria completa	2	53,5	107
3.1.4	Gafas de seguridad	2	6,18	12,36
3.1.5	Tapones	16	1,00	16
3.1.6	Guantes aislantes	4	3,50	14
3.1.7	Arnés de seguridad, cuerdas y elementos varios	2	52,50	105
3.1.8	Extintor de polvo químico ABC de eficacia 34 ^a /233B, de 6kg.	1	40	40
3.1.9	Placa de señalización "Riesgo eléctrico" en PVC serigrafiado de 50x30 cm.	1	12,5	12,50
3.1.10	Señal de seguridad triangular de 70 cm, normalizada.	1	16	16
3.1.11	Curso de Formación para P.R.L en edificios de viviendas (A.I.N) 8h	2	59,26	118,52
SUBTOTAL				508,82

4. RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN

Capítulo I	60445,98 €
Capítulo II.....	86.898,66 €
Capítulo III.....	508,82 €
Presupuesto de ejecución material	147.853,46 €
Gastos generales (5%)	7.392,67 €
Beneficio industrial (5%).....	7.392,67 €
Presupuesto de ejecución por contrata	162.638,81 €
<p>El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de ciento sesenta y cinco mil doscientos diez euros con setenta y tres céntimos.</p>	
I.V.A. (18%)	29.274,98 €
Presupuesto total.....	191.913,79 €

El presupuesto total asciende a la cantidad de ciento noventa y cuatro mil novecientos cuarenta y ocho euros con sesenta y seis céntimos.

Honorarios proyectista	8.871,21 €
Honorarios dirección de obra	8.871,21 €

PRESUPUESTO TOTAL FINAL **209.656.21 €**

El presupuesto total final asciende a la cantidad de doscientos nueve mil seiscientos cincuenta y seis euros con veintiún céntimos.

Fdo. Mikel Sánchez Bacaicoa

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN BAJA TENSIÓN, Y DE
CALEFACCIÓN PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS
CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA
PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).”

DOCUMENTO 6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Alumno: Mikel Sánchez Bacaicoa

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1. Objeto del estudio	3
2. Autor del estudio básico de seguridad y salud	3
3. Datos de la obra	3
4. Descripción del emplazamiento de obra	4
5. Protecciones colectivas	5
5.1. Generales	5
5.2. Colectivas particulares a cada fase de obra	9
6. Identificación de riesgos	14
6.1. Riesgos laborales evitables completamente.....	14
6.2. Riesgos laborales no evitables completamente.....	14
6.3. Equipos de protección individual para trabajos en tensión (En B.T.)	19
7. Riesgos laborales específicos de esta obra	24
7.1. Fase de la obra de instalación eléctrica de B.T, alumbrado de emergencia	24
7.2. Fase de pruebas y puesta en servicio de la instalación	25
7.3. Protección contra contactos eléctricos.....	26
8. Primeros auxilios	27
9. Normativa aplicable.....	28

1. OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 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.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Así mismo, este estudio de Seguridad y Salud pretende:

- Dar cumplimiento a la Ley de prevención de riesgos laborales en lo referente a la obligación de un empresario titular de un Centro de Trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.
- Recordar a las diferentes partes, promotor, contratista, etc., de sus obligaciones en materia de seguridad, comunicar a los diferentes organismos la existencia de esta obra, obtener las licencias necesarias, etc.

Basándose en este Estudio Básico de Seguridad, se elaborará un Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

2. AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El autor del presente estudio básico de seguridad y salud es:

Mikel Sánchez Bacaicoa
Avda. Rascacielos 4, 3ºA
31010 Barañain (Navarra)

3. DATOS DE OBRA

PROYECTO DE REFERENCIA:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN BAJA TENSION, Y DE CALEFACCIÓN PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS CON GARAJES Y TRASTEROS

COMUNITARIOS EN LA PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).”

EMPLAZAMIENTO:

Parcela 5.B.1. PLAN PARCIAL EZKABA. PAMPLONA (NAVARRA).
Dirección postal, C/ CRUZ ROJA S/N.

Nº DE TRABAJADORES PREVISTOS SIMULTÁNEAMENTE:

2 trabajadores

PLAZO DE EJECUCIÓN TOTAL APROXIMADO:

2 - 3 meses.

INFRAESTRUCTURAS:

Se dispone de acceso rodado, abastecimiento de agua, saneamiento, etc.

4. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE OBRA

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Acceso a la obra	Los propios del local
Edificaciones colindantes	En parcela 5.b.2.
Suministro de energía eléctrica	Acometida individual
Suministro de agua	Acometida individual
Sistema de saneamiento	Colectivo
Servidumbres y condicionantes	Saneamientos
OBSERVACIONES:	

El contratista acreditará ante la Dirección de obra la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios.

Así mismo la Dirección comprobará que existe un plan de emergencia para atención de personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales precisos. La dirección y teléfono deberán estar visibles en lugar estratégico.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan, informando a los operarios claramente de las maniobras a realizar, los

posibles riesgos y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta, deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

5. PROTECCIONES COLECTIVAS

5.1. GENERALES

SEÑALIZACIÓN:

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Tipos de señales:

a) En forma de panel:

Señales de advertencia:	
Forma:	Triangular
Color de fondo:	Amarillo
Color de contraste:	Negro
Color de símbolo:	Negro

Señales de prohibición:	
Forma:	Redonda
Color de fondo:	Blanco
Color de contraste:	Rojo
Color de símbolo:	Negro

Señales de obligación:	
Forma:	Redonda
Color de fondo:	Azul

Color de símbolo:	Blanco
-------------------	--------

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:	
Forma:	Rectangular o cuadrada
Color de fondo:	Rojo
Color de símbolo:	Blanco

Señales de salvamento de socorro:	
Forma:	Rectangular o cuadrada
Color de fondo:	Verde
Color de símbolo:	Blanco

b) Cinta de señalización:

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

c) Cinta de delimitación de zona de trabajo:

Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

PROTECCIÓN DE PERSONAS EN INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por instalador autorizado.

En aplicaciones de lo indicado en el apartado 3º del Anexo IV al R.D. 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las dos siguientes condiciones.

- Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y
 Estudio básico de seguridad y salud

antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 80Ω . Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: $3,3 + \text{Tensión (en KV)} / 100$ (ante el desconocimiento del voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5 m).

SEÑALES ÓPTICO – ACÚSTICAS DE VEHÍCULOS DE OBRA.

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberá permitir su correcta identificación, Anexo IV del R.D. 485/97 de 14/4/97.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás, Anexo I del R.D. 1215/97 de 18/7/97.
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas, destellantes, etc.).

APARATOS ELEVADORES.

Deberán ajustarse a su normativa específica, pero en cualquier caso, deberán satisfacer igualmente las condiciones siguientes (art. 6C del Anexo IV del R.D. 1627/97):

- Todos sus accesorios serán de buen diseño y construcción, teniendo resistencia adecuada para el uso al que estén destinados.
- Instalarse y usarse correctamente.

- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido formación adecuada.
- Presentarán, de forma visible, indicación sobre la carga máxima que puedan soportar.
- No podrán utilizarse para fines deferentes de aquellos a los que estén destinados.

Durante la utilización de los mencionados aparatos elevadores, en aras a garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, deberán comprobarse los siguientes sistemas preventivos:

- Seguridad de carga máxima:

Es el sistema de protección que impide trabajar con cargas superiores a las máximas admitidas por el cables de elevación, es decir, por la carga nominal del pié de flecha.

Normalmente van montadas en pié de flecha o contraflecha y están formados por arandelas tipo “Schneider”, accionadas por el tiro del cable de elevación. Al deformarse las arandelas, accionan un microrruptor que impide la elevación de la carga y en algunos modelos, también que el carro se traslade hacia delante.

Se regulan de forma que con la carga nominal no corten y lo hagan netamente, al sobrepasar esta carga nominal como máximo en un 10 %.

- Seguridad de final de recorrido de gancho de elevación:

Consiste en dos microrruptores, que impiden la elevación del gancho cuando éste se encuentra en las cercanías del carro y el descenso del mismo por debajo de la cota elegida como inferior (cota cero). De ésta forma, se impiden las falsas maniobras de choque del gancho contra el carro y el aflojamiento del cable de elevación por posar el gancho en el suelo.

Normas de carácter general, en el uso de aparatos elevadores:

- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Las eslingas llevarán estampilladas en los casquillos prensados la identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.

- De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- En las fases de transporte y colocación de los encofrados, en ningún momento los operarios estarán debajo de la cadena suspendida. La carga deberá estar bien repartida y las eslingas o cadenas que la sujetan deberán tener argollas o ganchos con pestillo de seguridad. Deberá tenerse en cuenta lo indicado en el apartado 3 del Anexo II del R.D. 1215/97 de 18/7/97.
- El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera, frenos y velocidades, así como de los licitadores de giro, si los tuviera.
- Si durante el funcionamiento de la grúa se observara que los comandos de la grúa no se corresponden con los movimientos de la misma, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección técnica de la obra o al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.
- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas.
- No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo.

5.2. COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA

PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS U OBJETOS

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24/10/97 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

PASARELAS:

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizará mediante pasarelas. Será preferiblemente prefabricada de metal, o en su defecto realizada “in situ”, de una anchura mínima de 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria. La plataforma será capaz de resistir 300 Kg de peso y estará dotada de guirnaldas de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.

ESCALERAS PORTÁTILES:

Estudio básico de seguridad y salud

Página 9 de 30

Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que esté destinada y se asegurará la estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas.

ACCESOS Y ZONAS DE PASO DEL PERSONAL, ORDEN Y LIMPIEZA

Las aperturas de huecos horizontales sobre los forjados, deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo “seta” o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos originados por los trabajos, se realizará mediante pasarelas.

ESLINGAS DE CADENA.

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5 % de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

ESLINGA DE CABLE.

A la carga nominal máxima se aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar, las gazas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces del diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

CABINA DE LA MAQUINARIA DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

Todas estas máquinas deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, pero en cualquier caso deberán satisfacer las condiciones siguientes (apartado 7C del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97):

- Estar bien diseñados y contruidos, teniendo en cuenta los principios ergonómicos.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse correctamente.
- Los conductores han de recibir formación especial.
- Adoptarse las medidas oportunas para evitar su caída en excavaciones o en el agua.

Cuando sea necesario, las máquinas dispondrán de cabina o pórtico de seguridad resguardando el habitáculo del operador, dotada de perfecta visión frontal y lateral, estando provista permanentemente de cristales o rejillas irrompibles, para protegerse de la caída de materiales. Además dispondrán de una puerta a cada lado.

CONDICIONES GENERALES EN TRABAJOS DE EXCAVACIÓN Y ATALUZADO.

Los trabajos con riesgos de sepultamiento o hundimiento son considerados especiales por el R.D. 1627/97 (Anexo II) y por ello debe constar en este Estudio de Seguridad y Salud el catálogo de medidas preventivas específicas:

TOPES PARA VEHÍCULOS EN EL PERÍMETRO DE LA EXCAVACIÓN.

Se dispondrá de los mismos a fin de evitar la caída de los vehículos al interior de las zanjas o por las laderas.

ATALUZADO DE LAS PAREDES DE EXCAVACIÓN.

Como criterio general se podrán seguir las siguientes directrices en la realización de taludes con bermas horizontales por cada 1,50 metros de profundidad y con la siguiente inclinación.

- Roca dura 80°.
- Arena fina o arcillosa 20°.

La inclinación del talud se ajustará a los cálculos de la Dirección Facultativa de la obra, salvo cambio de criterio avalado por Documentación Técnica complementaria.

El aumento de la inclinación y el drenado de las aguas que puedan afectar a la estabilidad del talud y a las capas de superficie del mismo, garantizan su comportamiento.

Se evitará, a toda costa, amontonar productos procedentes de la excavación, en los bordes de los taludes ya que, además de la sobrecarga que puedan representar, pueden llegar a embalsar aguas originando filtraciones que pueden arruinar el talud.

En taludes de alturas de más de 1,50 metros se deberán colocar bermas horizontales de 50 o 80 centímetros de ancho, para la vigilancia y alojar las conducciones provisionales o definitivas de la obra.

La colocación del talud debe tratarse como una berma, dejando expedito el paso o incluso disponiendo tableros de madera para facilitarlos.

En taludes de grandes dimensiones, se habrá previsto en proyecto la realización en su base, de cuentones relleno de grava suelta o canto de río de diámetro homogéneo, para retención de rebotes de materiales desprendidos, o alternativamente si, por cuestión del espacio disponible, no pudieran realizarse aquellos, se apantallará la parábola teórica de los rebotes o se dispondrá un túnel isostático de defensa.

BARANDILLAS DE PROTECCIÓN.

En huecos verticales de coronación de taludes, con riesgo de caída de personas u objetos desde alturas superiores a 2 metros, se dispondrán barandillas de seguridad completas empotradas sobre el terreno, constituidas por balaustre vertical homologado o certificado por el fabricante respecto a su idoneidad en las condiciones de utilización por él descritas, pasamanos superior situado a 90 centímetros sobre el nivel del suelo, barra horizontal o listón intermedio (subsidiariamente barrotes verticales o mallazo con una separación máxima de 15 centímetros) y rodapié o plinto de 20 centímetros sobre el nivel del suelo, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí, y de resistencia suficiente.

Los taludes de más de 1,50 metros de profundidad, estarán provistos de escaleras preferentemente excavados en el terreno o prefabricadas portátiles, que comuniquen cada nivel inferior con la berma superior, disponiendo una escalera por cada 30 metros de talud abierto o fracción de este valor.

Las bocas de los pozos y arquetas, deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima de 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnalda de iluminación nocturna.

El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de la coronación del talud igual o superior a la mitad de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia mínima al borde es de 50 centímetros.

El acopio y estabilidad de los elementos prefabricados deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para la puesta en obra de dichos elementos.

La madera a utilizar estará clasificada según usos y limpias de clavos, flejadas o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada. Altura máxima de la pila (sin tablonos estacados y arriostrados lateralmente): 1 metro.

CUERDA DE RETENIDA.

Utilizada para posicionar y dirigir manualmente el canal de derrame del hormigón, en su aproximación a la zona de vertido, constituida por poliamida de alta tenacidad, calabrotada de 12 milímetros de diámetro, como mínimo.

SIRGAS.

Sirgas de desplazamiento y anclaje del cinturón de seguridad.

Variables según los fabricantes y dispositivos de anclaje utilizados.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS, ORDEN Y LIMPIEZA.

Si las zanjas o pozos entran en contacto con zonas que albergan o transportan sustancias de origen orgánico o industrial, deberán adoptarse precauciones adicionales respecto a la presencia de residuos tóxico, combustibles, deflagrantes, explosivos o biológicos.

La evacuación rápida del personal interior de la excavación debe quedar garantizada por la retirada de objetos en el fondo de zanja, que puedan interrumpir el paso.

Las zanjas de más de 1,30 metros de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente de aluminio, que rebasen 1 metro sobre el nivel superior del corte, disponiendo una escalera por cada 15 metros de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar correctamente arriostrada transversalmente.

Las bocas de los pozos deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas, preferiblemente prefabricadas de metal o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima 1 metro, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de la excavación igual o superior de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia mínima al borde es de 50 centímetros.

El acopio y estabilidad de los escudos metálicos de entibación deberá estar previsto durante su fase de ensamblaje y reposo en superficie, así como las cunas, carteles o utillaje específico para este tipo de entibados.

La madera de entibar, estará clasificada según usos y limpias de clavos, flejadas o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada.

Altura máxima de la pila (tablones estacados y arriostrados lateralmente): 1 metro.

6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

6.1. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Derivados de la rotura de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas	Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables

6.2. RIESGOS LABORALES NO EVITABLES COMPLETAMENTE

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no puedan ser completamente evitables, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afecten a toda la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que puede subdividirse.

TODA LA OBRA	
RIESGOS	
Caídas de los operarios al mismo nivel	
Caídas de los operarios a distinto nivel	
Caídas de objetos sobre operarios	
Caídas de objetos sobre terceros	
Choques o golpes contra objetos	
Atrapamientos	
Fuertes vientos	
Trabajos en condiciones de humedad	
Contactos directos e indirectos	
Cuerpos extraños en los ojos	
Cortes y golpes con maquinaria	
sobreesfuerzos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO DE PROTECCIÓN
Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	Permanente
Orden y limpieza de los lugares de trabajo	Permanente
Recubrimiento o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de baja tensión	Permanente
Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	Permanente
No permanecer en el radio de acción de las máquinas	Permanente
Puestas a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	Permanente
Señalización de la obra (señales y carteles)	Permanente
Cintas de señalización y balizamiento a 10 metros de distancia	Alternativa al vallado
Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura ≥ 2 metros	Nulo
Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra	Nulo
Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes	Nulo
Extintor de polvo seco, de eficiencia 21 A-113 B	Permanente
Evacuación de escombros	Frecuente
Escaleras auxiliares	Ocasional
Información específica	Para riesgos concretos
Cursos y charlas de formación	Frecuente
Grúa parada y en posición veleta	Con viento fuerte
Grúa parada y en posición veleta	Final de cada jornada

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Cascos de seguridad	Permanente
Calzado protector	Permanente
Ropa y calzado de trabajo	Permanente
Ropa y calzado impermeable o de potencia	Con mal tiempo
Gafas de seguridad	Frecuente
Cinturones de protección del tronco	Ocasional
FASE: ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios	
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte	
Lesiones y cortes en manos	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales	
Incendios por almacenamientos de productos combustibles	
Golpes o cortes con herramientas	
Electrocuciones	
Proyecciones de particular al cortar materiales	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	
GRADO ADOPCIÓN	
Apuntalamientos	Permanente
Pasos o pasarelas	Permanente
Redes verticales	Permanente
Redes horizontales	Permanente
Plataforma de carga y descarga de material	Permanente
Barandilla rígida 0,9 metros de altura (con listón intermedio y rodapié)	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar trabajos superpuestos	Permanente
Bajantes de escombros adecuadamente sujetas	Permanente
Protección de huecos de entrada de material en planchas	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	
EMPLEO	
Gafas de seguridad	Frecuente
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente

Cinturones y arneses de seguridad	Frecuente
Mástiles y cables fiadores	Frecuente
FASE: ACABADOS	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío	
Caídas de materiales transportados	
Ambiente pulvígeno	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
Dermatitis por contacto con materiales	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
Inhalación por almacenamiento de productos combustibles	
Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Electrocución	
Atrapamientos con o entre herramientas	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES	
COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Andamios	Permanente
Plataformas de carga y descarga de material	Permanente
Barandillas	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas	Permanente
Evitar focos de inflamación	Permanente
Equipos autónomos de ventilación	Permanente
Almacenamiento correcto de los productos	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	
Gafas de seguridad	Ocasional
Guantes de cuero o goma	Frecuente
Botas de seguridad	Frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional
Equipos autónomos de respiración	Ocasional
FASE: INSTALACIONES	
RIESGOS	
Lesiones y cortes en manos y brazos	
Dermatitis por contacto con materiales	

Inhalación de sustancias tóxicas	
Quemaduras	
Golpes y aplastamiento de pies	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
Electrocuciones	
Contactos eléctricos directos e indirectos	
Ambiente pulvígeno	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	
GRADO ADOPCIÓN	
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	Permanente
Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes	Permanente
Protección del hueco del ascensor	Permanente
Plataforma provisional para ascensoristas	Permanente
Realizar conexiones eléctricas sin tensión	Permanente
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	
EMPLEO	
Gafas de seguridad	Permanente
Guantes de cuero o goma	Ocasional
Botas de seguridad	Ocasional
Cinturones y arneses de seguridad	Ocasional
Mástiles y cables fiadores	Ocasional
Mascarilla filtrante	Ocasional

Se concederá especial importancia a lo anteriormente indicado así como a las especificaciones que se indican a continuación:

- Se establecerán zonas de paso y acceso a la obra.
- Se señalizará y vallará el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Se señalizará la obligación de utilizar casco en el interior del recinto de la obra.
- Se señalizará convenientemente la necesidad de utilización de medidas de seguridad adicionales en toda la obra.
- Se controlará adecuadamente el proceso de la carga y descarga de camiones.
- Se utilizarán plataformas de trabajo homologadas y adecuadas.
- Se utilizarán andamios homologados y adecuados.
- Se evitará el paso de trabajadores bajo otros operarios.
- La utilización de los EPIs es de carácter obligatorio para todos los trabajadores.

6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA TRABAJOS EN TENSIÓN (EN B.T.)

EPI: casco aislante	
Riesgo contra los que protege	Protege el cráneo contra: <ul style="list-style-type: none"> - Choques, golpes, caídas. - Proyección de objetos. - Contactos eléctricos.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar la banda de entorno, al perímetro de la cabeza. - En trabajos a cierta altura usar el barbuquejo.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	Para trabajos que impliquen riesgo para la cabeza como: <ul style="list-style-type: none"> - Trabajos en instalaciones eléctricas de B.T., A.T. y maniobra. - Trabajos de almacenaje, carga y descarga. - Trabajos a diferentes alturas (líneas aéreas).
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado del casco y atalaje. - Comprobación del perfecto ajuste de banda barbuquejo. - Limpieza con agua jabonosa periódicamente. - Reposición de sus partes cuando sea necesario. - Sustitución siempre que haya habido un impacto violento.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - En ningún caso se desprenderá el casco en cualquier movimiento normal de la cabeza, tronco, etc. - Su vida útil máxima será de 10 años. - Es de uso personal. - Almacenamiento en lugar seco, ventilado y protegido de focos caloríficos, químicos, etc.



EPI: pantalla facial

Riesgo contra los que protege	Protege el rostro contra: <ul style="list-style-type: none"> - Proyección de partículas de metal fundido. - Elevada temperatura.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar el adaptador al casco. - Abatir el visor. - Utilizar gafas inactínicas (para evitar el deslumbramiento).
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - En aquellos trabajos que presenten riesgos de proyectar partículas de metal fundido. - En altas temperaturas.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado de la pantalla, adaptador y buen ajuste al casco. - Limpieza con agua jabonosa periódicamente y secado con paño seco.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - Usar a la vez gafas inactínicas para evitar deslumbramientos.



EPI: gafas inactínicas	
Riesgo contra los que protege	Protegen los ojos contra: <ul style="list-style-type: none"> - Deslumbramiento por cortocircuito.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar a la cara protegiendo los ojos.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - En aquellos trabajos en los que se realicen instalaciones que presenten riesgos de deslumbramiento por cortocircuito.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado. - Limpieza con agua jabonosa periódicamente y secado con paño seco. - Guardarlas en su funda.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - Es recomendable su utilización conjunta con la pantalla facial.



EPI: guantes aislantes	
Riesgo contra los que protege	Protegen las manos contra: <ul style="list-style-type: none"> - Contactos a tensión.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Usar la talla adecuada. - Comprobar su estanqueidad. - Nunca se utilizarán como único elemento de protección.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos en proximidad de instalaciones de B.T. en tensión. - Trabajos en instalaciones de B.T. en tensión. - Retirada o reposición de fusibles.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación de estanqueidad antes de cada trabajo. - Ensayo eléctrico en laboratorio cada 6 meses.
Comentarios	No se admitirán reparaciones. Habrán de ser legibles: <ul style="list-style-type: none"> - Tensión de utilización. - Fecha de fabricación. - Nombre del fabricante. - Homologación.



EPI: guantes ignífugos	
Riesgo contra los que protege	Protegen las manos contra: <ul style="list-style-type: none"> - La posible fusión del guante aislante de caucho al producirse un arco eléctrico.
Modo de empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Emplear debajo de los guantes aislantes.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajos en los que puede darse un arco eléctrico.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado. - Una vez utilizados guardar en bolsa.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - Estos guantes se usan siempre debajo del guante aislante de caucho.

	<ul style="list-style-type: none"> - Son de fibra retardante a la llama y resistente al calor. - Conductividad eléctrica muy baja.
--	--

EPI: guantes de protección mecánica	
Riesgo contra los que protege	- Protegen el guante aislante del caucho.
Modo de empleo	- Utilizar sobre los guantes aislantes de caucho.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	- Trabajos en instalaciones de B.T. cuando se realicen tareas donde puedan dañarse los guantes aislantes de caucho.
Verificación, conservación y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobación visual del buen estado. - Se conservarán limpios y secos.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> - Son guantes de poco grosor (piel de cabritilla). - En este caso no es necesario emplear los guantes ignífugos.



EPI: calzado de seguridad	
Riesgo contra los que protege	Protegen los pies contra: <ul style="list-style-type: none"> - Los riesgos mecánicos.
Modo de empleo	- Se colocarán debidamente sujeto al pie de forma que no haya posibilidad de holgura que facilite la penetración de cuerpos extraños.
Trabajos donde es obligatorio su empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Los de clase I (puntera de seguridad) en trabajos con riesgo de accidentes en los pies: carga, descarga, etc. - Los de clase II (plantilla de seguridad): cuando sólo haya objetos punzantes en el suelo. - Los de clase III (puntera y plantilla de seguridad): cuando coexistan los dos tipos de riesgos anteriores.
Verificación, conservación y mantenimiento.	- Verificación visual de que no presenta roturas, cortes, desgaste, etc.
Comentarios	- No se considera un elemento aislante en trabajos en tensión en B.T.



7. RIESGOS LABORALES ESPECÍFICOS DE ESTA OBRA

7.1. FASE DE LA OBRA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE B.T., ALUMBRADO DE EMERGENCIA

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Acopio de carga y descarga	Golpes, heridas. Caídas de objetos y atrapamientos	Mantenimiento de equipos Utilización de EPIs Adecuación de cargas Control de maniobras
Instalación de canalizaciones y detectores, luminarias y emergencias	Caídas de objetos desde altura Caídas de trabajadores desde altura Daños oculares Golpes, cortes, etc. Electrocución Sobre esfuerzos	Utilización de EPIs Orden y limpieza Utilización de plataformas y andamios homologados.(Obligatoria su utilización: trabajos a realizar por encima del nivel del suelo y que requieran esfuerzos, trabajos a realizar por encima de 5 metros de altura).(En todos estos casos no se pueden utilizar escaleras de mano) Utilización de EPIs Orden y limpieza Utilización de EPIs Adecuado mantenimiento de la maquinaria Maquinaria con todos los elementos de protección Adecuada puesta a tierra de las instalaciones Instalaciones eléctricas auxiliares ejecutadas por especialistas Adecuado mantenimiento de las instalaciones Utilización de EPIs Fajas lumbares

7.2. FASE DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Pruebas y puestas en servicio	Golpes, heridas, etc.	Mantenimiento de los equipos Utilización de EPIs
	Caídas de objetos	Cargas adecuadas Utilización de EPIs
	Atrapamientos	Control de maniobras Vigilancia continua Utilización de EPIs
	Caídas desde altura	Utilización de sistemas colectivos de protección y equipos adecuados Utilización de EPIs
	Electrocución	Utilización de EPIs Coordinación con empresa suministradora para enganches Reunión diaria y comunicación expresa a los operarios de los puntos con corriente Prohibición de trabajar en tensión
	Quemaduras o explosión por acumulación de gas	Coordinación con empresa suministradora para enganches Reunión diaria y comunicación expresa a los operarios de los puntos con gas Prohibición de realizar trabajos en tuberías con gas combustible Realización de las pruebas de presión, estanqueidad, etc., con aire comprimido o gas inerte

7.3. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS

ACTIVIDAD	RIESGO	ACTUACIÓN PREVISTA Y PROTECCIONES
Instalación en servicio	Contactos eléctricos indirectos	<p>Puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica asociada a un dispositivo diferencial</p> <p>El valor de la resistencia a tierra será tan bajo como sea posible, y como máximo igual o inferior al cociente de dividir la tensión de seguridad (Vs) que en locales secos será de 50 V y en los locales húmedos de 24 V, por la sensibilidad en amperios del diferencial (A).</p>
	Contactos eléctricos directos	<p>Los cables eléctricos que presenten defectos del recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor.</p> <p>Los cables eléctricos deberán estar dotados de clavijas en perfecto estado a fin de que la conexión a los enchufes se efectúe correctamente.</p> <p>En general cumplirán lo especificado en el presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.</p>

8. PRIMEROS AUXILIOS

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE UBICACIÓN Y TELÉFONO	DISTANCIA APROXIMADA (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil (1 unidad.)	En la obra
Asistencia Especializada Urgencias	Hospital Virgen del Camino C/ IRUNLARREA 4, PLANTA BAJA 31008 - PAMPLONA 848-429400	2,7
Asistencia Primaria y Especializada Urgencias	Hospital de Navarra C/ IRUNLARREA 3, PLANTA BAJA 31008 – PAMPLONA 848-422100 / 848-422222 / 848-422223	2,7
Asistencia Primaria-Urgencias	Ambulatorio General SAN MARTIN (antiguo Gral. Solchaga) C/ SAN FERMIN 29, PLANTA BAJA 31004 - PAMPLONA 848 42 91 02	6,1

9. NORMATIVA APLICABLE

Reglamento de los servicios de prevención	RD 39/97	17-01-97	M. Trab.	31-01-97
Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción (Transposición Directiva 92/57/CEE)	RD 1627/97	24-10-97	Varios	23-04-97
Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.	RD 485/97	14-04-97	M. Trab.	23-04-97
Modelo de libro de incidencias. Corrección de errores.	Orden	20-09-86	M. Trab.	13-10-86 31-10-86
Modelo de notificación de accidentes de trabajo.	Orden	16-12-87		29-12-87
Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo de la construcción	Orden	20-05-52	M. Trab.	15-06-52
Modificación	Orden	19-12-53	M. Trab.	22-12-53
Complementario	Orden	02-09-66	M. Trab.	01-10-66
Cuadro de enfermedades profesionales	RRD 1995/78			25-08-78
Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo Corrección de errores	Orden	09-03-71	M. Trab.	16-03-71 06-04-71
Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica.	Orden	28-08-79	M. Trab.	
Anterior no derogada Corrección de errores	Orden	28-08-70	M. Trab.	05-09-70 17-10-70
Modificación (no derogada), Orden 28-08-70	Orden	27-07-73	M. Trab.	
Interpretación de varios artículos	Orden	21-11-70	M. Trab.	28-11-70
Interpretación de varios artículos	Resolución	24-11-70	M. Trab.	05-12-70
Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones	Orden	31-08-87	M. Trab.	
Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos. Disposiciones mín. seg. Y salud sobre manipulación manual de cargas (Directiva 90/269/CEE)	RD 1316/89	27-10-89	M. Trab.	02-11-87
Reglamentos sobre trabajos con riesgo de amianto. Corrección de errores.	RD 487/97	23-04-97	M. Trab.	23-04-97
Normas complementarias	Orden	31-10-84	M. Trab.	07-11-84
Modelo de libro de registro				22-11-84
	Orden	07-01-87	M. Trab.	15-01-87
	Orden	22-12-87	M. Trab.	29-12-87

Estatuto de los trabajadores	Ley 8/80	01-03-80	M. Trab.	
Regulación de la jornada laboral	RD 2001/83	28-07-83		03-08-83
Formación de comités de seguridad	D. 423/71	11-03-71	M. Trab.	16-03-71

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)				
Condiciones comerc. Y libre circulación de EPI (directiva 89/686/CEE)	RD 1407/92	20-11-92	MRCor.	28-12-92
Modificación: "CE" de conformidad y año de colocación.	RD 159/95	03-02-95		08-03-95
Modificación RD 159/95	Orden	20-03-97		06-03-97
Disp. Mínimas de seg. Y salud de equipos de protección individual (Transposición Directiva 89/656/CEE)	RD 773/97	30-05-97	M. Presid	12-06-97
EPI contra caída de altura. Disp. de descenso	UNEEN341	22-05-97	AENOR	23-06-97
Requisitos y método de ensayo: calzado seguridad / protección / trabajo.	UNEEN 344/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
Especificaciones calzado seguridad uso profesional	UNEEN 345/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
Especificaciones calzado trabajo uso profesional	UNEEN 346/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97
Especificaciones calzado trabajo uso profesional	UNEEN 347/A1	20-10-97	AENOR	07-11-97

INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA				
Disp. Mín. de seg. Y salud para utilización de los equipos de trabajo (Transposición Directiva 89/656/CEE)	RD 1215/97	18-07-97	M. Trab	18-07-87
ITC-BT-28 del reglamento para baja tensión	Orden	31-10-73	MI	27-12-73
ITC MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de manutención	Orden	26-05-89	MIE	09-06-69
Reglamento de aparatos elevadores para obras	Orden	23-05-77	MI	14-06-77
Corrección de errores				18-07-77
Modificación	Orden	07-03-81	MIE	14-03-81
Modificación	Orden	16-11-81	P. Gob.	21-07-86
Reglamento Seguridad en las Máquinas	RD 1495/89	23-05-86	P. Gob.	21-07-86
Corrección de errores				04-10-86
Modificación	RD 590/89	19-05-89	M.R. Cor	19-05-89
Modificación en la ITC MSG-SM	Orden	08-04-91	M.R. Cor	11-04-91
Modificación (Adaptación a directivas de la	RD 830/91	24-05-91	M.R. Cor	31-05-91

CEE)				
Regulación potencia acústica de maquinarias (Directiva 84/852/CEE)	RD 245/89	27-02-89	MIE	11-03-89
Ampliación y nuevas especificaciones	RD 71/92	31-01-92	MIE	06-02-92
Requisitos de seguridad y salud en máquinas (Directiva 89/392/CEE)	RD 1435/92	27-11-92	M.R. Cor	07-07-88
ITC-MIE-AEM2. Grúas Torre desmontable para obra	Orden	28-06-88	MIE	07-07-88
Corrección de errores	Orden	28-06-88		05-10-88
ITC-MIE-AEM4. Grúas móviles autopropulsadas usadas	RD 2370/96	18-11-96	MIE	24-12-96
Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación y las instrucciones técnicas complementarias.	RD 3275/82		MIE	
Texto refundido de la ley general de la seguridad social	RD 1/1994	20-06-94		
Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo	RD 486/97	14-04-97		
Reglamento electrotécnico para baja tensión	RD2413/73	20-09-73	MIE	
Normas técnicas reglamentarias sobre homologación de los medios de protección personal	O.M.	17-05-74	MIE	

Fdo. Mikel Sánchez Bacaicoa

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN BAJA TENSIÓN, Y DE
CALEFACCIÓN PARA UN BLOQUE DE 11 VIVIENDAS
CON GARAJES Y TRASTEROS COMUNITARIOS EN LA
PARCELA 5.B.1. DE EZKABA, PAMPLONA (NAVARRA).”

DOCUMENTO 7: BIBLIOGRAFÍA

Alumno: Mikel Sánchez Bacaicoa

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE

1. Reglamento, normativas y libros.....	3
2. Páginas Web de empresas	4
2.1. Direcciones web de Empresas cuyos productos han sido utilizados en el presente proyecto.....	4
2.2. Direcciones web de Empresas consultadas.....	5
2. Otras direcciones web de interés	6

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 Requena 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.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por el Real Decreto 1057/2007, de 20 de julio de 2007.

- Manual de instalaciones de calefacción por agua caliente. Ed. AMV 2008. Franco Martín Sánchez.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “Iberdrola distribución eléctrica S.A.”
- Real Decreto 1627/1997 del 24 de Octubre, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

2. PÁGINAS WEB DE EMPRESAS

2.1. DIRECCIONES WEB 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 de presencia / movimiento
Mecanismos de Interior
- 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.

- SALTOKI. <http://www.saltoki.es>

Tuberías, aislamientos y accesorios de calefacción

- ROCA. <http://www.roca-calefaccion.com>

Radiadores
Calderas

2.2. DIRECCIONES WEB 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>

3. OTRAS DIRECCIONES WEB DE INTERÉS

- <http://www.energuia.com>
- <http://www.sercobe.es>
- <http://www.arqui.com>
- <http://www.procuno.com>
- <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.ingtecmech.uji.es/EPyPFC/PFC_leidos.htm
- <http://cte-web.iccl.es/>
- <http://www.soloarquitectura.com>

Fdo. Mikel Sánchez Bacaicoa

Pamplona, 17 de Noviembre de 2011.