

## **ANEJO Nº 17: INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN**

---

1	ANTECEDENTES.....	2
2	LEGISLACIÓN APLICABLE .....	2
3	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO .....	2
4	POTENCIA PREVISTA E INSTALADA.....	3
5	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	4
5.1	SUMINISTRO ELÉCTRICO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	4
5.2	LÍNEA DE ACOMETIDA .....	4
5.3	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN LÍNEA IG DEL CUADRO .....	5
5.4	CUADROS SECUNDARIOS .....	5
5.5	INSTALACIÓN INTERIOR .....	6
5.6	SISTEMAS DE PROTECCIÓN .....	7
5.7	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	9
6	ANEXO DE CÁLCULO.....	11
7	ANEXO DETALLES DE CÁLCULO .....	24
7.1	CÁLCULO DETALLADO DE LÍNEAS PRINCIPALES .....	24
7.2	DETALLE DEL CÁLCULO DE CIRCUITOS.....	26
7.3	DETALLE DE SELECCIÓN DE APARAMENTA.....	27
8	MEDICIONES GENERALES.....	29

## 1 ANTECEDENTES

El presente Proyecto comprende el diseño y cálculo de la instalación eléctrica en la estación de Bombeo del Sector G.

### Objeto

El Objeto del presente proyecto eléctrico es el de proporcionar las normas y descripciones necesarias, con el fin de obtener de los Organismos Competentes las oportunas autorizaciones para realizar el montaje y posteriormente, previa inspección y legalización, obtener la puesta en servicio.

Se han tenido en cuenta los datos y planos facilitados por el cliente y las condiciones técnicas adecuadas a este tipo de instalaciones.

## 2 LEGISLACIÓN APLICABLE

La instalación cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados, así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, y en particular la que se enumera a continuación:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, y publicado en el B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Normas UNE de referencia listadas en la Instrucción ITC-BT-02 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución, que para el suministro tiene establecidas la Cía. Distribuidora de la zona.
- Ordenanzas y normas municipales.

## 3 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

### Localización

El edificio de la estación de bombeo se ubica en el término municipal de Melgar de Yuso (Palencia) en el polígono 11 parcela 36 con la referencia catastral 34104A011000360000YK.

### Actividad y uso

El edificio tendrá uso Industrial, dando servicio de riego a la zona a modernizar en el presente proyecto.

<b>LISTADO DE ESPACIOS FOSO BOMBEO</b>				
<b>Espacio</b>	<b>Actividad</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Superficie útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura libre (m)</b>
ES-008	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	648,37	13,000
<b>LISTADO DE ESPACIOS PLANTA BAJA</b>				
<b>Espacio</b>	<b>Actividad</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Superficie útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura libre (m)</b>
ES-005	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	39,81	3,000
ES-002	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	13,60	3,000
ES-004	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	34,54	3,000
ES-001	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	13,48	3,000
ES-006	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	136,36	3,000
ES-003	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	31,28	3,000
<b>LISTADO DE ESPACIOS PLANTA 1</b>				
<b>Espacio</b>	<b>Actividad</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Superficie útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura libre (m)</b>
ES-007	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	155,70	3,000

## 4 POTENCIA PREVISTA E INSTALADA

Centro de transformación

<b>EN EDIFICIOS COMERCIALES, DE OFICINAS O DESTINADOS A UNA O VARIAS INDUSTRIAS, AGRARIOS O DE SERVICIOS (ITC-BT-10 APARTADO 4)</b>				
<b>POTENCIA INSTALADA PARA LÍNEA IG DEL CUADRO</b>				
<b>ALUMBRADO (Denominación de receptor)</b>	<b>Potencia</b>		<b>FUERZA (Denominación de receptor)</b>	<b>Potencia</b>
			BOMBA 1	160.000 W
			BOMBA 2	160.000 W
			BOMBA 3	315.000 W
			BOMBA 4	315.000 W
			BOMBA 5	500.000 W
			BOMBA 6	500.000 W
			BOMBA 7	500.000 W
			BOMBA 8	500.000 W
<b>TOTAL ALUMBRADO</b>	<b>0 W</b>		<b>TOTAL FUERZA</b>	<b>2.950.000 W</b>
<b>POTENCIA INSTALADA (ALUMBRADO + FUERZA)</b>				<b>2.950.000 W</b>

En base a la potencia total instalada y aplicando los factores indicados por el REBT, así como la simultaneidad o reserva estimada en cada circuito, se considera una POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA EL SUMINISTRO de 2.507.500 W.

## 5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

### 5.1 SUMINISTRO ELÉCTRICO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La energía será suministrada mediante Centro de transformación de las siguientes características:

- Sistema Trifásico a 50 Hz;
- Tensión en el primario 13.200 V;
- Tensión en el secundario 400 V;
- Potencia Nominal Aparente 3.300 KVA;
- Tensión de cortocircuito 6,0 %;
- Pérdidas en el cobre 2,3 %.

A efectos del cálculo de la intensidad de cortocircuito en cada punto de la instalación, y según datos de la Compañía Distribuidora, se partirá de una potencia de cortocircuito máxima de la red de distribución de 1.500 MVA y mínima de 315 MVA.

El esquema de conexión de tierra corresponderá al sistema TT.

### 5.2 LÍNEA DE ACOMETIDA

Esta línea parte del punto de suministro y alimenta al Cuadro General de Baja Tensión **Línea IG del Cuadro**.

Estará constituida por cable unipolar de Exzhellent RZ1-K (AS) (según Normas de la Compañía Suministradora), aislamiento de material XLPE, a una tensión de 0.6/1kV, conductor de Cu según norma UNE-211223-4 EN 13501-6 y características de resistencia al fuego Cca-as1b,d1,a1 según CPR, distribuido en 50×(R-S-T+N) y bajo una tensión de línea de 400 V.

Deberá suministrar un máximo de **2.613.750 W**, por lo que se ha elegido una sección de **Exzhellent RZ1-K (AS) 50×(4×50)mm<sup>2</sup> Cu**, que admite una intensidad máxima de **8.144,5 A** (método C de la norma UNE HD 60364-5-52:2014), suficiente para soportar los 4.191,8 A correspondientes a la potencia máxima prevista para la línea, y produciéndose una caída de tensión del 0,22% a lo largo de los 13,634 m de longitud hasta el punto más alejado.

Se ha calculado una intensidad de cortocircuito máxima de 84,1 KA en cabecera de la línea, y mínima de 55,117 KA en el extremo final.

La instalación será principalmente en sin canalización empotrada en pared de mampostería, dejándose en previsión una reserva de igual capacidad.

### **5.3 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN LÍNEA IG DEL CUADRO**

A continuación de la derivación individual se instalará el cuadro principal de mando y protección situado en la planta de acceso en el lugar indicado en planos.

Dicho cuadro cumplirá con las normas UNE-EN 600670-1 y UNE-EN 61439-3 y tendrán un grado de protección, como mínimo de IP-30 e IK-07, instalándose un interruptor general automático de corte omipolar, de este cuadro saldrán las líneas que alimentan a los diferentes circuitos y cuadros secundarios.

Será de construcción cerrada por techo, fondo y laterales (salvo entrada y salida de cables) siendo accesible por su frente anterior mediante puertas equipadas con bisagras y cerrojos, disponiendo de un 25% de espacio de reserva y del correspondiente bolsillo porta planos rígido para alojar el esquema de los mismos.

Se indicará en cada interruptor de protección el circuito al que pertenece y todos los interruptores serán de corte omipolar.

### **5.4 CUADROS SECUNDARIOS**

Los cuadros secundarios serán de superficie o empotrar, metálicos, o bien, de poliéster, según el caso, con puerta transparente o ciega y con capacidad de albergar como mínimo un 25% más de los elementos de que disponen (incluidos los dispositivos para el control del edificio).

La composición de estos cuadros está debidamente detallada en planos y anejo de cálculo. No obstante, dispondrán en general de los siguientes elementos:

- Interruptor magnetotérmico general de corte omipolar, de II, III o IV polos, con poder de corte adecuado, dimensionado para la suma de potencias máximas previstas de todos los circuitos del cuadro.
- Interruptores diferenciales de 30 y 300 mA, para conjuntos de circuitos, tanto en alumbrado, como en fuerza, para facilitar la distribución de las fases y garantizar un equilibrio óptimo.
- Magnetotérmicos de II, III o IV polos, según circuito, de corte omipolar, para proteger contra cortocircuitos y sobrecargas cada uno de los circuitos finales de utilización.

En la determinación y elección de los interruptores se ha tenido en cuenta el estudio de la selectividad de disparo, de tal forma que únicamente abrirá el interruptor más cercano al punto donde ha tenido lugar el fallo, dejando con ello fuera de servicio la mínima parte de la instalación.

## **5.5 INSTALACIÓN INTERIOR**

Las líneas de distribución eléctrica partirán de los cuadros de mando y protección hasta los receptores dependientes de cada uno de los circuitos eléctricos reseñados en los esquemas. Esta distribución será en toda su extensión acorde con lo reflejado en el REBT.

Los conductores de protección presentarán las mismas características que los conductores activos.

La identificación de los conductores de la instalación se realizará por códigos de colores reservando el azul para el conductor neutro y el amarillo-verde para el conductor de tierra que hasta la sección de 16 mm<sup>2</sup> conservará la misma sección que el conductor activo.

La sección de los conductores se determina de acuerdo con los métodos de cálculo descritos en el Anexo de cálculos, y en función de la densidad de corriente máxima admitida por cada tipo de cable y de montaje, y de la caída de tensión correspondiente del circuito considerado, contemplando la longitud del circuito y el tipo de distribución.

Se colocarán cajas de derivación y registros de modo que en tramos rectos no estén separadas entre sí más de 15 m, y el número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no sea superior a 3.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos. Los diámetros interiores nominales mínimos en milímetros para los tubos protectores en función del número, clase y sección de los conductores que han de alojar, según sistema de instalación y clase de los tubos, serán los dispuestos en la ITC-BT-21.

### **ALUMBRADO**

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60.598.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Todas las zonas de iluminación dispondrán al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control. No se aceptarán los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.

#### **FUERZA**

Circuitos de fuerza para tomas de corriente

La distribución se hará a tres hilos (fase, neutro y tierra) para circuitos monofásicos, o bien a cinco hilos (tres fases, neutro y tierra) para circuitos trifásicos.

#### **MECANISMOS**

Los mecanismos a instalar serán como mínimo de 10 A. para interruptores y de 16 A. para enchufes, serán empotrables o de superficie, de primera calidad, siendo el modelo y color a definir en función de las características y color de las paredes.

Se colocarán a distancias del suelo de 0,8 a 1,10 m. para interruptores conmutadores y de 0,3 m. para bases de enchufe excepto en locales especiales y en zonas de aseos que se colocarán todos a 1,10 como mínimo.

En ningún caso se utilizarán las cajas de los mecanismos como cajas de derivación debiendo realizarse éstas en las cajas de registro correspondientes de las líneas secundarias de la que deriven.

## **5.6 SISTEMAS DE PROTECCIÓN**

#### **PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS**

Los medios utilizados para realizar la protección contra los contactos directos son el aislamiento de partes activas y empleo de barreras o envolventes. La instalación queda cubierta mediante la instalación de conductores aislados bajo tubo y bandejas, aparatos de protección y maniobra de tipo empotrado y conexiones mediante regletas (ITC-BT-24).

#### **PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS**

El sistema empleado para la protección contra contactos indirectos es el de corte automático de la alimentación en el inicio del circuito, de acuerdo con la ITC-BT-24, mediante la instalación de interruptores automáticos de corte omnipolar con protección diferencial asociados al circuito de puesta a tierra.

Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Al circuito de tierra se conectará:

- Las tuberías metálicas.

- Las masas metálicas importantes.
- Las masas metálicas de los aparatos receptores cuando su clase de aislamiento y condiciones de instalación así lo exijan.

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

El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Todos los cuadros, cajas de derivación y tomas de corriente de la instalación dispondrán obligatoriamente de borne para su conexión al circuito de puesta a tierra.

### **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.

Las sobrecargas pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

Siguiendo las indicaciones de la Instrucción ITC-BT-22 y según se refleja en planos se ha previsto la instalación de interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omnipolar de poder de corte mínimo de 6 KA según UNE EN 60947.2 y curva de disparo AC.

La instalación de estos aparatos se realizará en el origen de cada circuito, así como en cada uno de los puntos de la instalación en que la intensidad admisible disminuye por cambios debidos a variación de la sección de los conductores, condiciones de la instalación, etc.

La reducción progresiva en el calibre de estos aparatos desde el origen de la instalación a los receptores asegura la protección selectiva de la misma

#### PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Se ha previsto la instalación de dispositivos de protección contra sobretensiones en los cuadros eléctricos para garantizar la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como repercusión en la continuidad del suministro eléctrico.

## 5.7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Se establecerá con el objetivo principal de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y eliminando o disminuyendo el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

#### NATURALEZA DEL TERRENO

Tanto la naturaleza del terreno como el valor de su resistividad adoptados se detallan en el correspondiente anexo de cálculo. No se tendrán en cuenta las posibles variaciones estacionales, temperatura ni estratigrafía del terreno. Estos factores se han tomado como irrelevantes, por no ser extremos.

Para que no aumente la resistividad del terreno, al colocar los electrodos de picas correspondientes a esta instalación, se procederá a compactar el terreno para que se produzca un buen contacto pica-terreno.

#### TOMAS DE TIERRA.

##### Electrodos

- Picas de acero cobreado, de 20 mm de diámetro y longitud 2 metros. Estas picas se unirán al conductor enterrado por soldadura aluminotérmica.
- Malla de conductores enterrados horizontalmente: tal y como se indica en el plano correspondiente, la red de electrodos se colocará debajo de la cimentación del edificio, de forma que pueda quedar protegida la unión electrodo-terreno de las variaciones climatológicas, de humedad y de posibles agresiones de maquinaria. Los conductores enterrados tendrán una sección de 35 mm<sup>2</sup> y serán de cobre

macizo desnudo. Se colocarán por el perímetro del edificio, además de recorridos transversales tal y como está indicado en el plano correspondiente. Los recorridos transversales se unirán al perímetro mediante soldadura aluminotérmica.

La armadura de los pilares de hormigón, así como la estructura metálica del edificio se unirán a la malla subterránea mediante soldadura aluminotérmica.

#### **LÍNEA DE ENLACE CON TIERRA**

Es la parte de la instalación que une el conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra. Serán conductores de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección.

#### **PUNTO DE PUESTA A TIERRA**

Es el punto de conexión situado fuera del terreno y sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra, es decir, es el punto de unión entre la toma de tierra propiamente dicha y la puesta a tierra del edificio.

Estará constituido por un sistema que permita la conexión y desconexión de la toma de tierra, para poder independizar el circuito de tierra del edificio, y poder hacer mediciones de la resistencia de puesta a tierra periódicamente.

En uno de los extremos del punto de puesta a tierra se soldará la línea de enlace con tierra y en el otro la línea principal de tierra. La soldadura será aluminotérmica.

El punto de puesta a tierra será una pletina de cobre recubierta de cadmio, con unas dimensiones de 33 cm de largo, 2,5 cm de ancho y un espesor de 0,4 cm. También dispondrá de apoyo de material aislante que eviten las corrientes de paso. El punto de puesta a tierra estará ubicado en el interior de una arqueta, formada por un muro aparejada de 12 cm de espesor de ladrillo macizo, de resistencia 100 Kg / cm<sup>2</sup>, y con juntas de mortero M-40 de 1 cm de espesor.

La tapa estará colocada de tal forma que no sea registrable accidentalmente. Por lo general será de hormigón, con una resistencia de 175 Kg / cm<sup>2</sup>.

Se han dispuesto dos puntos de puesta a tierra, distribuidos de la siguiente forma:

- 1 punto de puesta a tierra para los conductores de protección de los circuitos que parten del Cuadro General de Baja Tensión del edificio.
- 1 punto de puesta a tierra para las partes metálicas de las instalaciones de fontanería, calefacción, depósitos, calderas, y en general todo elemento metálico importante.

#### **LÍNEAS PRINCIPALES**

Se considera que hay dos líneas principales de tierra, cada una de ellas correspondiente a los cuatro puntos de puesta a tierra definidos en el apartado anterior.

- 1 línea principal para los conductores de protección. Esta línea irá unida al embarrado de tierra del Cuadro General de Baja Tensión del Edificio, y de aquí saldrá el conductor de cobre, debidamente protegido, hasta conectarse con el circuito de tierra general proyectado.
- 1 línea principal de sección 16 mm<sup>2</sup> o superior, de cobre las instalaciones de fontanería y calefacción, depósitos, calderas, y en general todo elemento metálico importante.

#### **DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES**

Son conductores de cobre que unen la línea principal con los conductores de protección, o bien directamente las masas de los aparatos o elementos metálicos que existan en los edificios.

#### **CONDUCTORES DE PROTECCIÓN**

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

Las conexiones de los conductores de protección se harán mediante piezas de conexión de aprieto con rosca, que serán de acero inoxidable, y con un sistema que evite el desaprieto, o bien mediante soldadura.

Los conductores de la puesta a tierra han de tener un contacto eléctrico perfecto, tanto en las partes metálicas que se deseen poner a tierra como en los electrodos.

No se interrumpirán los circuitos a tierra con seccionadores, fusibles, interruptores manuales o automáticos etc.

## **6 ANEXO DE CÁLCULO**

### **ANEXO DE CÁLCULO**

#### **PREVISIÓN DE POTENCIAS**

Se realiza el cómputo general de potencias según lo establecido en la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se calcula la potencia máxima prevista en cada tramo sumando la potencia instalada de los receptores que alimenta, y aplicando la simultaneidad adecuada y los coeficientes impuestos por el REBT. Entre estos últimos cabe destacar:

- Factor de 1'8 a aplicar en tramos que alimentan a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga. (Instrucción ITC-BT-09, apartado 3 e Instrucción ITC-BT 44, apartado 3.1 del REBT).
- Factor de 1'25 a aplicar en tramos que alimentan a uno o varios motores, y que afecta a la potencia del mayor de ellos. (Instrucción ITC-BT-47, apartado. 3 del REBT).

### INTENSIDAD MÁXIMA PREVISTA

La intensidad máxima de diseño ( $I_b$ ) se determina en función de la potencia prevista y de la tensión del sistema usando el método de los fasores:

Se expresa el fasor correspondiente a la potencia aparente  $S$  como:

$$\vec{S} = \vec{P} + j\vec{Q}$$

Siendo  $P$  la potencia activa y  $Q$  la potencia reactiva, relacionadas por el factor de potencia:

$$\cos\varphi = \frac{\vec{P}}{|\vec{S}|}$$

$$|\vec{S}| = \sqrt{\vec{P}^2 + \vec{Q}^2}$$

Definiendo un sistema de tensiones de fase  $U$  en secuencia directa ( $R$  en línea,  $S$  retrasada  $120^\circ$ ,  $T$  adelantada  $120^\circ$ ), la siguiente expresión relaciona la potencia con la intensidad:

$$\vec{S} = \vec{U} \cdot \vec{I}^*$$

Dónde  $I^*$  es el complejo conjugado de la intensidad  $I$ , que se puede obtener operando.

$$\vec{I} = \frac{\vec{S}^*}{\vec{U}^*}$$

En sistemas desequilibrados, la intensidad por el neutro es la suma vectorial de las intensidades por cada fase.

En los casos particulares de distribución monofásica y trifásica equilibrada, las expresiones anteriores se podrían simplificar como sigue:

Distribución monofásica	Distribución trifásica equilibrada
$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$	$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$

U = Tensión de línea: F-N en monofásica y F-F en trifásica (V).  
P = Potencia activa máxima prevista (W).  
 $I_b$  = Intensidad máxima prevista (A).  
cos  $\phi$  = Factor de potencia.

## SECCIÓN

Se determina la sección por varios métodos atendiendo a distintos criterios de cálculo (calentamiento, caída de tensión, selección de protección, etc.), y se elige la sección normalizada mayor. Se consideran las secciones mínimas de:

- Centro de transformación: 1,5 mm<sup>2</sup> para alumbrado y 2,5 mm<sup>2</sup> para fuerza.

Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento

Se aplica para el cálculo por calentamiento lo expuesto en la norma UNE-HD 60364-5-52:2014.

La intensidad máxima que debe circular por un cable para que éste no se deteriore viene marcada por las tablas B.52.2 a B.52.13.

En función del método de instalación adoptado de la tabla A.52.3, se determina el método de referencia según B.52.1, que en función del tipo de cable indicará la tabla de intensidades máximas que se ha de utilizar.

La intensidad máxima admisible ( $I_z$ ) se ve afectada por una serie de factores como son la temperatura ambiente, la agrupación de varios cables, la exposición al sol, etc. que generalmente reducen su valor.

- Se calcula el factor por temperatura ambiente a partir de las tablas B.52.14 y B.52.15.
- El factor por agrupamiento, de las tablas B.52.17, B.52.18, B.52.19A y B.52.19B.
- El factor por resistividad del terreno, en el caso de instalaciones enterradas, se obtiene de la tabla B.52.16.
- Si el cable está expuesto al sol, o bien, se trata de un cable con aislamiento mineral, desnudo y accesible, se aplica directamente un 0,9.

Para el cálculo de la sección, se divide la intensidad de cálculo ( $I_b$ ) por el producto de todos los factores correctores, y se busca en la tabla la sección correspondiente para el valor resultante.

Para determinar la intensidad máxima admisible del cable, se busca en la misma tabla la intensidad para la sección adoptada, y se multiplica por el producto de los factores correctores.

De este modo, la sección elegida por calentamiento tiene que cumplir la siguiente expresión:

Siendo:

- $I_b$  = Intensidad máxima prevista (A).
- $I_z$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).
- En definitiva, se trata de adoptar una sección en la que el paso de la intensidad de diseño no eleve su temperatura más allá del límite admisible por el aislamiento del cable. Las temperaturas máximas de funcionamiento según los tipos de aislamiento los marca la tabla 52.1 de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014.
- Tipo de aislamiento Límite de Temperatura, °C
- Policloruro de vinilo (PVC) y aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1)  
Conductor: 70 °C
- Polietileno reticulado (XLPE) y goma o caucho de etileno - propileno (EPR)  
Conductor: 90 °C
- Mineral (con cubierta de PVC ó desnudo y accesible) Cubierta: 70 °C
- Mineral (desnudo e inaccesible y no en contacto con materiales combustibles)  
Cubierta: 105 °C

Criterio de la caída de tensión

Este método consiste en calcular la sección mínima que respete los límites de caída de tensión impuestos por la normativa vigente. El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión fija unos límites de caída de tensión en la instalación que se pueden resumir en el siguiente gráfico:

- Centro de transformación



Caída de tensión máxima en un tramo

Este método se utiliza para evitar sobrepasar los límites de caída de tensión en tramos especiales como pueden ser las líneas generales de alimentación o las derivaciones individuales. Para su uso se utilizan las siguientes fórmulas:

Distribución monofásica	Distribución trifásica
$e = 2 \cdot (R \cdot I_b \cdot \cos \varphi + X \cdot I_b \cdot \operatorname{sen} \varphi)$	$e = \sqrt{3} \cdot (R \cdot I_b \cdot \cos \varphi + X \cdot I_b \cdot \operatorname{sen} \varphi)$
$R = \frac{c \cdot L}{K \cdot S}; X = 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L; I_b = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$	$R = \frac{c \cdot L}{K \cdot S}; X = 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L; I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$
$S = \frac{2 \cdot c \cdot L \cdot P}{K \cdot \left( e - 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L \cdot \frac{P \cdot \tan \varphi}{U} \right) \cdot U}$	$S = \frac{c \cdot L \cdot P}{K \cdot \left( e - 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L \cdot \frac{P \cdot \tan \varphi}{U} \right) \cdot U}$
$\text{si } (c = 1) \text{ y } (x_u = 0) \Rightarrow S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot e \cdot U}$	$\text{si } (c = 1) \text{ y } (x_u = 0) \Rightarrow S = \frac{P \cdot L}{K \cdot e \cdot U}$

S = Sección (mm<sup>2</sup>).  
 I<sub>b</sub> = Intensidad máxima prevista (A).  
 P = Potencia activa máxima prevista (W).  
 cos j = Factor de potencia de la carga  
 n = Número de conductores por fase.  
 L = Longitud del tramo (m).  
 c = Factor de aumento de la resistencia en alterna por efecto piel y proximidad (c=1+gs+gp).  
 K = Conductividad del material (m / (W·mm<sup>2</sup>)).  
 x<sub>u</sub> = Reactancia unitaria (W/km)  
 e = Caída de tensión (V).  
 U = Tensión de línea: F-N en monofásica y F-F en trifásica (V).

Caída de tensión máxima en la instalación. Método de los momentos eléctricos

Este método permite ajustar los límites máximos de caída de tensión a lo largo de toda la instalación. En este caso, se utilizan los siguientes límites:

- Centro de transformación: 4,5% para alumbrado y 6,5% para fuerza.

Para ejecutarlo, se siguen las siguientes fórmulas:

Distribución monofásica	Distribución trifásica
$S = \frac{2 \cdot c \cdot \sum (P_i \cdot L_i)}{K \cdot \left( e - 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot \frac{\sum (P_i \cdot L_i \cdot \tan \varphi_i)}{U} \right) \cdot U}$	$S = \frac{c \cdot \sum (P_i \cdot L_i)}{K \cdot \left( e - 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot \frac{\sum (P_i \cdot L_i \cdot \tan \varphi_i)}{U} \right) \cdot U}$
$\text{si } (c = 1) \text{ y } (x_u = 0) \Rightarrow S = \frac{2 \cdot \sum (P_i \cdot L_i)}{K \cdot e \cdot U}$	$\text{si } (c = 1) \text{ y } (x_u = 0) \Rightarrow S = \frac{\sum (P_i \cdot L_i)}{K \cdot e \cdot U}$

c = Factor de aumento de la resistencia en alterna por efecto piel y proximidad ( $c=1+g_s+g_p$ ).  
 K = Conductividad del material ( $m / (W \cdot mm^2)$ ).  
 $x_u$  = Reactancia unitaria ( $W/km$ )  
 e = Caída de tensión (V).  
 U = Tensión de línea: F-N en monofásica y F-F en trifásica (V).  
 n = Número de conductores por fase.  
 Li = Longitud desde el tramo hasta el receptor i (m).  
 Pi = Potencia consumida por el receptor i (W).  
 cos j = Factor de potencia del receptor i.

### Conductividad

Se determina la conductividad para cada tramo en función del material conductor y de la temperatura de trabajo prevista. La conductividad de un material depende de su temperatura según la siguiente ecuación:

$$K = \frac{1}{\rho}; \quad \rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

Siendo:

- K = Conductividad del conductor a la temperatura T °C ( $m / (\Omega \cdot mm^2)$ ).
- $\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura T °C ( $(\Omega \cdot mm^2)/m$ ).
- $\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20 °C ( $(\Omega \cdot mm^2)/m$ ).
- $\alpha$  = Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor (°C-1).
- ( $\alpha = 0,00392$  °C-1 para el cobre y  $\alpha = 0,00403$  °C-1 para el aluminio).
- T = Temperatura real estimada en el conductor (°C).

Así mismo, la temperatura del conductor al paso de la intensidad de diseño ( $I_b$ ), se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$T = T_0 + (T_{m\acute{a}x} - T_0) \cdot \left( \frac{I_b}{I_z} \right)^2$$

- T = Temperatura real estimada en el conductor (°C).
- $T_{m\acute{a}x}$  = Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (°C).
- (PVC=70°C, XLPE=90°C, EPR=90°C).
- $T_0$  = Temperatura ambiente del conductor (°C).
- $I_b$  = Intensidad máxima prevista para el conductor (A)
- $I_z$  = Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (A).
- (depende de la sección).

Se deduce que el cálculo por caída de tensión ha de ser iterativo, ya que la intensidad máxima admisible ( $I_z$ ) depende de la sección del conductor. De este modo, se realiza el siguiente proceso para determinar la sección por caída de tensión:

1. Se parte de una temperatura inicial de 20°C a la que se determina la conductividad del material conductor (usualmente se utilizan los valores de 56 m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ ) para el cobre y 35 m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ ) para el aluminio).
2. Se calcula la sección por caída de tensión.
3. A partir de la sección resultante, se determina la temperatura de trabajo (al circular la intensidad de diseño), y la nueva conductividad a dicha temperatura.
4. Si la conductividad a la temperatura de trabajo difiere de la usada inicialmente, se vuelve al paso nº 2 usando ahora esta conductividad en el cálculo de la sección. Se repite este ciclo hasta que el error sea despreciable, es decir, hasta que las conductividades inicial y final sean prácticamente iguales.

### CAÍDAS DE TENSIÓN

Una vez adoptada una sección adecuada del conductor, se calcula la caída de tensión según las ecuaciones siguientes:

Distribución monofásica	Distribución trifásica
$e = 2 \cdot (R \cdot I_b \cdot \cos \varphi + X \cdot I_b \cdot \text{sen} \varphi)$	$e = \sqrt{3} \cdot (R \cdot I_b \cdot \cos \varphi + X \cdot I_b \cdot \text{sen} \varphi)$
$R = \frac{c \cdot L}{K \cdot S}; X = 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L; I_b = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$	$R = \frac{c \cdot L}{K \cdot S}; X = 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L; I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$
$e = \frac{2 \cdot c \cdot L \cdot P}{K \cdot S \cdot U} + 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L \cdot \frac{P \cdot \tan \varphi}{U}$	$e = \frac{c \cdot L \cdot P}{K \cdot S \cdot U} + 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L \cdot \frac{P \cdot \tan \varphi}{U}$
$\text{si } (c = 1) \text{ y } (x_u = 0) \Rightarrow e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot S \cdot U}$	$\text{si } (c = 1) \text{ y } (x_u = 0) \Rightarrow e = \frac{P \cdot L}{K \cdot S \cdot U}$

e = Caída de tensión (V).

$I_b$  = Intensidad máxima prevista (A).

P = Potencia activa máxima prevista (W).

cos j = Factor de potencia de la carga

n = Número de conductores por fase.

L = Longitud del tramo (m).

c = Factor de aumento de la resistencia en alterna por efecto piel y proximidad ( $c=1+g_s+g_p$ ).

K = Conductividad del material (m / (W·mm<sup>2</sup>)).

$x_u$  = Reactancia unitaria (W/km)

S = Sección (mm<sup>2</sup>).

U = Tensión de línea: F-N en monofásica y F-F en trifásica (V).

## INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

Será necesario conocer dos niveles de intensidad de cortocircuito:

- La corriente máxima de cortocircuito ( $I_{cc\text{ máx}}$ ), determina el poder de corte de los interruptores automáticos.
- La corriente mínima de cortocircuito ( $I_{cc\text{ mín}}$ ), permite seleccionar las curvas de disparo de los interruptores automáticos y fusibles.

Para calcular estas intensidades en cada punto de la instalación se utiliza el método de las impedancias. Este método consiste en sumar las resistencias y reactancias situadas aguas arriba del punto considerado, y aplicar las siguientes expresiones:

Defecto trifásico:

$$I_{cc3} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}}$$

Defecto bifásico:

$$I_{cc2} = \frac{c \cdot U_n}{2 \cdot Z_{cc}}$$

Defecto monofásico:

$$I_{cc1} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})}$$

Defecto a tierra:

$$I_{cch} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_h)}$$

Donde:

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}; \quad R_{cc} = R_G + R_T + R_L; \quad X_{cc} = X_G + X_T + X_L$$

$$(Z_{cc} + Z_{LN}) = \sqrt{(R_{cc} + R_{LN})^2 + (X_{cc} + X_{LN})^2}$$

$$(Z_{cc} + Z_h) = \sqrt{(R_{cc} + R_h)^2 + (X_{cc} + X_h)^2}$$

- $I_{cc3}$  = Intensidad de cortocircuito en un defecto trifásico (kA).
- $I_{cc2}$  = Intensidad de cortocircuito en un defecto bifásico (kA).
- $I_{cc1}$  = Intensidad de cortocircuito en un defecto fase-neutro (kA).
- $I_{cch}$  = Intensidad de cortocircuito en un defecto fase-tierra (kA).

- $c$  = Coeficiente de tensión ( $c=0.95$  para  $I_{ccmín}$  y  $c=1,05$  para  $I_{ccmáx}$ ).
- $U_n$  = Tensión compuesta (V).
- $R_Q$  y  $X_Q$  = Resistencia y reactancia de red ( $m\Omega$ ).
- $R_T$  y  $X_T$  = Resistencia y reactancia del transformador ( $m\Omega$ ).
- $R_L$  y  $X_L$  = Resistencia y reactancia del conductor de fase ( $m\Omega$ ).
- $R_{LN}$  y  $X_{LN}$  = Resistencia y reactancia del conductor neutro ( $m\Omega$ ).
- $R_h$  y  $X_h$  = Resistencia y reactancia del conductor de protección ( $m\Omega$ ).

Impedancia de la red de alimentación

Si un cortocircuito trifásico es alimentado por una red de la que sólo se conoce la corriente de cortocircuito simétrica inicial  $I''_{kQ}$ , o bien, su potencia de cortocircuito  $S''_{kQ}$ , entonces la impedancia equivalente viene dada por:

Conocida  $I''_{kQ}$  (kA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}}{\sqrt{3} \cdot I''_{kQ}}$$

Conocida  $S''_{kQ}$  (MVA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}^2}{10^3 \cdot S''_{kQ}}; \quad S''_{kQ} = 10^{-3} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{nQ} \cdot I''_{kQ}$$

Donde:

- $Z_Q$  = Impedancia de Red ( $m\Omega$ ).
- $c$  = Factor de tensión.
- $U_{nQ}$  = Tensión de la red de alimentación (V).
- $I''_{kQ}$  = Intensidad máxima de cortocircuito simétrica inicial (kA).
- $S''_{kQ}$  = Potencia de cortocircuito de la red de alimentación (MVA).

Si el cortocircuito es alimentado por un transformador, la impedancia equivalente de la red de alimentación referida al lado de baja del transformador se determina por:

Conocida  $I''_{kQ}$  (kA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}}{\sqrt{3} \cdot I''_{kQ}} \cdot \frac{1}{t_r^2} = \frac{c \cdot U_{rT}^2}{\sqrt{3} \cdot I''_{kQ} \cdot U_{nQ}}; \quad t_r = \frac{U_{nQ}}{U_{rT}}$$

Conocida  $S''_{kQ}$  (MVA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}^2}{10^3 \cdot S''_{kQ}} \cdot \frac{1}{t_r^2} = \frac{c \cdot U_{rT}^2}{10^3 \cdot S''_{kQ}}; \quad t_r = \frac{U_{nQ}}{U_{rT}}$$

Donde:

- $Z_Q$  = Impedancia de Red, referida al lado de baja del transformador ( $m\Omega$ ).
- $c$  = Factor de tensión.
- $U_{nQ}$  = Tensión de la red de alimentación (V).
- $U_{rT}$  = Tensión en el lado de baja del transformador (V).
- $tr$  = Relación de transformación.
- $I''_{kQ}$  = Intensidad máxima de cortocircuito simétrica inicial (kA).
- $S''_{kQ}$  = Potencia de cortocircuito de la red de alimentación (MVA).

Para el cálculo de la resistencia y reactancia de red, se consideran las siguientes relaciones:

$$R_Q = 0,1 \cdot X_Q$$

$$X_Q = 0,995 \cdot Z_Q$$

Donde:

- $R_Q$  = Resistencia de red ( $m\Omega$ ).
- $X_Q$  = Reactancia de red ( $m\Omega$ ).
- $Z_Q$  = Impedancia de red ( $m\Omega$ ).

Impedancia del transformador

Las impedancias de cortocircuito de los transformadores de dos devanados se calculan a partir de los datos asignados del transformador siguiendo las siguientes expresiones:

$$Z_T = \frac{u_{kr}}{100\%} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}}$$

$$R_T = \frac{u_{Rr}}{100\%} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}}$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$$

Donde:

- $U_{rT}$  = Tensión asignada del transformador en el lado de baja (V).
- $S_{rT}$  = Potencia aparente asignada del transformador (kVA).
- $u_{kr}$  = Tensión de cortocircuito del transformador (%).
- $u_{Rr}$  = Pérdidas totales del transformador en los devanados a la corriente asignada (%).
- $Z_T$  = Impedancia del transformador ( $m\Omega$ ).
- $R_T$  = Resistencia del transformador ( $m\Omega$ ).

- XT = Reactancia del transformador (mΩ).
- RQ = Resistencia de red (mΩ).
- XQ = Reactancia de red (mΩ).
- ZQ = Impedancia de red (mΩ).

Impedancia de los cables

La resistencia de los conductores se determina en función de su longitud, resistividad y sección:

$$R_L = 10^3 \cdot \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

- RL = Resistencia del conductor (mΩ).
- ρ = Resistividad del material (Ω·mm<sup>2</sup>/m).
- L = Longitud del conductor (m).
- S = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).

La resistividad del material varía con la temperatura según la siguiente expresión:

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

Donde:

- ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T
- ρ<sub>20</sub> = Resistividad del conductor a 20°C.
- α = Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor, en °C<sup>-1</sup>
- (α = 0,00392 °C<sup>-1</sup> para el cobre y α = 0,00403 °C<sup>-1</sup> para el aluminio).

Se calculará la resistencia de los conductores a la temperatura de 20°C para el cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito, y a la temperatura de 145°C para el cálculo de la intensidad mínima de cortocircuito.

La reactancia de los conductores se puede estimar siguiendo la siguiente expresión:

$$X_L = x_u \cdot L$$

Donde:

- XL = Reactancia del conductor (mΩ).
- x<sub>u</sub> = Reactancia unitaria (mΩ/m).
- L = Longitud del conductor (m).

Finalmente, para determinar la impedancia del conductor, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Z_L = \sqrt{R_L^2 + X_L^2}$$

Donde:

- $Z_L$  = Impedancia del conductor ( $m\Omega$ ).
- $R_L$  = Resistencia del conductor ( $m\Omega$ ).
- $X_L$  = Reactancia del conductor ( $m\Omega$ ).

### PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Protección contra las corrientes de sobrecarga

Se instalarán dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente de las canalizaciones. Se dimensionan estos dispositivos según lo establecido en la normativa aplicada, para lo cual se verifican las siguientes condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

Donde:

- $I_b$  = Intensidad máxima prevista, o intensidad de diseño (A).
- $I_z$  = Intensidad admisible de la canalización, según normas aplicadas (A).
- $I_n$  = Intensidad nominal o calibre del dispositivo de protección (A).
- $I_2$  = Intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección para un tiempo largo (A).

Protección contra las corrientes de cortocircuito

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

Según la normativa aplicada, todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito responderá a las dos condiciones siguientes:

- Su poder de corte debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde está instalado.
- El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquier del circuito no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura de los conductores el límite admisible.

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I_{cc}}$$

Donde:

- t = Duración en segundos (s).
- S = Sección (mm<sup>2</sup>).
- K = Constante que depende del material de aislamiento
- I<sub>cc</sub> = Corriente de cortocircuito efectiva (A).

Esta segunda condición se puede transformar, en caso de interruptores automáticos, en la condición siguiente, que resulta más fácil de aplicar, y es generalmente más restrictiva:

$$I_{cc\ min} > I_m$$

Donde:

- I<sub>cc mín</sub> = Corriente de cortocircuito mínima que se calcula en el extremo del circuito protegido por el interruptor automático (A).
- I<sub>m</sub> = Corriente mínima que asegura el disparo magnético, por ejemplo:
  - IA curva B: I<sub>m</sub> = 5 · I<sub>n</sub>
  - IA curva C: I<sub>m</sub> = 10 · I<sub>n</sub>
  - IA curva D: I<sub>m</sub> = 20 · I<sub>n</sub>

## 7 ANEXO DETALLES DE CÁLCULO

### 7.1 CÁLCULO DETALLADO DE LÍNEAS PRINCIPALES

#### AC: LÍNEA DE ACOMETIDA

Circuito para Línea de acometida compuesto por cable unipolar Exzhellent RZ1-K (AS), aislamiento de material XLPE y tensión 0.6/1kV, conductor de Cu, según norma UNE-211223-4 EN 13501-6 y características de resistencia al fuego Cca-as1b,d1,a1 según CPR, distribuido en 50×(R-S-T+N) a 400 V, con una longitud total de 13,634 m y una longitud hasta el receptor más desfavorable de 13,634 m, que discurre por los siguientes sistemas de instalación:

SISTEMAS DE INSTALACIÓN										
Condiciones							Norma UNE HD 60364-5-52:2014			
Longitud (m)	Canalización	Montaje	Disposición	Temp (°C)	R (m·K/W)	Agr.	Ref.	Met.	Tabla I <sub>z</sub>	Factores correctores
13,634	Sin canalización	Empotrado en pared de mampostería		40	-	50	57	C	B.52.5 col.6 Cu	0,91×1,00=0,91

El circuito alimenta la siguiente lista de cargas:

CARGAS			
Nombre	Potencia (W)	f.p.	L (m)
Línea IG del Cuadro	2.613.750	0,9000	13,634

La suma de estas cargas y la aplicación de los correspondientes factores de utilización determinan el siguiente balance de potencias:

BALANCE DE POTENCIAS					
	Desequilibrio	R	S	T	Neutro
Potencia activa (W)		871.250	871.250	871.250	
Potencia reactiva (VAR)		421.966	421.966	421.966	
Potencia aparente (VA)		968.056	968.056	968.056	
Intensidad de diseño (A)	0 %	4191,8	4191,8	4191,8	0,0

Según las potencias calculadas, circulará una intensidad máxima de diseño (I<sub>B</sub>) de:

INTENSIDAD DE DISEÑO (I <sub>B</sub> )
50×83,8 A

Teniendo en cuenta el sistema de instalación más desfavorable del circuito, la sección por criterio de calentamiento ha de ser mayor o igual a 50×50,0 mm<sup>2</sup>.

Finalmente, se adopta la sección de 50×50,0 mm<sup>2</sup> por calentamiento:

<b>SECCIÓN ADOPTADA</b>
<b>Exzhellent RZ1-K (AS) 50×(4×50)mm<sup>2</sup> Cu</b>

Según norma UNE HD 60364-5-52:2014, para la referencia 57, método C, la tabla B.52.5 col.6 Cu, y los factores correctores calculados (0,91×1,00=0,91), se obtiene una intensidad máxima admisible (I<sub>z</sub>) de:

<b>INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (I<sub>z</sub>)</b>		
<b>I<sub>z</sub> = 50×0,91×179 = 8.144,5 A</b>		
<b>TABLA B.52.5 COL.6 CU</b>		
<b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>I<sub>zt</sub> (A)</b>	<b>0,91×I<sub>zt</sub> = I<sub>z</sub> (A)</b>
50	179	162,89
70	229	208,39
95	278	252,98
120	322	293,02
150	371	337,61
185	424	385,84
240	500	455,00
300	576	524,16
400	576	524,16
500	576	524,16
630	576	524,16
800	576	524,16
1.400	576	524,16

Dada la sección elegida, se producen las siguientes caídas de tensión:

<b>PUNTOS DE CONSUMO</b>												
<b>Nombre</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>f.p.</b>	<b>L (m)</b>	<b>DU<sub>3L</sub> (%)</b>	<b>DU<sub>RN</sub> (%)</b>	<b>DU<sub>SN</sub> (%)</b>	<b>DU<sub>TN</sub> (%)</b>	<b>SL (m)</b>	<b>SDU<sub>3L</sub> (%)</b>	<b>SDU<sub>RN</sub> (%)</b>	<b>SDU<sub>SN</sub> (%)</b>	<b>SDU<sub>TN</sub> (%)</b>
Línea IG del Cuadro	2.613.750	0,9000	13,634	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Partiendo de las impedancias calculadas desde el inicio de la instalación, se obtiene una intensidad de cortocircuito máxima de Ik3M: 84,1 KA en cabecera del circuito, y mínima de Ik2m: 55,117 KA al final del mismo.

## 7.2 DETALLE DEL CÁLCULO DE CIRCUITOS

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN														
Ref.	Descripción	P (W)	U <sub>n</sub> (V)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>PROT</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	Fct·I <sub>zt</sub> (A)	I <sub>ccmáx</sub> (KA)	I <sub>ccmín</sub> (KA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Montaje	L <sub>DU</sub> (m)	DU (%)	SDU (%)
AC	Línea de acometida	2.613.750	400	4.191,8	-	8.144,5	50×0,91×179	84,1	55,117	Exzhellent RZ1-K (AS) 50×(4×50)mm <sup>2</sup> Cu	57/C	13,634	0,22%	0,22%
LÍNEA IG DEL CUADRO														
Ref.	Descripción	P (W)	U <sub>n</sub> (V)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>PROT</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	Fct·I <sub>zt</sub> (A)	I <sub>ccmáx</sub> (KA)	I <sub>ccmín</sub> (KA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Montaje	L <sub>DU</sub> (m)	DU (%)	SDU (%)
C07	Línea Bomba 6	625.000	400	1.002,3	1.200	1.216,1	4×0,5915×514	82,5	43,732	Exzhellent RZ1-K (AS) 4×(4×300)+TT×630mm <sup>2</sup> Cu	59/B1	26,428	0,30%	0,30%
C03	Línea Bomba 2	200.000	400	320,8	800	860,0	3×0,637×450	82,5	35,133	Exzhellent RZ1-K (AS) 3×(4×240)+TT×400mm <sup>2</sup> Cu	59/B1	32,067	0,18%	0,18%
C05	Línea Bomba 4	393.750	400	631,5	800	860,0	3×0,637×450	82,5	39,633	Exzhellent RZ1-K (AS) 3×(4×240)+TT×400mm <sup>2</sup> Cu	59/B1	23,954	0,26%	0,26%
C09	Línea Bomba 8	625.000	400	1.002,3	1.200	1.216,1	4×0,5915×514	82,5	39,403	Exzhellent RZ1-K (AS) 4×(4×300)+TT×630mm <sup>2</sup> Cu	59/B1	35,969	0,40%	0,40%
C01	Línea Bomba 1	200.000	400	320,8	800	860,0	3×0,637×450	82,5	34,072	Exzhellent RZ1-K (AS) 3×(4×240)+TT×400mm <sup>2</sup> Cu	59/B1	34,277	0,19%	0,19%
C04	Línea Bomba 3	393.750	400	631,5	800	860,0	3×0,637×450	82,5	36,269	Exzhellent RZ1-K (AS) 3×(4×240)+TT×400mm <sup>2</sup> Cu	59/B1	29,838	0,33%	0,33%
C06	Línea Bomba 5	625.000	400	1.002,3	1.200	1.216,1	4×0,5915×514	82,5	42,170	Exzhellent RZ1-K (AS) 4×(4×300)+TT×630mm <sup>2</sup> Cu	59/B1	29,653	0,33%	0,33%
C08	Línea Bomba 7	625.000	400	1.002,3	1.200	1.216,1	4×0,5915×514	82,5	40,912	Exzhellent RZ1-K (AS) 4×(4×300)+TT×630mm <sup>2</sup> Cu	59/B1	32,422	0,36%	0,36%

### TERMINOLOGÍA / ABREVIATURAS:

- **Ref.:** Referencia corta del circuito.
- **Descripción:** Descripción del circuito.
- **P (W):** Potencia total activa máxima prevista.
- **Un (V):** Tensión nominal.
- **Ib (A):** Intensidad de diseño o máxima prevista.
- **I<sub>PROT</sub> (A):** Intensidad nominal (o regulación térmica) del dispositivo de protección.
- **I<sub>z</sub> (A):** Intensidad máxima admisible del circuito.
- **Fct·I<sub>zt</sub> (A):** Factor corrector multiplicado por la intensidad máxima admisible reflejada en la norma.
- **I<sub>ccmáx</sub>(KA):** Intensidad máxima de cortocircuito al inicio del circuito.

- **I<sub>ccmín</sub>(KA):** Intensidad mínima de cortocircuito al final del circuito.
- **Sección (mm<sup>2</sup>):** Designación de la sección adoptada.
- **Montaje:** Referencia del método de instalación más desfavorable por el que discurre el circuito.
- **L<sub>ΔU</sub> (m):** Longitud hasta el receptor con mayor caída de tensión.
- **ΔU (%):** Caída de tensión en el receptor más desfavorable del circuito.
- **ΣΔU (%):** Caída de tensión acumulada en el receptor más desfavorable del circuito.

### 7.3 DETALLE DE SELECCIÓN DE APARAMENTA

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN											
Dispositivo	Modelo	Nº polos	U (V)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>ccmáx</sub> (KA)	I <sub>cu</sub> (KA)	I <sub>ccmín</sub> (KA)	Curva
LÍNEA IG DEL CUADRO											
Dispositivo	Modelo	Nº polos	U (V)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>ccmáx</sub> (KA)	I <sub>cu</sub> (KA)	I <sub>ccmín</sub> (KA)	Curva
IG Línea IG del Cuadro	5.000A/4P	4P	400	4.191,8	5.000			82,5			
PCS Línea IG del Cuadro			0	4.931,5	0			82,5			
IDG Línea IG del Cuadro 1	410560_8jm	4P	400	2.566,0	4.000		30	82,5			
ID Fz 7	410560_6jm_10	4P	400	1.002,3	2.000		10	82,5			
PIA C07	jm7	4P	450	1.002,3	1.200	1216,1		82,5	1.100	43,732	C
ID Fz 3	410560_6jm_10	4P	400	320,8	2.000		10	82,5			
PIA C03	jm6	4P	450	320,8	800	860,0		82,5	95	35,133	C
ID Fz 5	410560_6jm_10	4P	400	631,5	2.000		10	82,5			
PIA C05	jm6	4P	450	631,5	800	860,0		82,5	95	39,633	C
ID Fz 9	410560_6jm_10	4P	400	1.002,3	2.000		10	82,5			
PIA C09	jm7	4P	450	1.002,3	1.200	1216,1		82,5	1.100	39,403	C
IDG Línea IG del Cuadro	410560_8jm	4P	400	2.566,0	4.000		30	82,5			
ID Fz 2	410560_6jm_10	4P	400	320,8	2.000		10	82,5			
PIA C01	jm6	4P	450	320,8	800	860,0		82,5	95	34,072	C
ID Fz 4	410560_6jm_10	4P	400	631,5	2.000		10	82,5			
PIA C04	jm6	4P	450	631,5	800	860,0		82,5	95	36,269	C
ID Fz 6	410560_6jm_10	4P	400	1.002,3	2.000		10	82,5			
PIA C06	jm7	4P	450	1.002,3	1.200	1216,1		82,5	1.100	42,170	C
ID Fz 8	410560_6jm_10	4P	400	1.002,3	2.000		10	82,5			
PIA C08	jm7	4P	450	1.002,3	1.200	1216,1		82,5	1.100	40,912	C

#### TERMINOLOGÍA / ABREVIATURAS:

- **Dispositivo:** Nombre del dispositivo.
- **Modelo:** Referencia del modelo.
- **Nº polos:** Número de polos.
- **U (V):** Tensión nominal.
- **Ib (A):** Intensidad de diseño.
- **In (A):** Intensidad nominal o intensidad de regulación térmica del dispositivo.
- **Iz (A):** Intensidad máxima admisible del circuito.
- **Is (mA):** Sensibilidad.
- **Iccmáx (KA):** Intensidad de cortocircuito máxima en el dispositivo.
- **Icu (KA):** Poder de corte del dispositivo.
- **Iccmín (KA):** Intensidad de cortocircuito mínima al final del circuito.
- **Curva:** Curva de protección.

## 8 MEDICIONES GENERALES

LISTADO DE MEDICIONES GENERALES				
Nº Partida	Código Precio	Unidades	Descripción	Medición
2.1	-	m	LÍNEA DE ACOMETIDA trifásica formada por conductores unipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección 50x(4x50)mm <sup>2</sup> Cu, aislamiento de XLPE para una tensión nominal 0.6/1kV; en sin canalización empotrado en pared de mampostería. Totalmente instalado y conectado; i/p.p. de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación conforme a REBT.	13,63
9.1	-	ud	CUADRO GENERAL de mando y protección marca Schneider electric modelo Pragma superficie, referencia PRA13814, formado por caja de superficie, de dimensiones 550x750x148mm, con 4 filas (96 elementos), grado de protección IP0, perfil omega y embarrado de protección, compuesto por:  1 ud. de Aparamenta 5.000A/4P 4P 400 V 5.000 A 1 ud. de PCS 400 V 2 uds. de Diferencial 410560_8jm 4P 400 V 4.000 A 30 mA 8 uds. de Diferencial 410560_6jm_10 4P 400 V 2.000 A 10 mA 4 uds. de Magnetotérmico jm7 4P 400 V 1.200 A 1.100 KA Curva C 4 uds. de Magnetotérmico jm6 4P 400 V 800 A 95 KA Curva C  Instalado, conexionado y rotulado, según REBT.	1
13.1	-	m	Circuito trifásico para DISTRIBUCIÓN INTERIOR destinado a alimentar PUNTOS DE FUERZA; formado por conductores unipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección 4x(4x300)+TTx630mm <sup>2</sup> Cu, aislamiento de XLPE para una tensión nominal 0.6/1kV; en tubo flexible empotrado en pared de mampostería. Totalmente instalado y conectado; i/p.p. de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación conforme a REBT.	124,47
13.2	-	m	Circuito trifásico para DISTRIBUCIÓN INTERIOR destinado a alimentar PUNTOS DE FUERZA; formado por conductores unipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección 3x(4x240)+TTx400mm <sup>2</sup> Cu, aislamiento de XLPE para una tensión nominal 0.6/1kV; en tubo flexible empotrado en pared de mampostería. Totalmente instalado y conectado; i/p.p. de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación conforme a REBT.	120,14
34.1	-	ud	BOMBA 1, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.2	-	ud	BOMBA 2, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.3	-	ud	BOMBA 3, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1

34.4	-	ud	BOMBA 4, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.5	-	ud	BOMBA 5, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.6	-	ud	BOMBA 6, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.7	-	ud	BOMBA 7, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.8	-	ud	BOMBA 8, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1

1	MEMORIA DE PROYECTO .....	2
1.1	ANTECEDENTES.....	2
1.2	LEGISLACIÓN APLICABLE .....	2
1.3	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO .....	2
1.4	POTENCIA PREVISTA E INSTALADA.....	3
1.5	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	4
1.6	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	10
2	ANEXO DE CÁLCULO.....	13
2.1	ANEXO DE CÁLCULO .....	13
3	ANEXO DETALLES DE CÁLCULO .....	25
3.1	CÁLCULO DETALLADO DE LÍNEAS PRINCIPALES .....	25
3.2	DETALLE DEL CÁLCULO DE CIRCUITOS.....	41
3.3	DETALLE DE SELECCIÓN DE APARAMENTA.....	44
4	MEDICIONES GENERALES.....	46

# 1 MEMORIA DE PROYECTO

## 1.1 ANTECEDENTES

El presente Proyecto comprende el diseño y cálculo de la instalación eléctrica de los servicios auxiliares (iluminación, valvulería, equipos de aire, etc, ...) en la estación de Bombeo del proyecto de modernización del Sector G en la Comunidad de Regantes del Canal del Pisuerga (Palencia).

### OBJETO

El Objeto del presente proyecto eléctrico es el de proporcionar las normas y descripciones necesarias, con el fin de obtener de los Organismos Competentes las oportunas autorizaciones para realizar el montaje y posteriormente, previa inspección y legalización, obtener la puesta en servicio.

Se han tenido en cuenta los datos y planos facilitados por el cliente y las condiciones técnicas adecuadas a este tipo de instalaciones.

## 1.2 LEGISLACIÓN APLICABLE

La instalación cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados, así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, y en particular la que se enumera a continuación:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, y publicado en el B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Normas UNE de referencia listadas en la Instrucción ITC-BT-02 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución, que para el suministro tiene establecidas la Cía. Distribuidora de la zona.
- Ordenanzas y normas municipales.

## 1.3 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

### Localización

El edificio de la estación de bombeo se ubica en el término municipal de Melgar de Yuso (Palencia) en el polígono 11 parcela 36 con la referencia catastral 34104A011000360000YK.

### Actividad y uso

El edificio tendrá uso Industrial, dando servicio de riego a la zona a modernizar en el presente proyecto.

<b>LISTADO DE ESPACIOS FOSO BOMBEO</b>				
<b>Espacio</b>	<b>Actividad</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Superficie útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura libre (m)</b>
ES-008	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	648,37	13,000
<b>LISTADO DE ESPACIOS PLANTA BAJA</b>				
<b>Espacio</b>	<b>Actividad</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Superficie útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura libre (m)</b>
ES-005	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	39,81	3,000
ES-002	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	13,60	3,000
ES-004	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	34,54	3,000
ES-001	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	13,48	3,000
ES-006	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	136,36	3,000
ES-003	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	31,28	3,000
<b>LISTADO DE ESPACIOS PLANTA 1</b>				
<b>Espacio</b>	<b>Actividad</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Superficie útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura libre (m)</b>
ES-007	G.1.1: Carga, operaciones con artículos, maquinaria	Sin especificar	155,70	3,000

## **1.4 POTENCIA PREVISTA E INSTALADA**

Centro de transformación

<b>EN EDIFICIOS COMERCIALES, DE OFICINAS O DESTINADOS A UNA O VARIAS INDUSTRIAS, AGRARIOS O DE SERVICIOS (ITC-BT-10 APARTADO 4)</b>				
<b>POTENCIA INSTALADA PARA CUADRO FUERZA SALA BOMBAS</b>				
<b>ALUMBRADO (Denominación de receptor)</b>	<b>Potencia</b>		<b>FUERZA (Denominación de receptor)</b>	<b>Potencia</b>
Luminaria modelo Philips-BVP125 T25 S LED120/- NO-98W	3.626 W		Tomas usos varios	14.720 W
Luminaria modelo Philips-RC132V W60L60 PSU OC LED43S/- NO-35W	1.470 W		Motor Compuerta Entrada Canal	2.000 W
Luminaria modelo Philips-DN140B PSU IP54 D216 WR LED20S/- NO-19W	247 W		Motor Compuerta BalsaR_Filtro	2.000 W
Línea Alumbrado Emergencia	4.100 W		Motor Filtro de Cadenas	3.500 W
Línea Balsa Iluminación	1.000 W		Motor-Limpiarejas	3.000 W

Punto Luz_Limpiarejas_Balsa Regulación	500 W	Motor Puerta Entrada Parcela	500 W
		Motor Puente Grúa	7.500 W
		Motor-VB4	600 W
		Motor-VB3	600 W
		Motor-VB2	500 W
		Motor-VM Colector Aspiración	2.000 W
		Motor VM Impulsión	2.000 W
		Motor-VB1	500 W
		Motor-VB5	700 W
		Motor-VB6	700 W
		Motor-VB7	700 W
		Motor-VB8	700 W
		Caudalimetro	100 W
		Equipo Climatización 2_Ext	2.000 W
		Equipo Climatización 1_Ext	2.000 W
		Equipo Climatización 2	2.000 W
		Equipo 1 Climatización	2.000 W
		Equipo Climatización 3	2.000 W
		Equipo Climatización 3_Ext	2.000 W
		Trifasica Balsa Almacenamiento	2.000 W
		Motor-VAL. MARIP. 1600 RED	1.000 W
		Motor-VALV. MARIP. Balsa ALM	1.000 W
		Motor-Extractor 1	330 W
		Motor - Extractor	330 W
		Motor-Extractor	330 W
		Motor-Ventilador	990 W
		Motor Puerta Sala Carga/Descarga	100 W
		Motor eléctrico	300 W
		Símbolos de motor	400 W
<b>TOTAL ALUMBRADO</b>	<b>10.943 W</b>	<b>TOTAL FUERZA</b>	<b>61.100 W</b>
<b>POTENCIA INSTALADA (ALUMBRADO + FUERZA)</b>			<b>72.043 W</b>

En base a la potencia total instalada y aplicando los factores indicados por el REBT, así como la simultaneidad o reserva estimada en cada circuito, se considera una POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA EL SUMINISTRO de 61.237 W.

## 1.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

### SUMINISTRO ELÉCTRICO Centro de transformación

La energía será suministrada mediante Centro de transformación de las siguientes características:

- Sistema Trifásico a 50 Hz;
- Tensión en el primario 13.200 V;
- Tensión en el secundario 420 V;
- Potencia Nominal Aparente 250 KVA;

- Tensión de cortocircuito 4,0 %;
- Pérdidas en el cobre 2,3 %.

A efectos del cálculo de la intensidad de cortocircuito en cada punto de la instalación, y según datos de la Compañía Distribuidora, se partirá de una potencia de cortocircuito máxima de la red de distribución de 500 MVA y mínima de 300 MVA.

El esquema de conexión de tierra corresponderá al sistema TT.

#### **LÍNEA DE ACOMETIDA** Línea Servicios Auxiliares

Esta línea parte del punto de suministro y alimenta al Cuadro General de Baja Tensión Cuadro Fuerza Sala Bombas.

Estará constituida por cable unipolar de Exzhellent RZ1-K (AS) (según Normas de la Compañía Suministradora), aislamiento de material XLPE, a una tensión de 0.6/1kV, conductor de Cu según norma UNE-211223-4 EN 13501-6 y características de resistencia al fuego Cca-as1b,d1,a1 según CPR, distribuido en 3×(R-S-T+N) y bajo una tensión de línea de 420 V.

Deberá suministrar un máximo de 62.830 W, por lo que se ha elegido una sección de Exzhellent RZ1-K (AS) 3×(4×50)mm<sup>2</sup> Cu, que admite una intensidad máxima de 334,4 A (método B1 de la norma UNE HD 60364-5-52:2014), suficiente para soportar los 93,7 A correspondientes a la potencia máxima prevista para la línea, y produciéndose una caída de tensión del 0,06% a lo largo de los 10,278 m de longitud hasta el punto más alejado.

Se ha calculado una intensidad de cortocircuito máxima de 9,3 KA en cabecera de la línea, y mínima de 6,648 KA en el extremo final.

La instalación será principalmente en tubo flexible empotrado en pared de mampostería, dejándose en previsión una reserva de igual capacidad.

#### **CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN** Cuadro Fuerza Sala Bombas

A continuación de la derivación individual se instalará el cuadro principal de mando y protección situado en la planta de acceso en el lugar indicado en planos.

Dicho cuadro cumplirá con las normas UNE-EN 600670-1 y UNE-EN 61439-3 y tendrán un grado de protección, como mínimo de IP-30 e IK-07, instalándose un interruptor general automático de corte omnipolar, de este cuadro saldrán las líneas que alimentan a los diferentes circuitos y cuadros secundarios.

Será de construcción cerrada por techo, fondo y laterales (salvo entrada y salida de cables) siendo accesible por su frente anterior mediante puertas equipadas con bisagras y cerrojos, disponiendo de un 10% de espacio de reserva y del correspondiente bolsillo porta planos rígido para alojar el esquema de los mismos.

Se indicará en cada interruptor de protección el circuito al que pertenece y todos los interruptores serán de corte omnipolar.

### **CUADROS SECUNDARIOS**

Los cuadros secundarios serán de superficie o empotrar, metálicos, o bien, de poliéster, según el caso, con puerta transparente o ciega y con capacidad de albergar como mínimo un 25% más de los elementos de que disponen (incluidos los dispositivos para el control del edificio).

La composición de estos cuadros está debidamente detallada en planos y anejo de cálculo. No obstante, dispondrán en general de los siguientes elementos:

- Interruptor magnetotérmico general de corte omnipolar, de II, III o IV polos, con poder de corte adecuado, dimensionado para la suma de potencias máximas previstas de todos los circuitos del cuadro.
- Interruptores diferenciales de 30 y 300 mA, para conjuntos de circuitos, tanto en alumbrado, como en fuerza, para facilitar la distribución de las fases y garantizar un equilibrio óptimo.
- Magnetotérmicos de II, III o IV polos, según circuito, de corte omnipolar, para proteger contra cortocircuitos y sobrecargas cada uno de los circuitos finales de utilización.

En la determinación y elección de los interruptores se ha tenido en cuenta el estudio de la selectividad de disparo, de tal forma que únicamente abrirá el interruptor más cercano al punto donde ha tenido lugar el fallo, dejando con ello fuera de servicio la mínima parte de la instalación.

### **INSTALACIÓN INTERIOR**

Las líneas de distribución eléctrica partirán de los cuadros de mando y protección hasta los receptores dependientes de cada uno de los circuitos eléctricos reseñados en los esquemas. Esta distribución será en toda su extensión acorde con lo reflejado en el REBT.

Los conductores de protección presentarán las mismas características que los conductores activos.

La identificación de los conductores de la instalación se realizará por códigos de colores reservando el azul para el conductor neutro y el amarillo-verde para el conductor de tierra que hasta la sección de 16 mm<sup>2</sup> conservará la misma sección que el conductor activo.

La sección de los conductores se determina de acuerdo con los métodos de cálculo descritos en el Anexo de cálculos, y en función de la densidad de corriente máxima admitida por cada tipo de cable y de montaje, y de la caída de tensión correspondiente del circuito considerado, contemplando la longitud del circuito y el tipo de distribución.

Se colocarán cajas de derivación y registros de modo que en tramos rectos no estén separadas entre sí más de 15 m, y el número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no sea superior a 3.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos. Los diámetros interiores nominales mínimos en milímetros para los tubos protectores en función del número, clase y sección de los conductores que han de alojar, según sistema de instalación y clase de los tubos, serán los dispuestos en la ITC-BT-21.

#### **ALUMBRADO**

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60.598.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Todas las zonas de iluminación dispondrán al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control. No se aceptarán los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.

#### **FUERZA**

Circuitos de fuerza para tomas de corriente

La distribución se hará a tres hilos (fase, neutro y tierra) para circuitos monofásicos, o bien a cinco hilos (tres fases, neutro y tierra) para circuitos trifásicos.

#### **MECANISMOS**

Los mecanismos a instalar serán como mínimo de 10 A. para interruptores y de 16 A. para enchufes, serán empotrables o de superficie, de primera calidad, siendo el modelo y color a definir en función de las características y color de las paredes.

Se colocarán a distancias del suelo de 0,8 a 1,10 m. para interruptores conmutadores y de 0,3 m. para bases de enchufe excepto en locales especiales y en zonas de aseos que se colocarán todos a 1,10 como mínimo.

En ningún caso se utilizarán las cajas de los mecanismos como cajas de derivación debiendo realizarse éstas en las cajas de registro correspondientes de las líneas secundarias de la que deriven.

## **SISTEMAS DE PROTECCIÓN**

### Protección contra contactos directos

Los medios utilizados para realizar la protección contra los contactos directos son el aislamiento de partes activas y empleo de barreras o envolventes. La instalación queda cubierta mediante la instalación de conductores aislados bajo tubo y bandejas, aparatos de protección y maniobra de tipo empotrado y conexiones mediante regletas (ITC-BT-24).

### Protección contra contactos indirectos

El sistema empleado para la protección contra contactos indirectos es el de corte automático de la alimentación en el inicio del circuito, de acuerdo con la ITC-BT-24, mediante la instalación de interruptores automáticos de corte omnipolar con protección diferencial asociados al circuito de puesta a tierra.

Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Al circuito de tierra se conectará:

- Las tuberías metálicas.
- Las masas metálicas importantes.
- Las masas metálicas de los aparatos receptores cuando su clase de aislamiento y condiciones de instalación así lo exijan.

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

El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Todos los cuadros, cajas de derivación y tomas de corriente de la instalación dispondrán obligatoriamente de borne para su conexión al circuito de puesta a tierra.

### 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.

Las sobrecargas pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omipolar.

Siguiendo las indicaciones de la Instrucción ITC-BT-22 y según se refleja en planos se ha previsto la instalación de interruptores automáticos magnetotérmicos de corte omipolar de poder de corte mínimo de 6 KA según UNE EN 60947.2 y curva de disparo AC.

La instalación de estos aparatos se realizará en el origen de cada circuito, así como en cada uno de los puntos de la instalación en que la intensidad admisible disminuye por cambios debidos a variación de la sección de los conductores, condiciones de la instalación, etc.

La reducción progresiva en el calibre de estos aparatos desde el origen de la instalación a los receptores asegura la protección selectiva de la misma

Protección contra sobretensiones

Se ha previsto la instalación de dispositivos de protección contra sobretensiones en los cuadros eléctricos para garantizar la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como repercusión en la continuidad del suministro eléctrico.

## **1.6 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

Se establecerá con el objetivo principal de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y eliminando o disminuyendo el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

### **NATURALEZA DEL TERRENO**

Tanto la naturaleza del terreno como el valor de su resistividad adoptados se detallan en el correspondiente anexo de cálculo. No se tendrán en cuenta las posibles variaciones estacionales, temperatura ni estratigrafía del terreno. Estos factores se han tomado como irrelevantes, por no ser extremos.

Para que no aumente la resistividad del terreno, al colocar los electrodos de picas correspondientes a esta instalación, se procederá a compactar el terreno para que se produzca un buen contacto pica-terreno.

### **TOMAS DE TIERRA**

#### Electrodos

- Picas de acero cobreado, de 20 mm de diámetro y longitud 2 metros. Estas picas se unirán al conductor enterrado por soldadura aluminotérmica.
- Malla de conductores enterrados horizontalmente: tal y como se indica en el plano correspondiente, la red de electrodos se colocará debajo de la cimentación del edificio, de forma que pueda quedar protegida la unión electrodo-terreno de las variaciones climatológicas, de humedad y de posibles agresiones de maquinaria. Los conductores enterrados tendrán una sección de 35 mm<sup>2</sup> y serán de cobre macizo desnudo. Se colocarán por el perímetro del edificio, además de recorridos transversales tal y como está indicado en el plano correspondiente. Los recorridos transversales se unirán al perímetro mediante soldadura aluminotérmica.

La armadura de los pilares de hormigón, así como la estructura metálica del edificio se unirán a la malla subterránea mediante soldadura aluminotérmica.

### **LÍNEA DE ENLACE CON TIERRA**

Es la parte de la instalación que une el conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra. Serán conductores de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección.

### **PUNTO DE PUESTA A TIERRA**

Es el punto de conexión situado fuera del terreno y sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra, es decir, es el punto de unión entre la toma de tierra propiamente dicha y la puesta a tierra del edificio.

Estará constituido por un sistema que permita la conexión y desconexión de la toma de tierra, para poder independizar el circuito de tierra del edificio, y poder hacer mediciones de la resistencia de puesta a tierra periódicamente.

En uno de los extremos del punto de puesta a tierra se soldará la línea de enlace con tierra y en el otro la línea principal de tierra. La soldadura será aluminotérmica.

El punto de puesta a tierra será una pletina de cobre recubierta de cadmio, con unas dimensiones de 33 cm de largo, 2,5 cm de ancho y un espesor de 0,4 cm. También dispondrá de apoyo de material aislante que eviten las corrientes de paso. El punto de puesta a tierra estará ubicado en el interior de una arqueta, formada por un muro aparejada de 12 cm de espesor de ladrillo macizo, de resistencia 100 Kg / cm<sup>2</sup>, y con juntas de mortero M-40 de 1 cm de espesor.

La tapa estará colocada de tal forma que no sea registrable accidentalmente. Por lo general será de hormigón, con una resistencia de 175 Kg / cm<sup>2</sup>.

Se han dispuesto dos puntos de puesta a tierra, distribuidos de la siguiente forma:

- 1 punto de puesta a tierra para los conductores de protección de los circuitos que parten del Cuadro General de Baja Tensión del edificio.
- 1 punto de puesta a tierra para la partes metálicas de las instalaciones de fontanería, calefacción, depósitos, calderas, y en general todo elemento metálico importante.

### **LÍNEAS PRINCIPALES**

Se considera que hay dos líneas principales de tierra, cada una de ellas correspondiente a los cuatro puntos de puesta a tierra definidos en el apartado anterior.

- 1 línea principal para los conductores de protección. Esta línea irá unida al embarrado de tierra del Cuadro General de Baja Tensión del Edificio, y de aquí saldrá el conductor de cobre, debidamente protegido, hasta conectarse con el circuito de tierra general proyectado.
- 1 línea principal de sección 16 mm<sup>2</sup> o superior, de cobre las instalaciones de fontanería y calefacción, depósitos, calderas, y en general todo elemento metálico importante.

### **DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES**

Son conductores de cobre que unen la línea principal con los conductores de protección, o bien directamente las masas de los aparatos o elementos metálicos que existan en los edificios.

### **CONDUCTORES DE PROTECCIÓN**

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

Las conexiones de los conductores de protección se harán mediante piezas de conexión de aprieto con rosca, que serán de acero inoxidable, y con un sistema que evite el desaprieto, o bien mediante soldadura.

Los conductores de la puesta a tierra han de tener un contacto eléctrico perfecto, tanto en las partes metálicas que se deseen poner a tierra como en los electrodos.

No se interrumpirán los circuitos a tierra con seccionadores, fusibles, interruptores manuales o automáticos etc.

## 2 ANEXO DE CÁLCULO

### 2.1 ANEXO DE CÁLCULO

#### PREVISIÓN DE POTENCIAS

Se realiza el cómputo general de potencias según lo establecido en la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se calcula la potencia máxima prevista en cada tramo sumando la potencia instalada de los receptores que alimenta, y aplicando la simultaneidad adecuada y los coeficientes impuestos por el REBT. Entre estos últimos cabe destacar:

- Factor de 1'8 a aplicar en tramos que alimentan a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga. (Instrucción ITC-BT-09, apartado 3 e Instrucción ITC-BT 44, apartado 3.1 del REBT).
- Factor de 1'25 a aplicar en tramos que alimentan a uno o varios motores, y que afecta a la potencia del mayor de ellos. (Instrucción ITC-BT-47, apartado. 3 del REBT).

#### INTENSIDAD MÁXIMA PREVISTA

La intensidad máxima de diseño ( $I_b$ ) se determina en función de la potencia prevista y de la tensión del sistema usando el método de los fasores:

Se expresa el fasor correspondiente a la potencia aparente  $S$  como:

$$\vec{S} = \vec{P} + j\vec{Q}$$

Siendo  $P$  la potencia activa y  $Q$  la potencia reactiva, relacionadas por el factor de potencia:

$$\cos\varphi = \frac{\vec{P}}{|\vec{S}|}$$

$$|\vec{S}| = \sqrt{\vec{P}^2 + \vec{Q}^2}$$

Definiendo un sistema de tensiones de fase  $U$  en secuencia directa ( $R$  en línea,  $S$  retrasada  $120^\circ$ ,  $T$  adelantada  $120^\circ$ ), la siguiente expresión relaciona la potencia con la intensidad:

$$\vec{S} = \vec{U} \cdot \vec{I}^*$$

Dónde  $I^*$  es el complejo conjugado de la intensidad  $I$ , que se puede obtener operando.

$$\vec{I} = \frac{\vec{S}^*}{\vec{U}^*}$$

En sistemas desequilibrados, la intensidad por el neutro es la suma vectorial de las intensidades por cada fase.

En los casos particulares de distribución monofásica y trifásica equilibrada, las expresiones anteriores se podrían simplificar como sigue:

Distribución monofásica	Distribución trifásica equilibrada
$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$	$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$
U = Tensión de línea: F-N en monofásica y F-F en trifásica (V). P = Potencia activa máxima prevista (W). I <sub>b</sub> = Intensidad máxima prevista (A). cos j = Factor de potencia.	

## SECCIÓN

Se determina la sección por varios métodos atendiendo a distintos criterios de cálculo (calentamiento, caída de tensión, selección de protección, etc.), y se elige la sección normalizada mayor. Se consideran las secciones mínimas de:

- Centro de transformación: 1,5 mm<sup>2</sup> para alumbrado y 2,5 mm<sup>2</sup> para fuerza.

Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento

Se aplica para el cálculo por calentamiento lo expuesto en la norma UNE-HD 60364-5-52:2014.

La intensidad máxima que debe circular por un cable para que éste no se deteriore viene marcada por las tablas B.52.2 a B.52.13.

En función del método de instalación adoptado de la tabla A.52.3, se determina el método de referencia según B.52.1, que en función del tipo de cable indicará la tabla de intensidades máximas que se ha de utilizar.

La intensidad máxima admisible (I<sub>z</sub>) se ve afectada por una serie de factores como son la temperatura ambiente, la agrupación de varios cables, la exposición al sol, etc. que generalmente reducen su valor.

- Se calcula el factor por temperatura ambiente a partir de las tablas B.52.14 y B.52.15.
- El factor por agrupamiento, de las tablas B.52.17, B.52.18, B.52.19A y B.52.19B.

- El factor por resistividad del terreno, en el caso de instalaciones enterradas, se obtiene de la tabla B.52.16.
- Si el cable está expuesto al sol, o bien, se trata de un cable con aislamiento mineral, desnudo y accesible, se aplica directamente un 0,9.

Para el cálculo de la sección, se divide la intensidad de cálculo ( $I_b$ ) por el producto de todos los factores correctores, y se busca en la tabla la sección correspondiente para el valor resultante.

Para determinar la intensidad máxima admisible del cable, se busca en la misma tabla la intensidad para la sección adoptada, y se multiplica por el producto de los factores correctores.

De este modo, la sección elegida por calentamiento tiene que cumplir la siguiente expresión:

$$I_b < I_z$$

Siendo:

- $I_b$  = Intensidad máxima prevista (A).
- $I_z$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).
- En definitiva, se trata de adoptar una sección en la que el paso de la intensidad de diseño no eleve su temperatura más allá del límite admisible por el aislamiento del cable. Las temperaturas máximas de funcionamiento según los tipos de aislamiento los marca la tabla 52.1 de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014.
- Tipo de aislamiento Límite de Temperatura, °C
  - Policloruro de vinilo (PVC) y aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) Conductor: 70 °C
  - Polietileno reticulado (XLPE) y goma o caucho de etileno - propileno (EPR) Conductor: 90 °C
  - Mineral (con cubierta de PVC ó desnudo y accesible) Cubierta: 70 °C
  - Mineral (desnudo e inaccesible y no en contacto con materiales combustibles) Cubierta: 105 °C

Criterio de la caída de tensión

Este método consiste en calcular la sección mínima que respete los límites de caída de tensión impuestos por la normativa vigente. El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión fija unos límites de caída de tensión en la instalación que se pueden resumir en el siguiente gráfico:

- Centro de transformación



### CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA EN UN TRAMO

Este método se utiliza para evitar sobrepasar los límites de caída de tensión en tramos especiales como pueden ser las líneas generales de alimentación o las derivaciones individuales. Para su uso se utilizan las siguientes fórmulas:

Distribución monofásica	Distribución trifásica
$e = 2 \cdot (R \cdot I_b \cdot \cos \varphi + X \cdot I_b \cdot \operatorname{sen} \varphi)$	$e = \sqrt{3} \cdot (R \cdot I_b \cdot \cos \varphi + X \cdot I_b \cdot \operatorname{sen} \varphi)$
$R = \frac{c \cdot L}{K \cdot S}; X = 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L; I_b = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$	$R = \frac{c \cdot L}{K \cdot S}; X = 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L; I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$
$S = \frac{2 \cdot c \cdot L \cdot P}{K \cdot \left( e - 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L \cdot \frac{P \cdot \tan \varphi}{U} \right) \cdot U}$	$S = \frac{c \cdot L \cdot P}{K \cdot \left( e - 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L \cdot \frac{P \cdot \tan \varphi}{U} \right) \cdot U}$
$\text{si } (c = 1) \text{ y } (x_u = 0) \Rightarrow S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot e \cdot U}$	$\text{si } (c = 1) \text{ y } (x_u = 0) \Rightarrow S = \frac{P \cdot L}{K \cdot e \cdot U}$

S = Sección (mm<sup>2</sup>).

I<sub>b</sub> = Intensidad máxima prevista (A).

P = Potencia activa máxima prevista (W).

cos j = Factor de potencia de la carga

n = Número de conductores por fase.

L = Longitud del tramo (m).

c = Factor de aumento de la resistencia en alterna por efecto piel y proximidad (c=1+gs+gp).

K = Conductividad del material (m / (W·mm<sup>2</sup>)).

x<sub>u</sub> = Reactancia unitaria (W/km)

e = Caída de tensión (V).

U = Tensión de línea: F-N en monofásica y F-F en trifásica (V).

Caída de tensión máxima en la instalación. Método de los momentos eléctricos

Este método permite ajustar los límites máximos de caída de tensión a lo largo de toda la instalación. En este caso, se utilizan los siguientes límites:

- Centro de transformación: 4,5% para alumbrado y 6,5% para fuerza.

Para ejecutarlo, se siguen las siguientes fórmulas:

Distribución monofásica	Distribución trifásica
$S = \frac{2 \cdot c \cdot \sum (P_i \cdot L_i)}{K \cdot \left( e - 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot \frac{\sum (P_i \cdot L_i \cdot \tan \varphi_i)}{U} \right) \cdot U}$	$S = \frac{c \cdot \sum (P_i \cdot L_i)}{K \cdot \left( e - 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot \frac{\sum (P_i \cdot L_i \cdot \tan \varphi_i)}{U} \right) \cdot U}$
$si (c = 1) y (x_u = 0) \Rightarrow S = \frac{2 \cdot \sum (P_i \cdot L_i)}{K \cdot e \cdot U}$	$si (c = 1) y (x_u = 0) \Rightarrow S = \frac{\sum (P_i \cdot L_i)}{K \cdot e \cdot U}$

c = Factor de aumento de la resistencia en alterna por efecto piel y proximidad ( $c = 1 + \gamma_s + \gamma_p$ ).  
 K = Conductividad del material ( $m / (\Omega \cdot mm^2)$ ).  
 $x_u$  = Reactancia unitaria ( $\Omega/km$ )  
 e = Caída de tensión (V).  
 U = Tensión de línea: F-N en monofásica y F-F en trifásica (V).  
 n = Número de conductores por fase.  
 $L_i$  = Longitud desde el tramo hasta el receptor i (m).  
 $P_i$  = Potencia consumida por el receptor i (W).  
 $\cos \varphi$  = Factor de potencia del receptor i.

### CONDUCTIVIDAD

Se determina la conductividad para cada tramo en función del material conductor y de la temperatura de trabajo prevista. La conductividad de un material depende de su temperatura según la siguiente ecuación:

$$K = \frac{1}{\rho}; \quad \rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

Siendo:

- K = Conductividad del conductor a la temperatura T °C ( $m / (\Omega \cdot mm^2)$ ).
- $\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura T °C ( $(\Omega \cdot mm^2)/m$ ).
- $\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20 °C ( $(\Omega \cdot mm^2)/m$ ).
- $\alpha$  = Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor (°C-1).
- ( $\alpha = 0,00392$  °C-1 para el cobre y  $\alpha = 0,00403$  °C-1 para el aluminio).
- T = Temperatura real estimada en el conductor (°C).

Así mismo, la temperatura del conductor al paso de la intensidad de diseño ( $I_b$ ), se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$T = T_0 + (T_{m\acute{a}x} - T_0) \cdot \left( \frac{I_b}{I_z} \right)^2$$

- T = Temperatura real estimada en el conductor (°C).

- $T_{m\acute{a}x}$  = Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento ( $^{\circ}C$ ).
- (PVC= $70^{\circ}C$ , XLPE= $90^{\circ}C$ , EPR= $90^{\circ}C$ ).
- $T_0$  = Temperatura ambiente del conductor ( $^{\circ}C$ ).
- $I_b$  = Intensidad máxima prevista para el conductor (A)
- $I_z$  = Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (A).
- (depende de la sección).

Se deduce que el cálculo por caída de tensión ha de ser iterativo, ya que la intensidad máxima admisible ( $I_z$ ) depende de la sección del conductor. De este modo, se realiza el siguiente proceso para determinar la sección por caída de tensión:

1. Se parte de una temperatura inicial de  $20^{\circ}C$  a la que se determina la conductividad del material conductor (usualmente se utilizan los valores de  $56\text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$  para el cobre y  $35\text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$  para el aluminio).
2. Se calcula la sección por caída de tensión.
3. A partir de la sección resultante, se determina la temperatura de trabajo (al circular la intensidad de diseño), y la nueva conductividad a dicha temperatura.
4. Si la conductividad a la temperatura de trabajo difiere de la usada inicialmente, se vuelve al paso no 2 usando ahora esta conductividad en el cálculo de la sección. Se repite este ciclo hasta que el error sea despreciable, es decir, hasta que las conductividades inicial y final sean prácticamente iguales.

### CAÍDAS DE TENSION

Una vez adoptada una sección adecuada del conductor, se calcula la caída de tensión según las ecuaciones siguientes:

Distribución monofásica	Distribución trifásica
$e = 2 \cdot (R \cdot I_b \cdot \cos \varphi + X \cdot I_b \cdot \sin \varphi)$	$e = \sqrt{3} \cdot (R \cdot I_b \cdot \cos \varphi + X \cdot I_b \cdot \sin \varphi)$
$R = \frac{c \cdot L}{K \cdot S}; X = 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L; I_b = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$	$R = \frac{c \cdot L}{K \cdot S}; X = 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L; I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$
$e = \frac{2 \cdot c \cdot L \cdot P}{K \cdot S \cdot U} + 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L \cdot \frac{P \cdot \tan \varphi}{U}$	$e = \frac{c \cdot L \cdot P}{K \cdot S \cdot U} + 10^{-3} \cdot \frac{x_u}{n} \cdot L \cdot \frac{P \cdot \tan \varphi}{U}$
$\text{si } (c = 1) \text{ y } (x_u = 0) \Rightarrow e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot S \cdot U}$	$\text{si } (c = 1) \text{ y } (x_u = 0) \Rightarrow e = \frac{P \cdot L}{K \cdot S \cdot U}$

e = Caída de tensión (V).  
 $I_b$  = Intensidad máxima prevista (A).  
 P = Potencia activa máxima prevista (W).  
 cos j = Factor de potencia de la carga  
 n = Número de conductores por fase.  
 L = Longitud del tramo (m).  
 c = Factor de aumento de la resistencia en alterna por efecto piel y proximidad ( $c=1+g_s+g_p$ ).  
 K = Conductividad del material ( $m / (W \cdot mm^2)$ ).  
 $x_u$  = Reactancia unitaria (W/km)  
 S = Sección ( $mm^2$ ).  
 U = Tensión de línea: F-N en monofásica y F-F en trifásica (V).

### INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

Será necesario conocer dos niveles de intensidad de cortocircuito:

- La corriente máxima de cortocircuito ( $I_{cc \text{ máx}}$ ), determina el poder de corte de los interruptores automáticos.
- La corriente mínima de cortocircuito ( $I_{cc \text{ mín}}$ ), permite seleccionar las curvas de disparo de los interruptores automáticos y fusibles.

Para calcular estas intensidades en cada punto de la instalación se utiliza el método de las impedancias. Éste método consiste en sumar las resistencias y reactancias situadas aguas arriba del punto considerado, y aplicar las siguientes expresiones:

Defecto trifásico:

$$I_{cc3} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}}$$

Defecto bifásico:

$$I_{cc2} = \frac{c \cdot U_n}{2 \cdot Z_{cc}}$$

Defecto monofásico:

$$I_{cc1} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})}$$

Defecto a tierra:

$$I_{cch} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_h)}$$

Donde:

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}; \quad R_{cc} = R_Q + R_T + R_L; \quad X_{cc} = X_Q + X_T + X_L$$

$$(Z_{cc} + Z_{LN}) = \sqrt{(R_{cc} + R_{LN})^2 + (X_{cc} + X_{LN})^2}$$

$$(Z_{cc} + Z_h) = \sqrt{(R_{cc} + R_h)^2 + (X_{cc} + X_h)^2}$$

- Icc3 = Intensidad de cortocircuito en un defecto trifásico (kA).
- Icc2 = Intensidad de cortocircuito en un defecto bifásico (kA).
- Icc1 = Intensidad de cortocircuito en un defecto fase-neutro (kA).
- Icch = Intensidad de cortocircuito en un defecto fase-tierra (kA).
- c = Coeficiente de tensión (c=0.95 para Iccmín y c=1,05 para Iccmáx).
- Un = Tensión compuesta (V).
- RQ y XQ = Resistencia y reactancia de red (m $\Omega$ ).
- RT y XT = Resistencia y reactancia del transformador (m $\Omega$ ).
- RL y XL = Resistencia y reactancia del conductor de fase (m $\Omega$ ).
- RLN y XLN = Resistencia y reactancia del conductor neutro (m $\Omega$ ).
- Rh y Xh = Resistencia y reactancia del conductor de protección (m $\Omega$ ).

### IMPEDANCIA DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

Si un cortocircuito trifásico es alimentado por una red de la que sólo se conoce la corriente de cortocircuito simétrica inicial I''kQ, o bien, su potencia de cortocircuito S''kQ, entonces la impedancia equivalente viene dada por:

Conocida I''kQ (kA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}}{\sqrt{3} \cdot I''_{kQ}}$$

Conocida S''kQ (MVA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}^2}{10^3 \cdot S''_{cc}}; \quad S''_{kQ} = 10^{-3} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{nQ} \cdot I''_{kQ}$$

Donde:

- ZQ = Impedancia de Red (m $\Omega$ ).
- c = Factor de tensión.
- UnQ = Tensión de la red de alimentación (V).
- I''kQ = Intensidad máxima de cortocircuito simétrica inicial (kA).
- S''kQ = Potencia de cortocircuito de la red de alimentación (MVA).

Si el cortocircuito es alimentado por un transformador, la impedancia equivalente de la red de alimentación referida al lado de baja del transformador se determina por:

Conocida I''kQ (kA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}}{\sqrt{3} \cdot I''_{kQ}} \cdot \frac{1}{t_r^2} = \frac{c \cdot U_{rT}^2}{\sqrt{3} \cdot I''_{kQ} \cdot U_{nQ}}; \quad t_r = \frac{U_{nQ}}{U_{rT}}$$

Conocida S''kQ (MVA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}^2}{10^3 \cdot S''_{kQ}} \cdot \frac{1}{t_r^2} = \frac{c \cdot U_{rT}^2}{10^3 \cdot S''_{kQ}}; \quad t_r = \frac{U_{nQ}}{U_{rT}}$$

Donde:

- Z<sub>Q</sub> = Impedancia de Red, referida al lado de baja del transformador (m $\Omega$ ).
- c = Factor de tensión.
- U<sub>nQ</sub> = Tensión de la red de alimentación (V).
- U<sub>rT</sub> = Tensión en el lado de baja del transformador (V).
- t<sub>r</sub> = Relación de transformación.
- I''kQ = Intensidad máxima de cortocircuito simétrica inicial (kA).
- S''kQ = Potencia de cortocircuito de la red de alimentación (MVA).

Para el cálculo de la resistencia y reactancia de red, se consideran las siguientes relaciones:

$$R_Q = 0,1 \cdot X_Q$$

$$X_Q = 0,995 \cdot Z_Q$$

Donde:

- R<sub>Q</sub> = Resistencia de red (m $\Omega$ ).
- X<sub>Q</sub> = Reactancia de red (m $\Omega$ ).
- Z<sub>Q</sub> = Impedancia de red (m $\Omega$ ).

### IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR

Las impedancias de cortocircuito de los transformadores de dos devanados se calculan a partir de los datos asignados del transformador siguiendo las siguientes expresiones:

$$Z_T = \frac{u_{sc}}{100\%} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}}$$

$$R_T = \frac{u_{Rr}}{100\%} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}}$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$$

Donde:

- $U_{rT}$  = Tensión asignada del transformador en el lado de baja (V).
- $S_{rT}$  = Potencia aparente asignada del transformador (kVA).
- $u_{kr}$  = Tensión de cortocircuito del transformador (%).
- $u_{Rr}$  = Pérdidas totales del transformador en los devanados a la corriente asignada (%).
- $Z_T$  = Impedancia del transformador ( $m\Omega$ ).
- $R_T$  = Resistencia del transformador ( $m\Omega$ ).
- $X_T$  = Reactancia del transformador ( $m\Omega$ ).
- $R_Q$  = Resistencia de red ( $m\Omega$ ).
- $X_Q$  = Reactancia de red ( $m\Omega$ ).
- $Z_Q$  = Impedancia de red ( $m\Omega$ ).

#### IMPEDANCIA DE LOS CABLES

La resistencia de los conductores se determina en función de su longitud, resistividad y sección:

$$R_L = 10^3 \cdot \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

- $R_L$  = Resistencia del conductor ( $m\Omega$ ).
- $\rho$  = Resistividad del material ( $\Omega \cdot mm^2/m$ ).
- $L$  = Longitud del conductor (m).
- $S$  = Sección del conductor ( $mm^2$ ).

La resistividad del material varía con la temperatura según la siguiente expresión:

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

Donde:

- $\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$
- $\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a  $20^\circ C$ .
- $\alpha$  = Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor, en  $^\circ C^{-1}$
- ( $\alpha = 0,00392 \text{ } ^\circ C^{-1}$  para el cobre y  $\alpha = 0,00403 \text{ } ^\circ C^{-1}$  para el aluminio).

Se calculará la resistencia de los conductores a la temperatura de  $20^\circ C$  para el cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito, y a la temperatura de  $145^\circ C$  para el cálculo de la intensidad mínima de cortocircuito.

La reactancia de los conductores se puede estimar siguiendo la siguiente expresión:

$$X_L = x_u \cdot L$$

Donde:

- $X_L$  = Reactancia del conductor ( $m\Omega$ ).
- $x_u$  = Reactancia unitaria ( $m\Omega/m$ ).
- $L$  = Longitud del conductor (m).

Finalmente, para determinar la impedancia del conductor, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Z_L = \sqrt{R_L^2 + X_L^2}$$

Donde:

- $Z_L$  = Impedancia del conductor ( $m\Omega$ ).
- $R_L$  = Resistencia del conductor ( $m\Omega$ ).
- $X_L$  = Reactancia del conductor ( $m\Omega$ ).

## PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Protección contra las corrientes de sobrecarga

Se instalarán dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente de las canalizaciones. Se dimensionan estos dispositivos según lo establecido en la normativa aplicada, para lo cual se verifican las siguientes condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

Donde:

- $I_b$  = Intensidad máxima prevista, o intensidad de diseño (A).
- $I_z$  = Intensidad admisible de la canalización, según normas aplicadas (A).
- $I_n$  = Intensidad nominal o calibre del dispositivo de protección (A).
- $I_2$  = Intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección para un tiempo largo (A).

Protección contra las corrientes de cortocircuito

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

Según la normativa aplicada, todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito responderá a las dos condiciones siguientes:

- Su poder de corte debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde está instalado.
- El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquier del circuito no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura de los conductores el límite admisible.

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I_{cc}}$$

Donde:

- t = Duración en segundos (s).
- S = Sección (mm<sup>2</sup>).
- K = Constante que depende del material de aislamiento
- I<sub>cc</sub> = Corriente de cortocircuito efectiva (A).

Esta segunda condición se puede transformar, en caso de interruptores automáticos, en la condición siguiente, que resulta más fácil de aplicar, y es generalmente más restrictiva:

$$I_{cc\ min} > I_m$$

Donde:

- I<sub>cc mín</sub> = Corriente de cortocircuito mínima que se calcula en el extremo del circuito protegido por el interruptor automático (A).
- I<sub>m</sub> = Corriente mínima que asegura el disparo magnético, por ejemplo:
  - IA curva B: I<sub>m</sub> = 5 · I<sub>n</sub>
  - IA curva C: I<sub>m</sub> = 10 · I<sub>n</sub>
  - IA curva D: I<sub>m</sub> = 20 · I<sub>n</sub>

### 3 ANEXO DETALLES DE CÁLCULO

#### 3.1 CÁLCULO DETALLADO DE LÍNEAS PRINCIPALES

AC: Línea Servicios Auxiliares

Circuito para Línea de acometida compuesto por cable unipolar Exzhellent RZ1-K (AS), aislamiento de material XLPE y tensión 0.6/1kV, conductor de Cu, según norma UNE-211223-4 EN 13501-6 y características de resistencia al fuego Cca-as1b,d1,a1 según CPR, distribuido en 3×(R-S-T+N) a 420 V, con una longitud total de 10,278 m y una longitud hasta el receptor más desfavorable de 10,278 m, que discurre por los siguientes sistemas de instalación:

SISTEMAS DE INSTALACIÓN										
Condiciones							Norma UNE HD 60364-5-52:2014			
Longitud (m)	Canalización	Montaje	Disposición	Temp (°C)	R (m·K/W)	Agr.	Ref.	Met.	Tabla I <sub>z</sub>	Factores correctores
10,278	Tubo flexible	Empotrado en pared de mampostería		40	-	3	59	B1	B.52.5 col.4 Cu	0,91×0,70=0,637

El circuito alimenta la siguiente lista de cargas:

CARGAS			
Nombre	Potencia (W)	f.p.	L (m)
Cuadro Fuerza Sala Bombas	62.830	0,9323	10,278

La suma de estas cargas y la aplicación de los correspondientes factores de utilización determinan el siguiente balance de potencias:

BALANCE DE POTENCIAS					
	Desequilibrio	R	S	T	Neutro
<b>Potencia activa (W)</b>		20.450	21.314	21.067	
<b>Potencia reactiva (VAR)</b>		9.904	7.293	7.173	
<b>Potencia aparente (VA)</b>		22.722	22.527	22.254	
<b>Intensidad de diseño (A)</b>	1 %	93,7	92,9	91,8	12,4

Según las potencias calculadas, circulará una intensidad máxima de diseño (I<sub>B</sub>) de:

INTENSIDAD DE DISEÑO (I <sub>B</sub> )
<b>3×31,2 A</b>

Teniendo en cuenta el sistema de instalación más desfavorable del circuito, la sección por criterio de calentamiento ha de ser mayor o igual a 3×50,0 mm<sup>2</sup>.

Finalmente, se adopta la sección de 3×50,0 mm<sup>2</sup> por calentamiento:

<b>SECCIÓN ADOPTADA</b>
<b>Exzhellent RZ1-K (AS) 3×(4×50)mm<sup>2</sup> Cu</b>

Según norma UNE HD 60364-5-52:2014, para la referencia 59, método B1, la tabla B.52.5 col.4 Cu, y los factores correctores calculados ( $0,91 \times 0,70 = 0,637$ ), se obtiene una intensidad máxima admisible ( $I_z$ ) de:

<b>INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (<math>I_z</math>)</b>		
$I_z = 3 \times 0,637 \times 175 = 334,4 \text{ A}$		
<b>TABLA B.52.5 COL.4 CU</b>		
<b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>I_{zt}</math> (A)</b>	<b><math>0,637 \times I_{zt} = I_z</math> (A)</b>
50	175	111,48
70	222	141,41
95	269	171,35
120	312	198,74
150	342	217,85
185	384	244,61
240	450	286,65
300	514	327,42
400	514	327,42
500	514	327,42
630	514	327,42
800	514	327,42
1.400	514	327,42

Dada la sección elegida, se producen las siguientes caídas de tensión:

<b>PUNTOS DE CONSUMO</b>												
<b>Nombre</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>f.p.</b>	<b>L (m)</b>	<b><math>DU_{3L}</math> (%)</b>	<b><math>DU_{RN}</math> (%)</b>	<b><math>DU_{SN}</math> (%)</b>	<b><math>DU_{TN}</math> (%)</b>	<b>SL (m)</b>	<b><math>SDU_{3L}</math> (%)</b>	<b><math>SDU_{RN}</math> (%)</b>	<b><math>SDU_{SN}</math> (%)</b>	<b><math>SDU_{TN}</math> (%)</b>
Cuadro Fuerza Sala Bombas	62.830	0,9323	10,278	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Partiendo de las impedancias calculadas desde el inicio de la instalación, se obtiene una intensidad de cortocircuito máxima de  $I_{k3M}$ : 9,3 KA en cabecera del circuito, y mínima de  $I_{k2m}$ : 6,648 KA al final del mismo.

C06: Línea de Válvulas

Circuito para Distribución interior compuesto por cable multipolar Exzhellent RZ1-K (AS), aislamiento de material XLPE y tensión 0.6/1kV, conductor de Cu, según norma UNE-211223-4 EN 13501-6 y características de resistencia al fuego Cca-as1b,d1,a1 según CPR, distribuido en R+N+P a 243

V, con una longitud total de 80,030 m y una longitud hasta el receptor más desfavorable de 42,346 m, que discurre por los siguientes sistemas de instalación:

SISTEMAS DE INSTALACIÓN										
Condiciones							Norma UNE HD 60364-5-52:2014			
Longitud (m)	Canalización	Montaje	Disposición	Temp (°C)	R (m·K/W)	Agr.	Ref.	Met.	Tabla I <sub>z</sub>	Factores correctores
80,030	Tubo flexible	Empotrado en pared de mampostería		40	-	1	60	B2	B.52.3 col.5 Cu	0,91×1,00=0,91

El circuito alimenta la siguiente lista de cargas:

CARGAS			
Nombre	Potencia (W)	f.p.	L (m)
Motor VM Impulsión	2.000	0,9000	42,346
Motor-VB1	500	0,9000	34,867
Motor-VB2	500	0,9000	31,847
Motor-VB3	600	0,9000	28,417
Motor-VB4	600	0,9000	23,704
Motor-VB5	700	0,9000	25,673
Motor-VB6	700	0,9000	30,114
Motor-VB7	700	0,9000	33,870
Motor-VB8	700	0,9000	37,136
Motor-VM Colector Aspiración	2.000	0,9000	39,873

La suma de estas cargas y la aplicación de los correspondientes factores de utilización determinan el siguiente balance de potencias:

BALANCE DE POTENCIAS					
	Desequilibrio	R	S	T	Neutro
Potencia activa (W)		9.500			
Potencia reactiva (VAR)		4.601			
Potencia aparente (VA)		10.556			
Intensidad de diseño (A)	0 %	43,5			43,5

Según las potencias calculadas, circulará una intensidad máxima de diseño (I<sub>B</sub>) de:

INTENSIDAD DE DISEÑO (I <sub>B</sub> )
43,5 A

Teniendo en cuenta el sistema de instalación más desfavorable del circuito, la sección por criterio de calentamiento ha de ser mayor o igual a 6,0 mm<sup>2</sup>.

Finalmente, se adopta la sección de 10,0 mm<sup>2</sup> por selección de protección:

<b>SECCIÓN ADOPTADA</b>
<b>Exzhellent RZ1-K (AS) (2×10)+TT×10mm<sup>2</sup> Cu</b>

Según norma UNE HD 60364-5-52:2014, para la referencia 60, método B2, la tabla B.52.3 col.5 Cu, y los factores correctores calculados (0,91×1,00=0,91), se obtiene una intensidad máxima admisible (I<sub>z</sub>) de:

<b>INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (I<sub>z</sub>)</b>		
<b>I<sub>z</sub> = 0,91×69 = 62,8 A</b>		
<b>TABLA B.52.3 COL.5 CU</b>		
<b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>I<sub>zt</sub> (A)</b>	<b>0,91×I<sub>zt</sub> = I<sub>z</sub> (A)</b>
1,5	22	20,02
2,5	30	27,30
4	40	36,40
6	51	46,41
10	69	62,79
16	91	82,81
25	119	108,29
35	146	132,86
50	175	159,25
70	221	201,11
95	265	241,15
120	305	277,55
150	334	303,94
185	384	349,44
240	459	417,69
300	532	484,12
400	532	484,12

Dada la sección elegida, se producen las siguientes caídas de tensión:

<b>PUNTOS DE CONSUMO</b>												
<b>Nombre</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>f.p.</b>	<b>L (m)</b>	<b>DU<sub>3L</sub> (%)</b>	<b>DU<sub>RN</sub> (%)</b>	<b>DU<sub>SN</sub> (%)</b>	<b>DU<sub>TN</sub> (%)</b>	<b>SL (m)</b>	<b>SDU<sub>3L</sub> (%)</b>	<b>SDU<sub>RN</sub> (%)</b>	<b>SDU<sub>SN</sub> (%)</b>	<b>SDU<sub>TN</sub> (%)</b>
Motor VM Impulsión	2.000	0,9000	42,346		2,32%			42,346		2,32%		
Motor-VB1	500	0,9000	34,867		2,11%			34,867		2,11%		
Motor-VB2	500	0,9000	31,847		1,99%			31,847		1,99%		
Motor-VB3	600	0,9000	28,417		1,84%			28,417		1,84%		
Motor-VB4	600	0,9000	23,704		1,61%			23,704		1,61%		
Motor-VB5	700	0,9000	25,673		1,63%			25,673		1,63%		
Motor-VB6	700	0,9000	30,114		1,71%			30,114		1,71%		
Motor-VB7	700	0,9000	33,870		1,75%			33,870		1,75%		
Motor-VB8	700	0,9000	37,136		1,77%			37,136		1,77%		
Motor-VM Colector Aspiración	2.000	0,9000	39,873		2,27%			39,873		2,27%		

Partiendo de las impedancias calculadas desde el inicio de la instalación, se obtiene una intensidad de cortocircuito máxima de Ik1M: 8,8 KA en cabecera del circuito, y mínima de Ik1m: 0,925 KA al final del mismo.

C07: Línea de Alumbrado Exterior

Circuito para Distribución interior compuesto por cable multipolar Exzhellent RZ1-K (AS), aislamiento de material XLPE y tensión 0.6/1kV, conductor de Cu, según norma UNE-211223-4 EN 13501-6 y características de resistencia al fuego Cca-as1b,d1,a1 según CPR, distribuido en T+N+P a 243 V, con una longitud total de 455,889 m y una longitud hasta el receptor más desfavorable de 157,482 m, que discurre por los siguientes sistemas de instalación:

SISTEMAS DE INSTALACIÓN										
Condiciones							Norma UNE HD 60364-5-52:2014			
Longitud (m)	Canalización	Montaje	Disposición	Temp (°C)	R (m·K/W)	Agr.	Ref.	Met.	Tabla I <sub>z</sub>	Factores correctores
455,889	Tubo flexible	Empotrado en pared de mampostería		40	-	1	60	B2	B.52.3 col.5 Cu	0,91×1,00=0,91

El circuito alimenta la siguiente lista de cargas:

CARGAS			
Nombre	Potencia (W)	f.p.	L (m)
LUM-086	0	1,0000	138,506
LUM-087	98	0,9000	104,378
LUM-088	98	0,9000	119,995
LUM-089	98	0,9000	125,153
LUM-089	98	0,9000	86,939
LUM-089	98	0,9000	67,020
LUM-090	98	0,9000	157,482
LUM-090	98	0,9000	100,300
LUM-090	98	0,9000	82,777
LUM-091	98	0,9000	34,321
LUM-091	98	0,9000	34,743
LUM-092	98	0,9000	19,124
LUM-092	98	0,9000	36,372
LUM-093	98	0,9000	28,328
LUM-093	98	0,9000	26,533
LUM-094	98	0,9000	28,632
LUM-094	98	0,9000	62,907
LUM-095	98	0,9000	46,238

La suma de estas cargas y la aplicación de los correspondientes factores de utilización determinan el siguiente balance de potencias:

<b>BALANCE DE POTENCIAS</b>				
	<b>Desequilibrio</b>	<b>RS</b>	<b>T</b>	<b>Neutro</b>
<b>Potencia activa (W)</b>			1.666	
<b>Potencia reactiva (VAR)</b>			807	
<b>Potencia aparente (VA)</b>			1.851	
<b>Intensidad de diseño (A)</b>	0 %		7,6	7,6

Según las potencias calculadas, circulará una intensidad máxima de diseño (IB) de:

<b>INTENSIDAD DE DISEÑO (I<sub>B</sub>)</b>
<b>7,6 A</b>

Teniendo en cuenta el sistema de instalación más desfavorable del circuito, la sección por criterio de calentamiento ha de ser mayor o igual a 1,5 mm<sup>2</sup>.

Finalmente, se adopta la sección de 16,0 mm<sup>2</sup> por criterio de diseño:

<b>SECCIÓN ADOPTADA</b>
<b>Exzhellent RZ1-K (AS) (2×16)+TT×16mm<sup>2</sup> Cu</b>

Según norma UNE HD 60364-5-52:2014, para la referencia 60, método B2, la tabla B.52.3 col.5 Cu, y los factores correctores calculados ( $0,91 \times 1,00 = 0,91$ ), se obtiene una intensidad máxima admisible (I<sub>z</sub>) de:

<b>INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (I<sub>z</sub>)</b>		
<b>I<sub>z</sub> = 0,91 × 91 = 82,8 A</b>		
<b>TABLA B.52.3 COL.5 CU</b>		
<b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>I<sub>zt</sub> (A)</b>	<b>0,91 × I<sub>zt</sub> = I<sub>z</sub> (A)</b>
1,5	22	20,02
2,5	30	27,30
4	40	36,40
6	51	46,41
10	69	62,79
16	91	82,81
25	119	108,29
35	146	132,86
50	175	159,25
70	221	201,11
95	265	241,15
120	305	277,55
150	334	303,94
185	384	349,44
240	459	417,69
300	532	484,12
400	532	484,12

Dada la sección elegida, se producen las siguientes caídas de tensión:

PUNTOS DE CONSUMO												
Nombre	Potencia (W)	f.p.	L (m)	DU <sub>3L</sub> (%)	DU <sub>RN</sub> (%)	DU <sub>SN</sub> (%)	DU <sub>TN</sub> (%)	SL (m)	SDU <sub>3L</sub> (%)	SDU <sub>RN</sub> (%)	SDU <sub>SN</sub> (%)	SDU <sub>TN</sub> (%)
LUM-086	0	1,0000	138,506					138,506				
LUM-087	98	0,9000	104,378				0,07%	104,378				0,07%
LUM-088	98	0,9000	119,995				0,07%	119,995				0,07%
LUM-089	98	0,9000	125,153				0,08%	125,153				0,08%
LUM-089	98	0,9000	86,939				0,06%	86,939				0,06%
LUM-089	98	0,9000	67,020				0,05%	67,020				0,05%
LUM-090	98	0,9000	157,482				0,09%	157,482				0,09%
LUM-090	98	0,9000	100,300				0,06%	100,300				0,06%
LUM-090	98	0,9000	82,777				0,06%	82,777				0,06%
LUM-091	98	0,9000	34,321				0,03%	34,321				0,03%
LUM-091	98	0,9000	34,743				0,03%	34,743				0,03%
LUM-092	98	0,9000	19,124				0,03%	19,124				0,03%
LUM-092	98	0,9000	36,372				0,03%	36,372				0,03%
LUM-093	98	0,9000	28,328				0,04%	28,328				0,04%
LUM-093	98	0,9000	26,533				0,02%	26,533				0,02%
LUM-094	98	0,9000	28,632				0,03%	28,632				0,03%
LUM-094	98	0,9000	62,907				0,05%	62,907				0,05%
LUM-095	98	0,9000	46,238				0,04%	46,238				0,04%

Partiendo de las impedancias calculadas desde el inicio de la instalación, se obtiene una intensidad de cortocircuito máxima de Ik1M: 8,8 KA en cabecera del circuito, y mínima de Ik1m: 0,419 KA al final del mismo.

C08: Línea de Alumbrado Interior Sala Bombas

Circuito para Distribución interior compuesto por cable multipolar Exzhellent RZ1-K (AS), aislamiento de material XLPE y tensión 0.6/1kV, conductor de Cu, según norma UNE-211223-4 EN 13501-6 y características de resistencia al fuego Cca-as1b,d1,a1 según CPR, distribuido en S+N+P a 243 V, con una longitud total de 361,871 m y una longitud hasta el receptor más desfavorable de 185,044 m, que discurre por los siguientes sistemas de instalación:

SISTEMAS DE INSTALACIÓN										
Condiciones							Norma UNE HD 60364-5-52:2014			
Longitud (m)	Canalización	Montaje	Disposición	Temp (°C)	R (m·K/W)	Agr.	Ref.	Met.	Tabla I <sub>z</sub>	Factores correctores
361,871	Tubo flexible	Empotrado en pared de mampostería		40	-	1	60	B2	B.52.3 col.5 Cu	0,91×1,00=0,91

El circuito alimenta la siguiente lista de cargas:

CARGAS			
Nombre	Potencia (W)	f.p.	L (m)
LUM-001	98	0,9000	118,359
LUM-002	98	0,9000	154,483

LUM-003	98	0,9000	135,102
LUM-004	98	0,9000	141,673
LUM-005	98	0,9000	108,193
LUM-006	98	0,9000	164,830
LUM-007	98	0,9000	124,967
LUM-008	98	0,9000	151,807
LUM-009	98	0,9000	98,010
LUM-010	98	0,9000	175,013
LUM-011	98	0,9000	114,754
LUM-012	98	0,9000	162,020
LUM-013	98	0,9000	87,979
LUM-014	98	0,9000	185,044

La suma de estas cargas y la aplicación de los correspondientes factores de utilización determinan el siguiente balance de potencias:

<b>BALANCE DE POTENCIAS</b>					
	<b>Desequilibrio</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>Neutro</b>
<b>Potencia activa (W)</b>			1.372		
<b>Potencia reactiva (VAR)</b>			664		
<b>Potencia aparente (VA)</b>			1.524		
<b>Intensidad de diseño (A)</b>	0 %		6,3		6,3

Según las potencias calculadas, circulará una intensidad máxima de diseño (IB) de:

<b>INTENSIDAD DE DISEÑO (I<sub>B</sub>)</b>
<b>6,3 A</b>

Teniendo en cuenta el sistema de instalación más desfavorable del circuito, la sección por criterio de calentamiento ha de ser mayor o igual a 1,5 mm<sup>2</sup>.

Finalmente, se adopta la sección de 16,0 mm<sup>2</sup> por criterio de diseño:

<b>SECCIÓN ADOPTADA</b>
<b>Exzhellent RZ1-K (AS) (2×16)+TT×16mm<sup>2</sup> Cu</b>

Según norma UNE HD 60364-5-52:2014, para la referencia 60, método B2, la tabla B.52.3 col.5 Cu, y los factores correctores calculados ( $0,91 \times 1,00 = 0,91$ ), se obtiene una intensidad máxima admisible (I<sub>z</sub>) de:

<b>INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (I<sub>z</sub>)</b>		
<b>I<sub>z</sub> = 0,91 × 91 = 82,8 A</b>		
<b>TABLA B.52.3 COL.5 CU</b>		
<b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>I<sub>zt</sub> (A)</b>	<b>0,91 × I<sub>zt</sub> = I<sub>z</sub> (A)</b>
1,5	22	20,02
2,5	30	27,30
4	40	36,40
6	51	46,41

10	69	62,79
16	91	82,81
25	119	108,29
35	146	132,86
50	175	159,25
70	221	201,11
95	265	241,15
120	305	277,55
150	334	303,94
185	384	349,44
240	459	417,69
300	532	484,12
400	532	484,12

Dada la sección elegida, se producen las siguientes caídas de tensión:

PUNTOS DE CONSUMO												
Nombre	Potencia (W)	f.p.	L (m)	DU <sub>3L</sub> (%)	DU <sub>RN</sub> (%)	DU <sub>SN</sub> (%)	DU <sub>TN</sub> (%)	SL (m)	SDU <sub>3L</sub> (%)	SDU <sub>RN</sub> (%)	SDU <sub>SN</sub> (%)	SDU <sub>TN</sub> (%)
LUM-001	98	0,9000	118,359			0,20%		118,359			0,20%	
LUM-002	98	0,9000	154,483			0,22%		154,483			0,22%	
LUM-003	98	0,9000	135,102			0,21%		135,102			0,21%	
LUM-004	98	0,9000	141,673			0,21%		141,673			0,21%	
LUM-005	98	0,9000	108,193			0,20%		108,193			0,20%	
LUM-006	98	0,9000	164,830			0,23%		164,830			0,23%	
LUM-007	98	0,9000	124,967			0,21%		124,967			0,21%	
LUM-008	98	0,9000	151,807			0,22%		151,807			0,22%	
LUM-009	98	0,9000	98,010			0,19%		98,010			0,19%	
LUM-010	98	0,9000	175,013			0,23%		175,013			0,23%	
LUM-011	98	0,9000	114,754			0,20%		114,754			0,20%	
LUM-012	98	0,9000	162,020			0,22%		162,020			0,22%	
LUM-013	98	0,9000	87,979			0,19%		87,979			0,19%	
LUM-014	98	0,9000	185,044			0,24%		185,044			0,24%	

Partiendo de las impedancias calculadas desde el inicio de la instalación, se obtiene una intensidad de cortocircuito máxima de Ik1M: 8,8 KA en cabecera del circuito, y mínima de Ik1m: 0,358 KA al final del mismo.

C09: Línea de Alumbrado Dependencias

Circuito para Distribución interior compuesto por cable multipolar Exzhellent RZ1-K (AS), aislamiento de material XLPE y tensión 0.6/1kV, conductor de Cu, según norma UNE-211223-4 EN 13501-6 y características de resistencia al fuego Cca-as1b,d1,a1 según CPR, distribuido en S+N+P a 243 V, con una longitud total de 532,709 m y una longitud hasta el receptor más desfavorable de 105,334 m, que discurre por los siguientes sistemas de instalación:

SISTEMAS DE INSTALACIÓN										
Condiciones							Norma UNE HD 60364-5-52:2014			
Longitud (m)	Canalización	Montaje	Disposición	Temp (°C)	R (m·K/W)	Agr.	Ref.	Met.	Tabla I <sub>z</sub>	Factores correctores
532,709	Tubo flexible	Empotrado en pared de mampostería		40	-	1	60	B2	B.52.3 col.5 Cu	0,91×1,00=0,91

El circuito alimenta la siguiente lista de cargas:

CARGAS			
Nombre	Potencia (W)	f.p.	L (m)
LUM-	98	0,9000	68,492
LUM-	98	0,9000	65,921
LUM-	98	0,9000	63,240
LUM-	98	0,9000	48,853
LUM-	98	0,9000	44,441
LUM-001	19	0,9000	26,038
LUM-001	19	0,9000	34,056
LUM-001	35	0,9000	23,865
LUM-001	35	0,9000	24,249
LUM-001	35	0,9000	29,430
LUM-001	98	0,9000	39,289
LUM-001	35	0,9000	84,328
LUM-002	19	0,9000	25,366
LUM-002	19	0,9000	30,598
LUM-002	35	0,9000	14,729
LUM-002	35	0,9000	22,243
LUM-002	35	0,9000	22,687
LUM-002	35	0,9000	86,941
LUM-003	19	0,9000	31,411
LUM-003	19	0,9000	27,140
LUM-003	35	0,9000	20,569
LUM-003	35	0,9000	20,238
LUM-003	35	0,9000	27,182
LUM-003	35	0,9000	89,555
LUM-004	19	0,9000	30,740
LUM-004	19	0,9000	25,988
LUM-004	35	0,9000	25,513
LUM-004	35	0,9000	18,233
LUM-004	35	0,9000	20,439
LUM-004	35	0,9000	71,276
LUM-005	19	0,9000	30,068
LUM-005	19	0,9000	32,903
LUM-005	35	0,9000	19,672
LUM-005	35	0,9000	73,889
LUM-006	19	0,9000	24,694
LUM-006	19	0,9000	29,445
LUM-006	35	0,9000	28,808

LUM-006	35	0,9000	76,503
LUM-007	19	0,9000	24,022
LUM-007	35	0,9000	33,751
LUM-007	35	0,9000	100,106
LUM-008	35	0,9000	102,720
LUM-009	35	0,9000	105,334
LUM-010	35	0,9000	55,626
LUM-011	35	0,9000	58,240
LUM-012	35	0,9000	60,854
LUM-013	35	0,9000	60,936
LUM-014	35	0,9000	63,550
LUM-015	35	0,9000	66,163
LUM-016	35	0,9000	39,977
LUM-017	35	0,9000	42,591
LUM-018	35	0,9000	45,204
LUM-019	35	0,9000	45,287
LUM-020	35	0,9000	47,900
LUM-021	35	0,9000	50,514
LUM-022	35	0,9000	55,102
LUM-023	35	0,9000	62,943
LUM-024	35	0,9000	65,557
LUM-025	35	0,9000	57,716
LUM-026	35	0,9000	60,329
LUM-027	35	0,9000	68,170

La suma de estas cargas y la aplicación de los correspondientes factores de utilización determinan el siguiente balance de potencias:

<b>BALANCE DE POTENCIAS</b>					
	<b>Desequilibrio</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>Neutro</b>
<b>Potencia activa (W)</b>			2.305		
<b>Potencia reactiva (VAR)</b>			1.116		
<b>Potencia aparente (VA)</b>			2.561		
<b>Intensidad de diseño (A)</b>	0 %		10,6		10,6

Según las potencias calculadas, circulará una intensidad máxima de diseño (I<sub>B</sub>) de:

<b>INTENSIDAD DE DISEÑO (I<sub>B</sub>)</b>
<b>10,6 A</b>

Teniendo en cuenta el sistema de instalación más desfavorable del circuito, la sección por criterio de calentamiento ha de ser mayor o igual a 1,5 mm<sup>2</sup>.

Finalmente, se adopta la sección de 16,0 mm<sup>2</sup> por criterio de diseño:

<b>SECCIÓN ADOPTADA</b>
<b>Exzhellent RZ1-K (AS) (2×16)+TT×16mm<sup>2</sup> Cu</b>

Según norma UNE HD 60364-5-52:2014, para la referencia 60, método B2, la tabla B.52.3 col.5 Cu, y los factores correctores calculados ( $0,91 \times 1,00 = 0,91$ ), se obtiene una intensidad máxima admisible ( $I_z$ ) de:

<b>INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (<math>I_z</math>)</b>		
$I_z = 0,91 \times 91 = 82,8 \text{ A}$		
<b>TABLA B.52.3 COL.5 CU</b>		
<b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>I_{zt}</math> (A)</b>	<b><math>0,91 \times I_{zt} = I_z</math> (A)</b>
1,5	22	20,02
2,5	30	27,30
4	40	36,40
6	51	46,41
10	69	62,79
16	91	82,81
25	119	108,29
35	146	132,86
50	175	159,25
70	221	201,11
95	265	241,15
120	305	277,55
150	334	303,94
185	384	349,44
240	459	417,69
300	532	484,12
400	532	484,12

Dada la sección elegida, se producen las siguientes caídas de tensión:

<b>PUNTOS DE CONSUMO</b>												
<b>Nombre</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>f.p.</b>	<b>L (m)</b>	<b>DU<sub>3L</sub> (%)</b>	<b>DU<sub>RN</sub> (%)</b>	<b>DU<sub>SN</sub> (%)</b>	<b>DU<sub>TN</sub> (%)</b>	<b>SL (m)</b>	<b>SDU<sub>3L</sub> (%)</b>	<b>SDU<sub>RN</sub> (%)</b>	<b>SDU<sub>SN</sub> (%)</b>	<b>SDU<sub>TN</sub> (%)</b>
LUM-	98	0,9000	68,492			0,05%		68,492			0,05%	
LUM-	98	0,9000	65,921			0,05%		65,921			0,05%	
LUM-	98	0,9000	63,240			0,05%		63,240			0,05%	
LUM-	98	0,9000	48,853			0,04%		48,853			0,04%	
LUM-	98	0,9000	44,441			0,04%		44,441			0,04%	
LUM-001	19	0,9000	26,038			0,04%		26,038			0,04%	
LUM-001	19	0,9000	34,056			0,04%		34,056			0,04%	
LUM-001	35	0,9000	23,865			0,03%		23,865			0,03%	
LUM-001	35	0,9000	24,249			0,03%		24,249			0,03%	
LUM-001	35	0,9000	29,430			0,01%		29,430			0,01%	
LUM-001	98	0,9000	39,289			0,04%		39,289			0,04%	
LUM-001	35	0,9000	84,328			0,11%		84,328			0,11%	
LUM-002	19	0,9000	25,366			0,04%		25,366			0,04%	
LUM-002	19	0,9000	30,598			0,04%		30,598			0,04%	
LUM-002	35	0,9000	14,729			0,03%		14,729			0,03%	
LUM-002	35	0,9000	22,243			0,03%		22,243			0,03%	
LUM-002	35	0,9000	22,687			0,01%		22,687			0,01%	
LUM-002	35	0,9000	86,941			0,11%		86,941			0,11%	

LUM-003	19	0,9000	31,411		0,04%	31,411		0,04%
LUM-003	19	0,9000	27,140		0,04%	27,140		0,04%
LUM-003	35	0,9000	20,569		0,03%	20,569		0,03%
LUM-003	35	0,9000	20,238		0,03%	20,238		0,03%
LUM-003	35	0,9000	27,182		0,01%	27,182		0,01%
LUM-003	35	0,9000	89,555		0,11%	89,555		0,11%
LUM-004	19	0,9000	30,740		0,04%	30,740		0,04%
LUM-004	19	0,9000	25,988		0,04%	25,988		0,04%
LUM-004	35	0,9000	25,513		0,03%	25,513		0,03%
LUM-004	35	0,9000	18,233		0,03%	18,233		0,03%
LUM-004	35	0,9000	20,439		0,01%	20,439		0,01%
LUM-004	35	0,9000	71,276		0,10%	71,276		0,10%
LUM-005	19	0,9000	30,068		0,04%	30,068		0,04%
LUM-005	19	0,9000	32,903		0,04%	32,903		0,04%
LUM-005	35	0,9000	19,672		0,03%	19,672		0,03%
LUM-005	35	0,9000	73,889		0,10%	73,889		0,10%
LUM-006	19	0,9000	24,694		0,04%	24,694		0,04%
LUM-006	19	0,9000	29,445		0,04%	29,445		0,04%
LUM-006	35	0,9000	28,808		0,03%	28,808		0,03%
LUM-006	35	0,9000	76,503		0,10%	76,503		0,10%
LUM-007	19	0,9000	24,022		0,04%	24,022		0,04%
LUM-007	35	0,9000	33,751		0,04%	33,751		0,04%
LUM-007	35	0,9000	100,106		0,11%	100,106		0,11%
LUM-008	35	0,9000	102,720		0,11%	102,720		0,11%
LUM-009	35	0,9000	105,334		0,11%	105,334		0,11%
LUM-010	35	0,9000	55,626		0,10%	55,626		0,10%
LUM-011	35	0,9000	58,240		0,10%	58,240		0,10%
LUM-012	35	0,9000	60,854		0,10%	60,854		0,10%
LUM-013	35	0,9000	60,936		0,10%	60,936		0,10%
LUM-014	35	0,9000	63,550		0,10%	63,550		0,10%
LUM-015	35	0,9000	66,163		0,10%	66,163		0,10%
LUM-016	35	0,9000	39,977		0,10%	39,977		0,10%
LUM-017	35	0,9000	42,591		0,10%	42,591		0,10%
LUM-018	35	0,9000	45,204		0,10%	45,204		0,10%
LUM-019	35	0,9000	45,287		0,10%	45,287		0,10%
LUM-020	35	0,9000	47,900		0,10%	47,900		0,10%
LUM-021	35	0,9000	50,514		0,10%	50,514		0,10%
LUM-022	35	0,9000	55,102		0,11%	55,102		0,11%
LUM-023	35	0,9000	62,943		0,11%	62,943		0,11%
LUM-024	35	0,9000	65,557		0,11%	65,557		0,11%
LUM-025	35	0,9000	57,716		0,11%	57,716		0,11%
LUM-026	35	0,9000	60,329		0,11%	60,329		0,11%
LUM-027	35	0,9000	68,170		0,11%	68,170		0,11%

Partiendo de las impedancias calculadas desde el inicio de la instalación, se obtiene una intensidad de cortocircuito máxima de  $I_{k1M}$ : 8,8 KA en cabecera del circuito, y mínima de  $I_{k1m}$ : 0,614 KA al final del mismo.

C18: Línea Alumbrado Emergencia

Circuito para Distribución interior compuesto por cable multipolar Exzhellent RZ1-K (AS), aislamiento de material XLPE y tensión 0.6/1kV, conductor de Cu, según norma UNE-211223-4 EN 13501-6 y características de resistencia al fuego Cca-as1b,d1,a1 según CPR, distribuido en T+N+P a 243 V, con una longitud total de 742,614 m y una longitud hasta el receptor más desfavorable de 401,077 m, que discurre por los siguientes sistemas de instalación:

SISTEMAS DE INSTALACIÓN										
Condiciones							Norma UNE HD 60364-5-52:2014			
Longitud (m)	Canalización	Montaje	Disposición	Temp (°C)	R (m·K/W)	Agr.	Ref.	Met.	Tabla I <sub>z</sub>	Factores correctores
742,614	Tubo flexible	Empotrado en pared de mampostería		40	-	1	60	B2	B.52.3 col.5 Cu	0,91×1,00=0,91

El circuito alimenta la siguiente lista de cargas:

CARGAS			
Nombre	Potencia (W)	f.p.	L (m)
Emergencia inc.-163	100	0,9000	16,529
Emergencia inc.-164	100	0,9000	22,160
Emergencia inc.-165	100	0,9000	27,597
Emergencia inc.-166	100	0,9000	37,967
Emergencia inc.-167	100	0,9000	55,519
Emergencia inc.-168	100	0,9000	61,359
Emergencia inc.-169	100	0,9000	65,921
Emergencia inc.-170	100	0,9000	71,120
Emergencia inc.-171	100	0,9000	76,598
Emergencia inc.-172	100	0,9000	81,315
Emergencia inc.-173	100	0,9000	86,966
Emergencia inc.-174	100	0,9000	96,905
Emergencia inc.-175	100	0,9000	102,670
Emergencia inc.-176	100	0,9000	108,019
Emergencia inc.-177	100	0,9000	112,445
Emergencia inc.-178	100	0,9000	116,847
Emergencia inc.-179	100	0,9000	133,943
Emergencia inc.-180	100	0,9000	135,002
Emergencia inc.-181	100	0,9000	137,232
Emergencia inc.-182	100	0,9000	145,935
Emergencia inc.-183	100	0,9000	146,958
Emergencia inc.-184	100	0,9000	152,640
Emergencia inc.-185	100	0,9000	153,290
Emergencia inc.-186	100	0,9000	165,110
Emergencia inc.-187	100	0,9000	172,844
Emergencia inc.-188	100	0,9000	185,980
Emergencia inc.-189	100	0,9000	199,160
Emergencia inc.-190	100	0,9000	227,176
Emergencia inc.-191	100	0,9000	280,633
Emergencia inc.-192	100	0,9000	286,205
Emergencia inc.-193	100	0,9000	312,293

Emergencia inc.-194	100	0,9000	332,892
Emergencia inc.-195	100	0,9000	347,167
Emergencia inc.-196	100	0,9000	361,852
Emergencia inc.-197	100	0,9000	366,134
Emergencia inc.-198	100	0,9000	369,741
Emergencia inc.-199	100	0,9000	379,987
Emergencia inc.-200	100	0,9000	384,151
Emergencia inc.-201	100	0,9000	401,077
Emergencia inc.-257	100	0,9000	27,525
Emergencia inc.-258	100	0,9000	43,929

La suma de estas cargas y la aplicación de los correspondientes factores de utilización determinan el siguiente balance de potencias:

<b>BALANCE DE POTENCIAS</b>				
	Desequilibrio	RS	T	Neutro
<b>Potencia activa (W)</b>			4.100	
<b>Potencia reactiva (VAR)</b>			1.986	
<b>Potencia aparente (VA)</b>			4.556	
<b>Intensidad de diseño (A)</b>	0 %		18,8	18,8

Según las potencias calculadas, circulará una intensidad máxima de diseño (I<sub>B</sub>) de:

<b>INTENSIDAD DE DISEÑO (I<sub>B</sub>)</b>
<b>18,8 A</b>

Teniendo en cuenta el sistema de instalación más desfavorable del circuito, la sección por criterio de calentamiento ha de ser mayor o igual a 1,5 mm<sup>2</sup>.

Finalmente, se adopta la sección de 16,0 mm<sup>2</sup> por criterio de diseño:

<b>SECCIÓN ADOPTADA</b>
<b>Exzhellent RZ1-K (AS) (2×16)+TT×16mm<sup>2</sup> Cu</b>

Según norma UNE HD 60364-5-52:2014, para la referencia 60, método B2, la tabla B.52.3 col.5 Cu, y los factores correctores calculados (0,91×1,00=0,91), se obtiene una intensidad máxima admisible (I<sub>z</sub>) de:

<b>INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (I<sub>z</sub>)</b>		
<b>I<sub>z</sub> = 0,91×91 = 82,8 A</b>		
<b>TABLA B.52.3 COL.5 CU</b>		
<b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>I<sub>zt</sub> (A)</b>	<b>0,91×I<sub>zt</sub> = I<sub>z</sub> (A)</b>
1,5	22	20,02
2,5	30	27,30
4	40	36,40
6	51	46,41
10	69	62,79

16	91	82,81
25	119	108,29
35	146	132,86
50	175	159,25
70	221	201,11
95	265	241,15
120	305	277,55
150	334	303,94
185	384	349,44
240	459	417,69
300	532	484,12
400	532	484,12

Dada la sección elegida, se producen las siguientes caídas de tensión:

PUNTOS DE CONSUMO												
Nombre	Potencia (W)	f.p.	L (m)	DU <sub>3L</sub> (%)	DU <sub>RN</sub> (%)	DU <sub>SN</sub> (%)	DU <sub>TN</sub> (%)	SL (m)	SDU <sub>3L</sub> (%)	SDU <sub>RN</sub> (%)	SDU <sub>SN</sub> (%)	SDU <sub>TN</sub> (%)
Emergencia inc.-163	100	0,9000	16,529				0,25%	16,529				0,25%
Emergencia inc.-164	100	0,9000	22,160				0,25%	22,160				0,25%
Emergencia inc.-165	100	0,9000	27,597				0,25%	27,597				0,25%
Emergencia inc.-166	100	0,9000	37,967				0,26%	37,967				0,26%
Emergencia inc.-167	100	0,9000	55,519				0,27%	55,519				0,27%
Emergencia inc.-168	100	0,9000	61,359				0,27%	61,359				0,27%
Emergencia inc.-169	100	0,9000	65,921				0,27%	65,921				0,27%
Emergencia inc.-170	100	0,9000	71,120				0,28%	71,120				0,28%
Emergencia inc.-171	100	0,9000	76,598				0,28%	76,598				0,28%
Emergencia inc.-172	100	0,9000	81,315				0,28%	81,315				0,28%
Emergencia inc.-173	100	0,9000	86,966				0,28%	86,966				0,28%
Emergencia inc.-174	100	0,9000	96,905				0,29%	96,905				0,29%
Emergencia inc.-175	100	0,9000	102,670				0,29%	102,670				0,29%
Emergencia inc.-176	100	0,9000	108,019				0,29%	108,019				0,29%
Emergencia inc.-177	100	0,9000	112,445				0,30%	112,445				0,30%
Emergencia inc.-178	100	0,9000	116,847				0,30%	116,847				0,30%
Emergencia inc.-179	100	0,9000	133,943				0,31%	133,943				0,31%
Emergencia inc.-180	100	0,9000	135,002				0,31%	135,002				0,31%
Emergencia inc.-181	100	0,9000	137,232				0,31%	137,232				0,31%
Emergencia inc.-182	100	0,9000	145,935				0,31%	145,935				0,31%
Emergencia inc.-183	100	0,9000	146,958				0,31%	146,958				0,31%
Emergencia inc.-184	100	0,9000	152,640				0,32%	152,640				0,32%
Emergencia inc.-185	100	0,9000	153,290				0,32%	153,290				0,32%
Emergencia inc.-186	100	0,9000	165,110				0,32%	165,110				0,32%
Emergencia inc.-187	100	0,9000	172,844				0,33%	172,844				0,33%
Emergencia inc.-188	100	0,9000	185,980				0,33%	185,980				0,33%
Emergencia inc.-189	100	0,9000	199,160				0,34%	199,160				0,34%
Emergencia inc.-190	100	0,9000	227,176				0,35%	227,176				0,35%
Emergencia inc.-191	100	0,9000	280,633				0,38%	280,633				0,38%
Emergencia inc.-192	100	0,9000	286,205				0,38%	286,205				0,38%
Emergencia inc.-193	100	0,9000	312,293				0,40%	312,293				0,40%
Emergencia inc.-194	100	0,9000	332,892				0,41%	332,892				0,41%

Emergencia inc.-195	100	0,9000	347,167				0,41%	347,167				0,41%
Emergencia inc.-196	100	0,9000	361,852				0,42%	361,852				0,42%
Emergencia inc.-197	100	0,9000	366,134				0,42%	366,134				0,42%
Emergencia inc.-198	100	0,9000	369,741				0,42%	369,741				0,42%
Emergencia inc.-199	100	0,9000	379,987				0,43%	379,987				0,43%
Emergencia inc.-200	100	0,9000	384,151				0,43%	384,151				0,43%
Emergencia inc.-201	100	0,9000	401,077				0,44%	401,077				0,44%
Emergencia inc.-257	100	0,9000	27,525				0,02%	27,525				0,02%
Emergencia inc.-258	100	0,9000	43,929				0,03%	43,929				0,03%

Partiendo de las impedancias calculadas desde el inicio de la instalación, se obtiene una intensidad de cortocircuito máxima de  $I_{k1M}$ : 8,8 KA en cabecera del circuito, y mínima de  $I_{k1m}$ : 0,168 KA al final del mismo.

### 3.2 DETALLE DEL CÁLCULO DE CIRCUITOS

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN														
Ref.	Descripción	P (W)	U <sub>n</sub> (V)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>PROT</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	Fct·I <sub>zt</sub> (A)	I <sub>ccmáx</sub> (KA)	I <sub>ccmín</sub> (KA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Montaje	L <sub>DU</sub> (m)	DU (%)	SDU (%)
AC	Línea Servicios Auxiliares	62.830	420	93,7	-	334,4	3×0,637×175	9,3	6,648	Exzhellent RZ1-K (AS) 3×(4×50)mm <sup>2</sup> Cu	59/B1	10,278	0,06%	0,06%
CUADRO FUERZA SALA BOMBAS														
Ref.	Descripción	P (W)	U <sub>n</sub> (V)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>PROT</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	Fct·I <sub>zt</sub> (A)	I <sub>ccmáx</sub> (KA)	I <sub>ccmín</sub> (KA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Montaje	L <sub>DU</sub> (m)	DU (%)	SDU (%)
C05	Línea de Compuerta Principal	2.500	420	3,8	35	40,0	0,91×44	9,0	0,214	Exzhellent RZ1-K (AS) (4×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	117,963	0,65%	0,65%
C16	Línea Climatización	12.500	420	19,1	20	40,0	0,91×44	9,0	1,615	Exzhellent RZ1-K (AS) (4×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	13,443	0,21%	0,21%
C01	Línea Filtro de Cadena	6.375	420	9,7	20	40,0	0,91×44	9,0	0,657	Exzhellent RZ1-K (AS) (4×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	35,592	0,34%	0,34%
C04	Línea Limpiarejas	3.750	420	5,7	20	40,0	0,91×44	9,0	0,210	Exzhellent RZ1-K (AS) (4×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	120,553	0,99%	0,99%
C03	Línea Puerta Parcela	625	420	1,0	20	40,0	0,91×44	9,0	0,715	Exzhellent RZ1-K (AS) (4×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	33,654	0,05%	0,05%
C02	Línea de Puente Grúa	9.375	420	14,3	20	40,0	0,91×44	9,0	0,608	Exzhellent RZ1-K (AS) (4×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	39,996	0,82%	0,82%

C06	Línea de Válvulas	9.500	243	43,5	50	62,8	0,91×69	8,8	0,925	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×10)+TT×10mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	42,346	2,32%	2,32%
C11	Línea Fuerza Interior Dependencias	7.360	243	30,4	32	46,4	0,91×51	8,8	0,339	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	61,524	5,89%	5,89%
C10	Línea Fuerza Sala Bombas	7.360	243	30,4	32	36,4	0,91×40	8,8	0,296	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×4)+TT×4mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	37,130	5,33%	5,33%
C13	Línea Caudalímetro	125	243	0,6	4	27,3	0,91×30	8,8	0,304	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×2,5)+TT×2,5mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	34,374	0,13%	0,13%
C07	Línea de Alumbrado Exterior	1.666	243	7,6	10	82,8	0,91×91	8,8	0,419	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×16)+TT×16mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	157,482	0,09%	0,09%
C08	Línea de Alumbrado Interior Sala Bombas	1.372	243	6,3	6,3	82,8	0,91×91	8,8	0,358	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×16)+TT×16mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	185,044	0,24%	0,24%
C09	Línea de Alumbrado Dependencias	2.305	243	10,6	12,5	82,8	0,91×91	8,8	0,614	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×16)+TT×16mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	105,334	0,11%	0,11%
C18	Línea Alumbrado Emergencia	4.100	243	18,8	20	82,8	0,91×91	8,8	0,168	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×16)+TT×16mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	401,077	0,44%	0,44%
C20	Línea Balsa Elevación	2.500	420	3,8	20	40,0	0,91×44	9,0	0,583	Exzhellent RZ1-K (AS) (4×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	41,865	0,23%	0,23%
C21	Línea Balsa Iluminación	1.000	243	4,6	6,3	20,0	0,91×22	8,8	0,152	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×1,5)+TT×1,5mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	41,849	2,18%	2,18%
C22	Línea V.Mariposa Ext._Red_Balsa	2.250	243	10,3	12,5	27,3	0,91×30	8,8	0,304	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×2,5)+TT×2,5mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	34,381	2,18%	2,18%
C23	Línea Extractores	1.073	243	4,9	6,3	27,3	0,91×30	8,8	0,204	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×2,5)+TT×2,5mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	51,662	1,59%	1,59%
C24	Línea Ventiladores	1.073	243	4,9	6,3	27,3	0,91×30	8,8	0,187	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×2,5)+TT×2,5mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	56,346	1,81%	1,81%

C25	Línea Ilumin. Balsa Regulación	500	243	2,3	4	20,0	0,91×22	8,8	0,061	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×1,5)+TT×1,5mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	105,852	2,76%	2,76%
C26	Línea Puerta Muelle Carga/Desc	125	243	0,6	4	27,3	0,91×30	8,8	0,338	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×2,5)+TT×2,5mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	30,805	0,12%	0,12%
C22	Línea Calderines	375	420	0,6	20	40,0	0,91×44	9,0	0,721	Exzhellent RZ1-K (AS) (4×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	33,334	0,03%	0,03%
C23	Línea Seguridad	125	243	0,6	4	27,3	0,91×30	8,8	1,055	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×2,5)+TT×2,5mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	9,175	0,04%	0,04%
C24	Línea Reservas	375	243	1,7	4	27,3	0,91×30	8,8	0,460	Exzhellent RZ1-K (AS) (2×2,5)+TT×2,5mm <sup>2</sup> Cu	60/B2	22,377	0,26%	0,26%

#### TERMINOLOGÍA / ABREVIATURAS:

- **Ref.:** Referencia corta del circuito.
- **Descripción:** Descripción del circuito.
- **P (W):** Potencia total activa máxima prevista.
- **Un (V):** Tensión nominal.
- **Ib (A):** Intensidad de diseño o máxima prevista.
- **IPROT (A):** Intensidad nominal (o regulación térmica) del dispositivo de protección.
- **Iz (A):** Intensidad máxima admisible del circuito.
- **Fct·Izt (A):** Factor corrector multiplicado por la intensidad máxima admisible reflejada en la norma.
- **Iccmáx(KA):** Intensidad máxima de cortocircuito al inicio del circuito.
- **Iccmín(KA):** Intensidad mínima de cortocircuito al final del circuito.
- **Sección (mm<sup>2</sup>):** Designación de la sección adoptada.
- **Montaje:** Referencia del método de instalación más desfavorable por el que discurre el circuito.
- **L<sub>ΔU</sub> (m):** Longitud hasta el receptor con mayor caída de tensión.
- **ΔU (%):** Caída de tensión en el receptor más desfavorable del circuito.
- **ΣΔU (%):** Caída de tensión acumulada en el receptor más desfavorable del circuito.

### 3.3 DETALLE DE SELECCIÓN DE APARAMENTA

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN											
Dispositivo	Modelo	Nº polos	U (V)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>ccmáx</sub> (KA)	I <sub>cu</sub> (KA)	I <sub>ccmín</sub> (KA)	Curva

CUADRO FUERZA SALA BOMBAS											
Dispositivo	Modelo	Nº polos	U (V)	I <sub>b</sub> (A)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	I <sub>s</sub> (mA)	I <sub>ccmáx</sub> (KA)	I <sub>cu</sub> (KA)	I <sub>ccmín</sub> (KA)	Curva
PCS-001			0	93,7	0			9,0			
AP-001	jm10	4P	450	93,7	100			9,0			
PIA-001	jm1	4P	500	22,1	35	334,4		9,0	25		C
ID-001	jm	4P	500	3,8	40		30	9,0			
PIA-010	jm3	4P	500	19,1	20	40,0		9,0	12	1,615	C
ID-010	jm	4P	500	19,1	40		30	9,0			
PIA-002	jm3	4P	500	9,7	20	40,0		9,0	12	0,657	C
ID-002	jm	4P	500	9,7	40		30	9,0			
PIA-003	jm3	4P	500	5,7	20	40,0		9,0	12	0,210	C
ID-003	jm	4P	500	5,7	40		30	9,0			
PIA-004	jm3	4P	500	1,0	20	40,0		9,0	12	0,715	C
ID-004	jm	4P	500	1,0	40		30	9,0			
PIA-005	jm3	4P	500	14,3	20	40,0		9,0	12	0,608	C
ID-005	jm	4P	500	14,3	40		30	9,0			
PIA-006	18627	2P	400	43,5	50	62,8		8,8	25	0,925	C
ID-006	jm2	2P	250	43,5	50		30	8,8			
PIA-007	18625	2P	400	30,4	32	46,4		8,8	25	0,339	C
ID-007	jm1	2P	250	30,4	40		30	8,8			
PIA-008	18754	2P	400	30,4	32	36,4		8,8	50	0,296	B
ID-008	jm1	2P	250	30,4	40		30	8,8			
PIA-009	18868	2P	400	0,6	4	27,3		8,8	50	0,304	C
ID-009	jm1	2P	250	0,6	40		30	8,8			
PIA-011	18621	2P	400	7,6	10	82,8		8,8	25	0,419	C
ID-011	jm1	2P	250	7,6	40		30	8,8			
PIA-012	18869	2P	400	6,3	6,3	82,8		8,8	50	0,358	C
ID-012	jm1	2P	250	6,3	40		30	8,8			
PIA-013	18871	2P	400	10,6	12,5	82,8		8,8	50	0,614	C
ID-013	jm1	2P	250	10,6	40		30	8,8			
PIA-014	18752	2P	400	18,8	20	82,8		8,8	50	0,168	B
ID-014	jm1	2P	250	18,8	40		30	8,8			
PIA-015	jm3	4P	500	3,8	20	40,0		9,0	12	0,583	C
ID-015	jm	4P	500	3,8	40		30	9,0			
PIA-016	18869	2P	400	4,6	6,3	20,0		8,8	50	0,152	C
ID-016	jm1	2P	250	4,6	40		30	8,8			
PIA-017	18871	2P	400	10,3	12,5	27,3		8,8	50	0,304	C
ID-017	jm1	2P	250	10,3	40		30	8,8			

PIA-018	18869	2P	400	4,9	6,3	27,3		8,8	50	0,204	C
ID-018	jm1	2P	250	4,9	40		30	8,8			
PIA-019	18869	2P	400	4,9	6,3	27,3		8,8	50	0,187	C
ID-019	jm1	2P	250	4,9	40		30	8,8			
PIA-020	18868	2P	400	2,3	4	20,0		8,8	50	0,061	C
ID-020	jm1	2P	250	2,3	40		30	8,8			
PIA-021	18868	2P	400	0,6	4	27,3		8,8	50	0,338	C
ID-021	jm1	2P	250	0,6	40		30	8,8			
PIA-022	jm3	4P	500	0,6	20	40,0		9,0	12	0,721	C
ID-022	jm	4P	500	0,6	40		30	9,0			
PIA-023	18868	2P	400	0,6	4	27,3		8,8	50	1,055	C
ID-023	jm1	2P	250	0,6	40		30	8,8			
PIA-024	18868	2P	400	1,7	4	27,3		8,8	50	0,460	C
ID-024	jm1	2P	250	1,7	40		30	8,8			

#### TERMINOLOGÍA / ABREVIATURAS:

- **Dispositivo:** Nombre del dispositivo.
- **Modelo:** Referencia del modelo.
- **Nº polos:** Número de polos.
- **U (V):** Tensión nominal.
- **Ib (A):** Intensidad de diseño.
- **In (A):** Intensidad nominal o intensidad de regulación térmica del dispositivo.
- **Iz (A):** Intensidad máxima admisible del circuito.
- **Is (mA):** Sensibilidad.
- **Iccmáx (KA):** Intensidad de cortocircuito máxima en el dispositivo.
- **Icu (KA):** Poder de corte del dispositivo.
- **Iccmín (KA):** Intensidad de cortocircuito mínima al final del circuito.
- **Curva:** Curva de protección.

## 4 MEDICIONES GENERALES

LISTADO DE MEDICIONES GENERALES				
Nº Partida	Código Precio	Unidades	Descripción	Medición
2.1	-	m	LÍNEA DE ACOMETIDA trifásica formada por conductores unipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección 3x(4x50)mm <sup>2</sup> Cu, aislamiento de XLPE para una tensión nominal 0.6/1kV; en tubo flexible empotrado en pared de mampostería. Totalmente instalado y conectado; i/p.p. de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación conforme a REBT.	10,28
9.1	-	ud	CUADRO GENERAL de mando y protección marca Schneider electric modelo Cuadro Bombeo Red de Riego, referencia Bombeo, formado por caja de superficie, de dimensiones 4000x2800x1000mm, con 30 filas (3000 elementos), grado de protección IP0, perfil omega y embarrado de protección, compuesto por:  1 ud. de PCS 420 V 1 ud. de Aparamenta jm10 4P 420 V 100 A 1 ud. de Magnetotérmico jm1 4P 420 V 35 A 25 KA Curva C 8 uds. de Diferencial jm 4P 420 V 40 A 30 mA 7 uds. de Magnetotérmico jm3 4P 420 V 20 A 12 KA Curva C 1 ud. de Magnetotérmico 18627 2P 243 V 50 A 25 KA Curva C 1 ud. de Diferencial jm2 2P 243 V 50 A 30 mA 1 ud. de Magnetotérmico 18625 2P 243 V 32 A 25 KA Curva C 15 uds. de Diferencial jm1 2P 243 V 40 A 30 mA 1 ud. de Magnetotérmico 18754 2P 243 V 32 A 50 KA Curva B 5 uds. de Magnetotérmico 18868 2P 243 V 4 A 50 KA Curva C 1 ud. de Magnetotérmico 18621 2P 243 V 10 A 25 KA Curva C 4 uds. de Magnetotérmico 18869 2P 243 V 6,3 A 50 KA Curva C 2 uds. de MagnÔiØ{¿Ö6kh,,	1
11.1	-	m	Circuito monofásico para DISTRIBUCIÓN INTERIOR destinado a alimentar PUNTOS DE ILUMINACIÓN; formado por conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2x16)+TTx16mm <sup>2</sup> Cu, aislamiento de XLPE para una tensión nominal 0.6/1kV; en tubo flexible empotrado en pared de mampostería. Totalmente instalado y conectado; i/p.p. de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación conforme a REBT.	104,10

11.2	-	m	<p>Circuito monofásico para DISTRIBUCIÓN INTERIOR destinado a alimentar PUNTOS DE ILUMINACIÓN; formado por conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×1,5)+TT×1,5mm<sup>2</sup>Cu, aislamiento de XLPE para una tensión nominal 0.6/1kV; en tubo flexible empotrado en pared de mampostería.</p> <p>Totalmente instalado y conectado; i/p.p. de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación conforme a REBT.</p>	147,70
12.1	-	m	<p>Circuito monofásico para DISTRIBUCIÓN INTERIOR destinado a alimentar TOMAS DE CORRIENTE de uso general; formado por conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×6)+TT×6mm<sup>2</sup>Cu, aislamiento de XLPE para una tensión nominal 0.6/1kV; en tubo flexible empotrado en pared de mampostería.</p> <p>Totalmente instalado y conectado; i/p.p. de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación conforme a REBT.</p>	106,50
12.2	-	m	<p>Circuito monofásico para DISTRIBUCIÓN INTERIOR destinado a alimentar TOMAS DE CORRIENTE de uso general; formado por conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×4)+TT×4mm<sup>2</sup>Cu, aislamiento de XLPE para una tensión nominal 0.6/1kV; en tubo flexible empotrado en pared de mampostería.</p> <p>Totalmente instalado y conectado; i/p.p. de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación conforme a REBT.</p>	30,84
13.1	-	m	<p>Circuito trifásico para DISTRIBUCIÓN INTERIOR destinado a alimentar PUNTOS DE FUERZA; formado por conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (4×6)+TT×6mm<sup>2</sup>Cu, aislamiento de XLPE para una tensión nominal 0.6/1kV; en tubo flexible empotrado en pared de mampostería.</p> <p>Totalmente instalado y conectado; i/p.p. de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación conforme a REBT.</p>	480,66
13.2	-	m	<p>Circuito monofásico para DISTRIBUCIÓN INTERIOR destinado a alimentar PUNTOS DE FUERZA; formado por conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×10)+TT×10mm<sup>2</sup>Cu, aislamiento de XLPE para una tensión nominal 0.6/1kV; en tubo flexible empotrado en pared de mampostería.</p> <p>Totalmente instalado y conectado; i/p.p. de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación conforme a REBT.</p>	80,03
13.3	-	m	<p>Circuito monofásico para DISTRIBUCIÓN INTERIOR destinado a alimentar PUNTOS DE FUERZA; formado por conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×2,5)+TT×2,5mm<sup>2</sup>Cu, aislamiento de XLPE para una tensión nominal 0.6/1kV; en tubo flexible empotrado en pared de mampostería.</p> <p>Totalmente instalado y conectado; i/p.p. de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación conforme a REBT.</p>	239,12

22.1	-	ud	Punto de luz doble interruptor unipolar realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×16)+TT×16mm <sup>2</sup> Cu, incluidas cajas de registro y caja de mecanismo universal con tornillo, interruptor unipolar de tipo doble de gama media con marco embellecedor y casquillo, totalmente instalado y conectado.	3
22.2	-	ud	Punto de luz sencillo realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×16)+TT×16mm <sup>2</sup> Cu, incluidas cajas de registro y caja de mecanismo universal con tornillo, interruptor unipolar de gama media con marco embellecedor y casquillo, totalmente instalado y conectado.	9
23.1	-	ud	Punto de luz conmutado realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×16)+TT×16mm <sup>2</sup> Cu, incluidas cajas de registro y caja de mecanismo universal con tornillo, mecanismos conmutadores de gama media con marco embellecedor y casquillo, totalmente instalado y conectado.	2
27.1	-	ud	Punto de luz adicional realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×16)+TT×16mm <sup>2</sup> Cu, incluido casquillo, totalmente instalado y conectado.	77
27.2	-	ud	Punto de luz sencillo realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×16)+TT×16mm <sup>2</sup> Cu, incluidas cajas de registro y caja de mecanismo universal con tornillo, mecanismo no incluido, totalmente instalado y conectado.	43
27.3	-	ud	Punto de luz sencillo realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×1,5)+TT×1,5mm <sup>2</sup> Cu, incluidas cajas de registro y caja de mecanismo universal con tornillo, mecanismo no incluido, totalmente instalado y conectado.	2
29.1	-	ud	Base enchufe 10/16A con toma de tierra lateral realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu, incluidas cajas de registro y caja de mecanismo universal con tornillo, base enchufe 10/16a de gama media con marco embellecedor, totalmente instalado y conectado.	4
30.1	-	ud	Base enchufe 20A con toma de tierra lateral realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu, incluidas cajas de registro y caja de mecanismo universal con tornillo, base enchufe 20a de gama media con marco embellecedor, totalmente instalado y conectado.	16

30.2	-	ud	Base enchufe 25A con toma de tierra lateral realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu, incluidas cajas de registro y caja de mecanismo universal con tornillo, base enchufe 25a de gama media con marco embellecedor, totalmente instalado y conectado.	1
31.1	-	ud	Base estanca 16A con toma de tierra lateral realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×4)+TT×4mm <sup>2</sup> Cu, incluidas cajas de registro y caja de mecanismo universal con tornillo, base estanca 16a de gama media con marco embellecedor, totalmente instalado y conectado.	5
31.2	-	ud	Base estanca 16A con toma de tierra lateral realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu, incluidas cajas de registro y caja de mecanismo universal con tornillo, base estanca 16a de gama media con marco embellecedor, totalmente instalado y conectado.	4
32.1	-	ud	Base enchufe industrial 32A con toma de tierra lateral realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×4)+TT×4mm <sup>2</sup> Cu, incluidas cajas de registro y caja de mecanismo universal con tornillo, base enchufe industrial 32a de gama media con marco embellecedor, totalmente instalado y conectado.	3
32.2	-	ud	Base enchufe industrial 32A con toma de tierra lateral realizado con Tubo flexible Empotrado en pared de mampostería y conductores multipolares de Cu aislados de tipo Exzhellent RZ1-K (AS), de sección (2×6)+TT×6mm <sup>2</sup> Cu, incluidas cajas de registro y caja de mecanismo universal con tornillo, base enchufe industrial 32a de gama media con marco embellecedor, totalmente instalado y conectado.	6
34.1	-	ud	Caudalímetro, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.2	-	ud	Equipo 1 Climatización, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.3	-	ud	Equipo Climatización 1_Ext, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.4	-	ud	Equipo Climatización 2, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.5	-	ud	Equipo Climatización 2_Ext, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.6	-	ud	Equipo Climatización 3, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.7	-	ud	Equipo Climatización 3_Ext, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.8	-	ud	Motor - Extractor, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.9	-	ud	Motor Compuerta BalsaR_Filtro, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1

34.10	-	ud	Motor Compuerta Entrada Canal, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.11	-	ud	Motor Filtro de Cadenas, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.12	-	ud	Motor Puente Grúa, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.13	-	ud	Motor Puerta Entrada Parcela, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.14	-	ud	Motor Puerta Sala Carga/Descarga, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.15	-	ud	Motor VM Impulsión, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.16	-	ud	Motor eléctrico, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.17	-	ud	Motor-Extractor, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.18	-	ud	Motor-Extractor 1, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.19	-	ud	Motor-Limpiarejas, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.20	-	ud	Motor-VAL. MARIP. 1600 RED, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.21	-	ud	Motor-VALV. MARIP. Balsa ALM, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.22	-	ud	Motor-VB1, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.23	-	ud	Motor-VB2, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.24	-	ud	Motor-VB3, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.25	-	ud	Motor-VB4, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.26	-	ud	Motor-VB5, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.27	-	ud	Motor-VB6, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.28	-	ud	Motor-VB7, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.29	-	ud	Motor-VB8, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.30	-	ud	Motor-VM Colector Aspiración, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1
34.31	-	ud	Motor-Ventilador, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	3
34.32	-	ud	Símbolos de motor, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	2
34.33	-	ud	Trifásica Balsa Almacenamiento, incluidos elementos auxiliares, totalmente instalado y conectado.	1

## **ANEJO Nº 18: TELECONTROL Y TELEGESTIÓN**

---