

## AI.- MEMORIA DE CÁLCULO

### A1.1.- RED SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN.

La línea elegida está compuesta por tres conductores unipolares de Aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección nominal, de la marca Prysmian con denominación RHZ1-OL Al Voltalene-H Hydrocatcher 18/30 kV, o similar, como puede verse en el plano nº 3.5.1.

#### A1.1.1.- Cálculo de Cortocircuitos.

##### A1.1.1.1.- Observaciones:

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión, valor especificado por la Compañía eléctrica suministradora, que es de 500 MVA en 20 kV.

##### A1.1.1.2.- Cálculo de las corrientes de cortocircuito:

En primer lugar se debe comprobar que la pantalla del cable elegido puede soportar una corriente de cortocircuito monofásico a tierra de 1000 A, que es la máxima permitida por norma de la Compañía Sevillana-Endesa para redes subterráneas y que en este caso se cumple, pues la pantalla del cable elegido puede soportar una intensidad de 1780 A como se puede ver en las tablas del catálogo de *prysmian* del cable elegido.

Por otra parte, para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (1)$$

donde:

- S<sub>cc</sub>: potencia de cortocircuito de la red en MVA que es 500 MVA.
- V: tensión de servicio en KV que en el caso más desfavorable vale 20 kV.
- I<sub>cc</sub>: corriente de cortocircuito en KA.

Utilizando la expresión (1), se obtiene que I<sub>cc</sub> = 14,43 KA.

En segundo lugar, se debe comprobar que el cable elegido puede soportar la corriente de cortocircuito calculada en la instalación.

Para ello se utiliza el gráfico de intensidades de cortocircuitos en el conductor de aluminio que la proporciona el fabricante, y que para una duración del cortocircuito de 1 segundo y sección de 240 mm<sup>2</sup> tiene un valor de 21 kA.

Por tanto, el cable es capaz de soportar una corriente de cortocircuito superior a la calculada en la instalación, y la sección del cable elegida es de 240 mm<sup>2</sup>.

**A1.1.2.- Cálculos eléctricos de la línea subterránea.**

**A1.1.2.1.- Características de la línea subterránea:**

- *Forma de la corriente*.....Alterna trifásica.
- *Número de conductores por haz (N<sub>h</sub>)*.....1.
- *Tensión nominal entre fases (U)*.....20 KV.
- *Frecuencia (f)*.....50 Hz.
- *Potencia Aparente*.....630 KVA.
- *Factor de potencia*.....0,8.
- *Longitud*.....47,42 metros.

**A1.1.2.2.- Características eléctricas del conductor:**

El circuito se compone de tres conductores unipolares de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección cada uno, cuya denominación es: RHZ1-OL Al Voltalene-H Hydrocatcher 18/30 kV, y con las siguientes características:

- *Diámetro exterior del cable*.....42,5 mm.
- *Peso propio aproximado*.....2105 kg/km.
- *Resistencia eléctrica a 20°C*.....0,125 Ω/km.
- *Resistencia eléctrica a 90°C*.....0,000161 Ω/m.
- *Reactancia*.....0,113 Ω/km.
- *Capacidad*.....0,237 μF/km.

- Intensidad admisible enterrado a 25°C.....320 A.

A1.1.2.3.- Intensidades máximas previstas a circular:

La intensidad máxima prevista a circular por la línea es:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 20} = 18,19 A$$

A1.1.2.4.- Criterio térmico:

Este criterio impone que la intensidad admisible por el cable enterrado a 25°C multiplicada por unos coeficientes de reducción, sea mayor a la intensidad máxima prevista a circular por la línea. De este modo se asegura que el aislamiento del cable no sufra daños por exceso térmico durante su servicio en régimen permanente.

Estos coeficientes de reducción son los pertenecientes a instalación bajo tubo y a profundidad distinta a 1 metro, siendo sus valores los siguientes:

- $K_{\text{bajo tubo}} = 0,8$
- $K_{\text{profundidad}} = 0,95$

Y al multiplicar la intensidad admisible del cable por estos coeficientes, queda el siguiente valor:

$$320 A \times 0,8 \times 0,95 = 243.2 A > 18.19 A$$

Que como se comprueba es mayor que la intensidad máxima prevista para la línea, con lo que queda verificado el criterio térmico.

A1.1.2.5.- Criterio de Caída de tensión:

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea viene dada por:

$$\begin{aligned} \Delta V &= \varepsilon \cdot M_e \\ \varepsilon &= \sqrt{3} \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) \\ M_e &= I \cdot L \end{aligned}$$

donde:

- $\Delta V$ : Caída de tensión simple en voltios.

- R: Resistencia del cable a 90°C = 0,000161 Ω/m.
- X: Reactancia del cable = 0,000113 Ω/m.
- φ: Ángulo de desfase (cos φ = 0,8).
- I: Intensidad de línea en amperios.
- L: Longitud de línea en metros.

Y debe ser menor del 5% de la tensión de la red, lo que implica que la máxima caída de tensión que se puede dar en la línea es de 1000 V.

Para su cálculo obtendremos previamente el valor de la constante:

$$\varepsilon = \sqrt{3} \cdot (0,000161 \cdot 0,8 + 0,000113 \cdot 0,6) = 0,00034 \text{ V/A} \cdot \text{m}$$

En cuanto a los momentos eléctricos, su cálculo se hará considerando la intensidad nominal del Centro de Transformación multiplicada por la longitud del apoyo fin de línea al centro en cuestión. Una vez obtenidos estos valores, se multiplican por la constante calculada previamente, obteniendo así de esta forma la caída de tensión a la entrada del centro de transformación, cuya suma en ningún caso debe ser superior a los 1000V.

$$M_e = 18,19 \cdot 47,42 = 862,57 \cdot \text{m}$$

$$\Delta V = \varepsilon \cdot M_e = 0,00034 \cdot 862,57 = 0,29 \text{ V} < 1000 \text{ V} \Rightarrow \text{Cumple}$$

## **A1.2.- CENTRO DE SECCIONAMIENTO.**

### **A1.2.1.- Intensidad Máxima Prevista a Transportar.**

En un sistema trifásico como se ha mencionado anteriormente, la intensidad máxima prevista a transportar o intensidad primaria viene determinada por la expresión:

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

Siendo:

- S: Potencia del transformador en kVA = 630 kVA.
- U: Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.
- I<sub>p</sub>: Intensidad primaria o intensidad máxima prevista a circular en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	$I_p$ (A)
----- 630	----- 18.19

siendo la intensidad total primaria de 18.19 Amperios.

### **A1.2.2.- Cortocircuito.**

#### **A1.2.2.1.- Observaciones:**

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se utiliza la potencia de cortocircuito de 500 MVA de la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía Suministradora.

#### **A1.2.2.2.- Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito:**

El cálculo de las corrientes de cortocircuito se ha realizado en el *punto A1.1.1.2* de este Anexo y se obtiene, como se puede ver,  $I_{cc} = 14.43$  kA.

### **A1.2.3.- Dimensionado del Embarrado.**

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termorretráctil.

Las barras se fijan a las conexiones al efecto existentes en la parte superior del cárter del aparato funcional (interruptor-seccionador en SF6). La fijación de barras se realiza con tornillos M8.

La separación entre las sujeciones de una misma fase y correspondientes a dos celdas contiguas es de 375 mm. La separación entre barras (separación entre fases) es de 200 mm.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal funciones línea: 630 A.
- Intensidad nominal otras funciones: 400 A.
- Límite térmico (1 seg): 16 kA eff.

- Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

Por tanto, hay que asegurar que el límite térmico es superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el **lado de Alta Tensión**.

*A1.2.3.1.- Comprobación por Densidad de Corriente:*

Para la intensidad nominal de 630 A, el embarrado de las celdas SM6 es de tubo de cobre de diámetro exterior de Ø 24 mm y con un espesor de 3 mm, lo que equivale a una sección de 254.5 mm<sup>2</sup>.

La densidad de corriente es:

$$d = \frac{630}{254.5} = 2.48 \text{ A/mm}^2$$

Según normativas se tiene que para una temperatura ambiente de entre 35 °C y 65 °C del embarrado la intensidad máxima admisible es de 548 A para un diámetro de 20 mm y de 818 A para diámetro de 32 mm, lo cual corresponde a las densidades máximas de 3.42 y 2.99 A/mm<sup>2</sup> respectivamente. Con estos valores se obtendría una densidad máxima admisible de 3.29 A/mm<sup>2</sup> para el embarrado de diámetro de 24, valor superior al calculado en régimen permanente (2.48 A/mm<sup>2</sup>). Con estos datos se garantiza el embarrado de 630 A y un calentamiento de 30 °C sobre la temperatura ambiente.

*A1.2.3.2.- Comprobación por Solicitación Electrodinámica:*

Para el cálculo consideramos un cortocircuito trifásico de 16 kA eficaces y 40 kA cresta.

El esfuerzo mayor se produce sobre el conductor de la fase central conforme a la siguiente expresión:

$$F = 13,85 \cdot 10^{-7} \cdot f \cdot \frac{I_{CC}^2}{d} \cdot L \cdot \left( \sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L} \right)$$

siendo:

- F: Fuerza resultante en NW.
- f: Coeficiente en función de cos φ, siendo f= 1 para cos φ= 0.

- $I_{cc}$ : Intensidad máxima de cortocircuito, tomamos el límite térmico que es de 16 kA.
- $d$ : Separación entre fases que es 0.2 m.
- $L$ : Longitud tramos de embarrado que es 0.375 m.

Y sustituyendo se obtiene  $F=399$  NW.

Esta fuerza está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = \frac{F}{L} = 0,106 \text{ kg/mm}$$

Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida.

El momento flector máximo se produce en los extremos siendo:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{q \cdot L^2}{12} = 1242,18 \text{ kg}\cdot\text{mm}$$

El embarrado tiene un diámetro exterior  $D=24$  mm y un diámetro interior  $d=18$  mm.

El módulo resistente de la barra es:

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \left( \frac{D^4 - d^4}{D} \right) = \frac{\pi}{32} \left( \frac{24^4 - 18^4}{24} \right) = 927 \text{ mm}^3$$

La fatiga máxima es:

$$r_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{W} = \frac{1242,18}{927} = 1,34 \text{ kg/mm}^2$$

Para la barra de cobre deformada en frío tenemos:

$$r_{0,2} = 19 \text{ kg/mm}^2 \gg r_{m\acute{a}x}$$

y por lo tanto, existe un gran margen de seguridad.

El momento flector en los extremos debe ser soportado por tornillos M8, con un par de apriete de 2.8 m.kg, superior al par máximo ( $M_{m\acute{a}x}$ ).

### A1.2.3.3.- Cálculo por Solicitación Térmica. Sobreintensidad Térmica Admisible:

La sobreintensidad máxima admisible durante un segundo se determina de acuerdo con CEI 60298 por la expresión:

$$S = \frac{I}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{t}{\delta\Theta}}$$

Siendo:

- S: Sección de cobre en mm<sup>2</sup> siendo 254.5 mm<sup>2</sup>.
- $\alpha$  : Coeficiente que depende del conductor que es  $13 \frac{A \cdot (s)^{1/2}}{mm^2 \cdot (^\circ C)^{1/2}}$  para el cobre.
- t: tiempo de duración de cortocircuito en segundos.
- I: Intensidad eficaz en Amperios.
- $\delta\Theta$ : Incremento de temperatura que puede alcanzar que será 180°C para conductores inicialmente a temperatura ambiente.

Si reducimos este valor en 30 °C por considerar que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la intensidad nominal, y para I = 16 kA eficaces:

$$\delta\Theta = 150^\circ C.$$

$$t = \delta\Theta \cdot \left( \frac{S \cdot \alpha}{I} \right)^2$$

y sustituyendo:

$$t = 150 \cdot \left( \frac{254,5 \cdot 13}{16000} \right)^2 = 6,41s$$

Por lo tanto, y según este criterio, el embarrado podría soportar una intensidad de 16 kA eficaces durante más de un segundo.

### **A1.2.4.-DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.**

A pesar de la inexistencia de transformadores de potencia y por tanto de focos de calor en el interior del edificio, se dispondrá de alguna rejilla o medio de ventilación que garantice una circulación mínima de corriente de aire.

## A1.2.5.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

### A1.2.5.1.- Investigación de las Características del Suelo.

Según la investigación previa del terreno que rodea lateralmente a la zona donde se va a instalar este Centro de Seccionamiento (zona donde se colocarán los electrodos del sistema de tierra), se trata de un terreno de arena arcillosa y tiene una resistividad media superficial igual a 150  $\Omega \cdot m$ .

### A1.2.5.2.- Determinación de las Corrientes Máximas de Puesta a Tierra y Tiempo Máximo Correspondiente de Eliminación de Defecto.

La red eléctrica que se tiene es subterránea.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (Compañía Sevillana de Electricidad (C.S.E.)), el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 1 segundo. Los valores de k y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 78.5 \text{ y } n = 0.18$$

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 12 \Omega \text{ y } X_n = 0 \Omega \text{ con}$$

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2} = 12 \Omega$$

La intensidad máxima de defecto se produce en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_d(\text{máx}) = \frac{U_{\text{smáx}}}{\sqrt{3} \cdot Z_n} \quad \text{donde } U_{\text{smáx}} = 20000 \text{ V.}$$

con lo que el valor obtenido es  $I_d = 963.25 \text{ A}$ , valor que la Compañía redondea a 1000 A que es el valor que se le asocia a las redes subterráneas.

### **A1.2.5.3.- Diseño Preliminar de la Instalación de Tierra de Protección (Masas).**

A este sistema se van a conectar las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra y envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas.

Para los cálculos a realizar, se emplean las expresiones y procedimientos según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación de tercera categoría”, editado por UNESA, conforme a las características del Centro de Transformación objeto del presente cálculo.

El procedimiento seguido para el cálculo es el siguiente:

*1.- Investigación de las características del terreno y cálculo de su resistividad:*

En el caso de estudio es de 150 Ω·m.

*2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto:*

El aspecto más importante que debe tenerse en cuenta en el cálculo de la corriente máxima de puesta a tierra es el tratamiento del neutro de la red. En nuestro caso, se va a tener el neutro unido a tierra por lo que la intensidad máxima de defecto es:

$$I_d = \frac{U_{sm\acute{a}x}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

siendo,

- $U_{sm\acute{a}x}$ : Tensión compuesta de servicio de la red que en este caso es de 20000 V.
- $R_n$ : Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red cuyo valor es 12 Ω.
- $R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección en Ω.
- $X_n$ : Reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red cuyo valor es 0 Ω.

Además, se ha de cumplir que,

$$U_{bt} \geq U_d = R_t \cdot I_d$$

siendo,

- $U_d$ : Tensión de defecto, en voltios.

- $U_{bt}$ : Tensión soportada a frecuencia industrial para la instalación de baja tensión, cuyo valor es de 8000 V.
- $R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección en  $\Omega$ .
- $I_d$ : Intensidad de defecto, en amperios.

Por lo que componiendo las dos ecuaciones llegamos a la siguiente ecuación:

$$\frac{U_{sm\acute{a}x}}{\sqrt{3} \cdot (R_n + R_t)} \leq \frac{U_{bt}}{R_t} \rightarrow \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot (12 + R_t)} \leq \frac{8000}{R_t} \rightarrow R_t \leq \frac{8000 \cdot 12 \cdot \sqrt{3}}{20000 - 8000 \cdot \sqrt{3}}$$

Entonces,  $R_t \leq 27,065\Omega$

$$\text{Por otro lado, } R_t = K_r \cdot \rho_r \rightarrow R_t = K_r \cdot \rho_r \leq 27,065\Omega \rightarrow K_r \leq \frac{27,065}{150} = 0,18$$

### 3.- *Diseño preliminar de la instalación de tierra:*

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en alguna de las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de UNESA.

En este caso, se debe cumplir que  $K_r \leq 0,18$ . Además se ha elegido un electrodo con picas exteriores en hilera ya que como debajo del suelo del Centro de Seccionamiento está ocupado por las plantas subterráneas (2ª, 3ª y 4ª plantas) del aparcamiento, éste se colocará en el terreno lateral como puede verse en el plano nº 3.5.4. Entonces según el A2-32 y visto todo lo anterior, se ha elegido la **configuración 5/32**.

Resumiendo, la tierra de protección que se elige tiene las características:

- **Identificación:** Código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- **Parámetros característicos:**

$$K_r = 0.135 \Omega/(\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0.0252 \text{ V}/(\Omega \cdot m \cdot A)$$

- **Descripción:** Está constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Las picas tienen un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se entierran verticalmente a una profundidad de 0.5 m y la separación

entre pica y la siguiente pica es de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última es de 6 m, dimensión que tiene disponible en el terreno. Todo esto se puede ver en el plano nº 3.5.4.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realiza con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV de 50 mm<sup>2</sup> protegido contra daños mecánicos.

#### **A1.2.5.4.- Cálculo de la Resistencia del Sistema de Tierras.**

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra de protección del centro,  $R_t$ :

$$R_t = k_r \cdot \sigma$$

siendo,

- $k_r$ : Resistencia de puesta a tierra en  $\Omega/(\Omega \cdot m)$ . En este caso  $k_r$  vale 0.135  $\Omega/(\Omega \cdot m)$ .
- $\sigma$ : resistividad del terreno en  $(\Omega \cdot m)$ . En este caso  $\sigma$  vale 150  $\Omega \cdot m$ .

Por lo que,

$$R_t = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega$$

- Intensidad máxima de defecto a tierra,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U_{sm\acute{a}x}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

siendo,

- $U_{sm\acute{a}x}$ : Tensión compuesta de servicio de la red que en este caso es de 20000 V.
- $R_n$ : Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red cuyo valor es de 12  $\Omega$ .
- $R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección cuyo valor es de 20.25  $\Omega$
- $X_n$ : Reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red cuyo valor es de 0  $\Omega$ .

Por lo que,

$$I_d = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(12 + 20.25)^2}} = 358,05 A$$

- Tensión de defecto,  $U_d$ :

$$U_d = I_d \cdot R_t$$

siendo,

- $I_d$ : Intensidad de defecto (A). En este caso vale 358,05 A.
- $R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección cuyo valor es de 20.25  $\Omega$

Por lo que,

$$U_d = 358,05 \cdot 20,25 = 7250,5V$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del Centro de Seccionamiento deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo de 8000 V.

Comprobamos así mismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 A, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

#### **A1.2.5.5.- Cálculo de las Tensiones en el Exterior de la Instalación.**

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

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000  $\Omega$  como mínimo que aíslan a las puertas y rejillas de la estructura equipotencial que se instala en el suelo del Centro.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = k_p \cdot \rho \cdot I_d$$

siendo,

- $k_p$ : Tensión de paso máxima. En este caso  $k_p$  vale 0.0252 V/( $\Omega \cdot m \cdot A$ ).
- $\rho$ : resistividad del terreno. En este caso  $\rho$  vale 150  $\Omega \cdot m$ .
- $I_d$ : Intensidad de defecto. En este caso esta intensidad vale 358.05 A.

-  $U_p$ : Tensión de paso según configuración elegida (V).

Por lo que,

$$U_p = 0.0252 \cdot 150 \cdot 358.05 = 1353.4V$$

Con respecto a la tensión de paso de acceso, cabe decir que según el Anexo 2 del Método UNESA para el caso de electrodos longitudinales con picas exteriores, no se indica el valor de tensión de contacto exterior, ya que depende de la posición en la que se ubique el electrodo con respecto al Centro de Seccionamiento.

Para el caso en estudio, las picas se ubican lejos del acceso al Centro de Seccionamiento por lo que debe considerarse como tensión de paso de acceso (tensión de contacto exterior), la tensión de defecto.

$$U_{p_{acceso}} = U_d = R_t \cdot I_d$$

Siendo:

- $I_d$ : Intensidad de defecto (A). En este caso vale 358,05 A.
- $R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección del neutro cuyo valor es de 20.25  $\Omega$
- $U_d$ : Tensión de defecto (V).
- $U_{p_{acceso}}$ : Tensión de paso de acceso (V).

Por lo que,

$$U_{p_{acceso}} = U_d = 20.25 \cdot 358.05 = 7250.5V$$

#### **A1.2.5.6.- Cálculo de las Tensiones en el Interior de la Instalación.**

En el piso del Centro se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro de 4 mm formando una retícula de 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará como a dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubre con una capa de hormigón de 10 cm de espesor.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo como especifica y ha comprobado el Método UNESA.

#### **A1.2.5.7.- Cálculo de las Tensiones Aplicadas.**

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{k}{t^n}$$

Siendo:

- $U_{ca}$ : Tensión máxima de contacto aplicada (V).
- k: constante en función del tiempo. Para  $0.9 < t < 3$  segundos vale 78,5.
- n: constante en función del tiempo. Para  $0.9 < t < 3$  segundos vale 0,18.
- t: duración de la falta que vale 1 segundo.

Aplicando estos valores a la fórmula, obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 78.5 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior y en el acceso al Centro de la instalación, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{p(\text{exterior})} = 10 \frac{k}{t^n} \left( 1 + \frac{6 \cdot \sigma}{1000} \right)$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 10 \frac{k}{t^n} \left( 1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

- $U_p$ : Tensiones de paso (V).
- k: constante en función del tiempo. Para  $0.9 < t < 3$  segundos vale 78,5.
- n: constante en función del tiempo. Para  $0.9 < t < 3$  segundos vale 0,18.
- t: Duración de la falta y es igual a 1 segundo.
- $\sigma$ : Resistividad del terreno. Este vale  $150 \Omega \cdot m$ .
- $\sigma_h$ : Resistividad del hormigón y es igual a  $3000 \Omega \cdot m$ .

Y obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})}^{\text{máx}} = 10 \frac{78,5}{1^{0,18}} \left( 1 + \frac{6 \cdot 150}{1000} \right) = 1491,5V$$

$$U_{p(\text{acceso})}^{\text{máx}} = 10 \frac{78,5}{1^{0,18}} \left( 1 + \frac{3 \cdot 150 + 3 \cdot 3000}{1000} \right) = 8203,3V$$

Así pues, se comprueba que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- o En el exterior:

$$U_p = 1353.4 \text{ V} < U_{p(\text{exterior})}^{\text{máx}} = 1491.5 \text{ V}$$

- o En el acceso al Centro de Seccionamiento:

$$U_{p(\text{acceso})} = 7250.5 < U_{p(\text{acceso})}^{\text{máx}} = 8203.3 \text{ V}$$

#### **A1.2.5.8.- Investigación de Tensiones Transferibles al Exterior.**

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

### **A1.3.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

#### **A1.3.1.- INTENSIDAD EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.**

En un sistema trifásico, la intensidad nominal primaria  $I_1$  (en el lado de alta tensión) viene determinada por la expresión:

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_1}$$

siendo:

- S: Potencia del transformador en kVA que es de 630 kVA.
- $U_1$ : Tensión compuesta primaria en kV que es de 20 kV.
- $I_1$ : Intensidad nominal primaria o intensidad en el lado de alta tensión en A.

Sustituyendo valores, se obtendrá:

Potencia del

Transformador (kVA)	I <sub>p</sub> (A)
-----	-----
630	18.19

siendo la intensidad nominal total primaria de 18.19 Amperios.

### A1.3.2.- INTENSIDAD EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad nominal secundaria I<sub>2</sub> (en el lado de baja tensión) viene determinada por la expresión:

$$I_2 = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_2}$$

siendo:

- S: Potencia del transformador en kVA que es de 630 kVA.
- U<sub>2</sub>: Tensión compuesta secundaria en kV que es de 400 V.
- I<sub>2</sub>: Intensidad nominal secundaria o intensidad en el lado de baja tensión en A.

Sustituyendo valores, se obtendrá:

Potencia del Transformador (kVA)	I <sub>s</sub> (A)
-----	-----
630	909.33

siendo la intensidad nominal total secundaria de 909.33 Amperios.

### A1.3.3.- CORTOCIRCUITOS.

#### A1.3.3.1.- Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se utiliza la potencia de cortocircuito de 500 MVA de la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía Suministradora.

### A1.3.3.2.- Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

El cálculo de las corrientes de cortocircuito se ha realizado según la norma UNE 60909:2002.

#### A1.3.3.2.1.- Cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

Para el cálculo de esta intensidad, se debe calcular la impedancia de la red aguas arriba:

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}^2}{S_{kQ}''}$$

donde:

- c: factor de tensión que vale en este caso 1,10.
- $U_{nQ}$ : tensión compuesta de la red en vacío que es 20 kV.
- $S_{kQ}''$ : potencia de cortocircuito simétrica inicial que es 500 MVA.

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$Z_Q = \frac{1,1 \cdot (20 \cdot 10^3)^2}{500 \cdot 10^6} = 0,88 \Omega = 880 m\Omega$$

Por lo que la intensidad de cortocircuito que se busca vale:

$$I_{cc} = \frac{\frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3}}}{Z_Q} = \frac{1,1 \cdot 20 \cdot 10^3}{0,88 \cdot \sqrt{3}} = 14,43 kA$$

#### A1.3.3.2.2.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión:

Para el cálculo de esta intensidad, se debe calcular primero la impedancia de la red aguas arriba en el lado de baja tensión:

$$Z_{Qt} = \frac{c \cdot U_{nQ}^2}{S_{kQ}''} \cdot \frac{1}{t_r^2}$$

donde:

- c: factor de tensión que vale en este caso 1,10.
- $U_{nQ}$ : tensión compuesta de la red en vacío que es 20 kV.
- $S_{kQ}''$ : potencia de cortocircuito simétrica inicial que es 500 MVA.

-  $t_r$ : relación de transformación asignada.

$$Z_{Qt} = R_{Qt} + jX_{Qt} = 0,1 \cdot 0,995 \cdot Z_{Qt} + 0,995 \cdot Z_{Qt}$$

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$Z_{Qt} = \frac{1,1 \cdot (20 \cdot 10^3)^2}{500 \cdot 10^6} \cdot \frac{1}{\left(\frac{20}{0,4}\right)^2} = 0,352 \cdot 10^{-3} \Omega = 0,352 m\Omega$$

$$Z_{Qt} = 0,035 + 0,35 j(m\Omega)$$

Una vez calculado esa impedancia, se debe calcular la impedancia del transformador:

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

donde:

- $u_{kr}$ : tensión de cortocircuito asignada al transformador en % que para este caso es del 4%.
- $U_{rT}$ : tensión compuesta asignada al transformador, lado de baja que es 400 V.
- $S_{rT}$ : potencia aparente asignada al transformador que es 630 kVA.

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$Z_T = \frac{4}{100} \cdot \frac{400^2}{630 \cdot 10^3} = 10,15 \cdot 10^{-3} \Omega = 10,15 m\Omega$$

$$Z_T = R_T + jX_T = 10,15 j(m\Omega)$$

A este valor hay que aplicar un factor corrector:

$$K_T = 0,95 \cdot \frac{c_{m\acute{a}x}}{1 + 0,6x_T} \quad \text{donde } x_T = \frac{X_T}{\left(\frac{U_{rt}^2}{S_{rt}}\right)}$$

Sustituyendo valores se obtiene una  $x_T = 0,03996$  por lo que  $K_T = 0,98$

$$Z_{Trafo} = K_T \cdot R_T + jK_T \cdot X_T = 9,95 j(m\Omega)$$

Una vez conocidas estas dos impedancias se puede obtener la intensidad de cortocircuito:

$$I_{cc} = \frac{\frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3}}}{Z_{eq}} = \frac{\frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3}}}{Z_{Qt} + Z_{Trafo}} = \frac{\frac{1,05 \cdot 400}{\sqrt{3}}}{\sqrt{0,035^2 + (0,35 + 9,95)^2 \cdot 10^{-3}}} = 23,54 kA$$

#### **A1.3.4.- DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.**

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termorretráctil.

Las barras se fijan a las conexiones al efecto existentes en la parte superior del cárter del aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador en SF6). La fijación de barras se realiza con tornillos M8.

La separación entre las sujeciones de una misma fase y correspondientes a dos celdas contiguas es de 375 mm. La separación entre barras (separación entre fases) es de 200 mm.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal funciones línea: 630 A.
- Intensidad nominal otras funciones: 400 A.
- Límite térmico (1 sg): 16 kA eff.
- Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

Por tanto, hay que asegurar que el límite térmico es superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el **lado de Alta Tensión**.

##### **A1.3.4.1.- Comprobación por Densidad de Corriente.**

Se sabe que el embarrado de las celdas SM6 es de tubo de cobre de diámetro exterior de Ø 24 mm y con un espesor de 3 mm, lo que equivale a una sección de 254.5 mm<sup>2</sup> y que la intensidad nominal de éste es de 630 A.

La densidad de corriente es:

$$d = \frac{630}{254.5} = 2.48 \text{ A/mm}^2$$

Según normativas se tiene que para una temperatura ambiente de entre 35 °C y 65 °C del embarrado la intensidad máxima admisible es de 548 A para un diámetro de 20 mm y de 818 A para diámetro de 32 mm, lo cual corresponde a las densidades máximas de 3.42 y

2.99 A/mm<sup>2</sup> respectivamente. Con estos valores se obtendría una densidad máxima admisible de 3.29 A/mm<sup>2</sup> para el embarrado de diámetro de 24, valor superior al calculado en régimen permanente (2.48 A/mm<sup>2</sup>). Con estos datos se garantiza el embarrado de 630 A y un calentamiento de 30 °C sobre la temperatura ambiente.

#### **A1.3.4.2.- Comprobación por Solicitación Electrodinámica.**

Para el cálculo consideramos un cortocircuito trifásico de 16 kA eficaces y 40 kA cresta.

El esfuerzo mayor se produce sobre el conductor de la fase central conforme a la siguiente expresión:

$$F = 13,85 \cdot 10^{-7} \cdot f \cdot \frac{I_{CC}^2}{d} \cdot L \cdot \left( \sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L} \right)$$

siendo:

- F: Fuerza resultante en NW.
- f: Coeficiente en función de cos φ, siendo f= 1 para cos φ= 0.
- I<sub>cc</sub>: Intensidad máxima de cortocircuito, tomamos el límite térmico que es de 16 kA.
- d: Separación entre fases que es 0.2 m.
- L: Longitud tramos de embarrado que es 0.375 m.

Y sustituyendo se obtiene F=399 NW.

Esta fuerza está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = \frac{F}{L} = 0,106 \text{ kg/mm}$$

Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida.

El momento flector máximo se produce en los extremos siendo:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{q \cdot L^2}{12} = 1242,18 \text{ kg}\cdot\text{mm}$$

El embarrado tiene un diámetro exterior  $D=24$  mm y un diámetro interior  $d=18$  mm.

El módulo resistente de la barra es:

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \left( \frac{D^4 - d^4}{D} \right) = \frac{\pi}{32} \left( \frac{24^4 - 18^4}{24} \right) = 927 \text{ mm}^3$$

La fatiga máxima es:

$$r_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{W} = \frac{1242,18}{927} = 1,34 \text{ kg/mm}^2$$

Para la barra de cobre deformada en frío tenemos:

$$r_{0,2} = 19 \text{ kg/mm}^2 \gg r_{m\acute{a}x}$$

y por lo tanto, existe un gran margen de seguridad.

El momento flector en los extremos debe ser soportado por tornillos M8, con un par de apriete de 2.8 m·kg, superior al par máximo ( $M_{m\acute{a}x}$ ).

#### **A1.3.4.3.- Cálculo por Solicitación Térmica. Sobreintensidad Térmica Admisible.**

La sobreintensidad máxima admisible durante un segundo se determina de acuerdo con CEI 60298 por la expresión:

$$S = \frac{I}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{t}{\delta\Theta}}$$

Siendo:

- S: Sección de cobre en  $\text{mm}^2$  siendo  $254.5 \text{ mm}^2$ .
- $\alpha$  : Coeficiente que depende del conductor que es  $13 \frac{A \cdot (s)^{1/2}}{\text{mm}^2 \cdot (^\circ C)^{1/2}}$  para el cobre.
- t: tiempo de duración de cortocircuito en segundos.
- I: Intensidad eficaz en Amperios.
- $\delta\Theta$ : Incremento de temperatura que puede alcanzar que será  $180^\circ\text{C}$  para conductores inicialmente a temperatura ambiente.

Si reducimos este valor en 30 °C por considerar que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la intensidad nominal, y para I = 16 kA eficaces:

$$\delta\Theta = 150^{\circ}\text{C}.$$

$$t = \delta\Theta \cdot \left( \frac{S \cdot \alpha}{I} \right)^2$$

y sustituyendo:

$$t = 150 \cdot \left( \frac{254,5 \cdot 13}{16000} \right)^2 = 6,41\text{s}$$

Por lo tanto, y según este criterio, el embarrado podría soportar una intensidad de 16 kA eficaces durante más de un segundo.

### **A1.3.5.- SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES.**

#### ***A1.3.5.1.- Alta Tensión.***

Los cortocircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
----- 630	----- 40

### **A1.3.5.2.- Baja Tensión.**

La salida de Baja Tensión del transformador se va a proteger mediante un interruptor automático.

Para el diseño del interruptor se observa la intensidad de diseño ( $I_B$ ), que es 909,33 A, y la intensidad de cortocircuito máxima ( $I_{CCmáx}$ ), que es 23,54 kA, como se ver en los apartados anteriores de esta memoria. El interruptor automático debe cumplir que:

- Se selecciona por su calibre:  $I_B < I_n$
- $I_{CCmáx} < PdC_s$
- $I_{CCmáx} < PdC_u$

siendo,

- $I_n$ : Intensidad Asignada.
- $PdC_s$ : Poder de Corte de Servicio.
- $PdC_u$ : Poder de Corte último.

Por lo que se ha elegido el interruptor automático **NZMN4-4-AE1000** según el catálogo de Mollier ya que cumple las obligaciones anteriores:

- $909,33 \text{ A} < 1000 \text{ A} = I_n$
- $23,54 \text{ kA} < 50 \text{ kA} = PdC_s = PdC_u$

### **A1.3.6.-DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot k \cdot \sqrt{h \cdot \Delta t^3}}$$

siendo:

- $W_{cu}$ : Pérdidas de cortocircuito del transformador en kW.
- $W_{fe}$ : Pérdidas en vacío del transformador en kW.
- h: Distancia vertical entre centros de rejillas siendo igual a 2 m.

- $\Delta t$ : Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, considerándose en este caso un valor de 15 °C.
- k: Coeficiente en función de la reja de entrada de aire, considerándose su valor como 0,6.
- $S_r$ : Superficie mínima de la reja de entrada de ventilación del transformador en m<sup>2</sup>.

Sustituyendo valores se obtienen:

Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas $W_{cu} + W_{fe}$ (kW)	$S_r$ mínima (m <sup>2</sup> )
630	7.8	0.66

Se dispondrán, por tanto, dos rejillas de ventilación para el transformador (una para entrada de aire y otra para la salida) de dimensiones 1200 x 600 mm cada una, consiguiendo así una superficie de ventilación por sector de 1,44 m<sup>2</sup>.

Según se puede ver en el plano nº 3.6.2, las rejillas van situadas en las paredes de las fachadas del local prefabricado, por encima de las puertas de acceso.

#### A1.3.7.- DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

El foso de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Potencia del transformador (kVA)	Volumen mínimo del foso (litros)
630	397

Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado tiene una capacidad de 600 litros para cada transformador, no habrá ninguna limitación en este sentido.

### **A1.3.8.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.**

#### **A1.3.8.1.- Investigación de las Características del Suelo.**

Según la investigación previa del terreno que rodea lateralmente a la zona donde se va a instalar este Centro de Transformación (zona donde se colocarán los electrodos del sistema de tierra), se trata de un terreno de arena arcillosa y tiene una resistividad media superficial igual a  $150 \Omega \cdot m$ .

#### **A1.3.8.2.- Determinación de las Corrientes Máximas de Puesta a Tierra y Tiempo Máximo Correspondiente de Eliminación de Defecto.**

La red eléctrica que se tiene es subterránea.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (Compañía Sevillana de Electricidad (C.S.E.)), el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 1 segundo. Los valores de  $k$  y  $n$  para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 78.5 \text{ y } n = 0.18$$

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 12 \Omega \text{ y } X_n = 0 \Omega \text{ con}$$

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2} = 12 \Omega$$

La intensidad máxima de defecto se produce en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_d(\text{máx}) = \frac{U_{\text{smáx}}}{\sqrt{3} \cdot Z_n} \quad \text{donde } U_{\text{smáx}} = 20000 \text{ V.}$$

con lo que el valor obtenido es  $I_d = 963.25 \text{ A}$ , valor que la Compañía redondea a  $1000 \text{ A}$  que es el valor que se le asocia a las redes subterráneas.

### **A1.3.8.3.- Diseño Preliminar de la Instalación de Tierra.**

#### **A1.3.8.3.1.- Tierra de Protección (masas):**

A este sistema se van a conectar las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas del transformador.

Para los cálculos a realizar se emplean las expresiones y procedimientos según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación de tercera categoría”, editado por UNESA, conforme a las características del Centro de Transformación objeto del presente cálculo.

El procedimiento seguido para el cálculo es el siguiente:

#### *1.- Investigación de las características del terreno y cálculo de su resistividad:*

En el caso de estudio es de 150  $\Omega \cdot m$ .

#### *2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto:*

El aspecto más importante que debe tenerse en cuenta en el cálculo de la corriente máxima de puesta a tierra es el tratamiento del neutro de la red. En nuestro caso, se va a tener el neutro unido a tierra por lo que la intensidad máxima de defecto será:

$$I_d = \frac{U_{sm\acute{a}x}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

siendo,

- $U_{sm\acute{a}x}$ : Tensión compuesta de servicio de la red que en este caso es de 20000 V.
- $R_n$ : Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red cuyo valor es 12  $\Omega$ .
- $R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección en  $\Omega$ .
- $X_n$ : Reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red cuyo valor es 0  $\Omega$ .

Además, se ha de cumplir que,

$$U_{bt} \geq U_d = R_t \cdot I_d$$

siendo,

- $U_d$ : Tensión de defecto, en voltios.
- $U_{bt}$ : Tensión soportada a frecuencia industrial para la instalación de baja tensión, cuyo valor es de 8000 V.
- $R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección en  $\Omega$ .
- $I_d$ : Intensidad de defecto, en amperios.

Por lo que componiendo las dos ecuaciones llegamos a la siguiente ecuación:

$$\frac{U_{sm\acute{a}x}}{\sqrt{3} \cdot (R_n + R_t)} \leq \frac{U_{bt}}{R_t} \rightarrow \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot (12 + R_t)} \leq \frac{8000}{R_t} \rightarrow R_t \leq \frac{8000 \cdot 12 \cdot \sqrt{3}}{20000 - 8000 \cdot \sqrt{3}}$$

Entonces,  $R_t \leq 27,065\Omega$

$$\text{Por otro lado, } R_t = K_r \cdot \rho_r \rightarrow R_t = K_r \cdot \rho_r \leq 27,065\Omega \rightarrow K_r \leq \frac{27,065}{150} = 0,18$$

### 3.- *Diseño preliminar de la instalación de tierra:*

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en alguna de las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de UNESA.

En este caso, se debe cumplir que  $K_r \leq 0,18$ . Además se ha elegido un electrodo con picas exteriores en hilera ya que como debajo del suelo del Centro de Transformación está ocupado por las plantas subterráneas (2ª, 3ª y 4ª plantas) del aparcamiento, éste se colocará en el terreno lateral como puede verse en el plano nº 3.6.4. Entonces según el A2-32 y visto todo lo anterior, se ha elegido la **configuración 5/32**.

Resumiendo, la tierra de protección que se elige tiene las características:

- **Identificación:** Código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- **Parámetros característicos:**

$$K_r = 0.135 \Omega/(\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0.0252 V/(\Omega \cdot m \cdot A)$$

- **Descripción:** Está constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Las picas tienen un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se entierran verticalmente a una profundidad de 0.5 m y la separación entre pica y la siguiente pica es de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última es de 6 m, dimensión que tiene disponible en el terreno. Todo esto se puede ver en el plano n° 3.6.4.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realiza con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV de 50 mm<sup>2</sup> protegido contra daños mecánicos.

#### A1.3.8.3.2.- Tierra de Servicio:

A este sistema se conecta el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para los cálculos a realizar se emplean las expresiones y procedimientos según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación de tercera categoría”, editado por UNESA, conforme a las características del Centro de Transformación objeto del presente cálculo.

El procedimiento seguido para el cálculo es el siguiente:

##### 1.- *Investigación de las características del terreno y cálculo de su resistividad:*

En el caso de estudio es de 150 Ω·m.

##### 2.- *Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto:*

El aspecto más importante que debe tenerse en cuenta en el cálculo de la corriente máxima de puesta a tierra es el tratamiento del neutro de la red. En nuestro caso, se va a tener el neutro unido a tierra por lo que la intensidad máxima de defecto será:

$$I_d = \frac{U_{sm\acute{a}x}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

siendo,

- U<sub>smáx</sub>: Tensión compuesta de servicio de la red que en este caso es de 20000 V.
- R<sub>n</sub>: Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red cuyo valor es 12 Ω.

- $R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección del neutro en  $\Omega$ .
- $X_n$ : Reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red cuyo valor es 0  $\Omega$ .

Además, se ha de cumplir que,

$$U_{bt} \geq U_d = R_t \cdot I_d$$

siendo,

- $U_d$ : Tensión de defecto, en voltios.
- $U_{bt}$ : Tensión soportada a frecuencia industrial para la instalación de baja tensión, cuyo valor es de 8000 V.
- $R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección del neutro en  $\Omega$ .
- $I_d$ : Intensidad de defecto, en amperios.

Por lo que componiendo las dos ecuaciones llegamos a la siguiente ecuación:

$$\frac{U_{sm\acute{a}x}}{\sqrt{3} \cdot (R_n + R_t)} \leq \frac{U_{bt}}{R_t} \rightarrow \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot (12 + R_t)} \leq \frac{8000}{R_t} \rightarrow R_t \leq \frac{8000 \cdot 12 \cdot \sqrt{3}}{20000 - 8000 \cdot \sqrt{3}}$$

Entonces,  $R_t \leq 27,065\Omega$

$$\text{Por otro lado, } R_t = K_r \cdot \rho_r \rightarrow R_t = K_r \cdot \rho_r \leq 27,065\Omega \rightarrow K_r \leq \frac{27,065}{150} = 0,18$$

### 3.- *Diseño preliminar de la instalación de tierra:*

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en alguna de las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de UNESA.

En este caso, se debe cumplir que  $K_r \leq 0,18$ . Además se ha elegido un electrodo con picas exteriores en hilera ya que como debajo del suelo del Centro de Transformación está ocupado por las plantas subterráneas (2ª, 3ª y 4ª plantas) del aparcamiento, éste se colocará en el terreno lateral como puede verse en el plano nº3.6.4. Entonces según el A2-32 y visto todo lo anterior, se ha elegido la **configuración 5/32**.

Resumiendo, la tierra de servicio que se elige tiene las características:

- **Identificación:** Código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- **Parámetros característicos:**

$$K_r = 0.135 \Omega/(\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0.0252 V/(\Omega \cdot m \cdot A)$$

- **Descripción:** Está constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Las picas tienen un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se entierran verticalmente a una profundidad de 0.5 m y la separación entre pica y pica es de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última es de 6 m, dimensión que tiene disponible en el terreno. Todo esto se puede ver en el plano nº 3.6.4.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realiza con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV de 50 mm<sup>2</sup> protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo es inferior a 37  $\Omega$  ( $R_t=20.25$ ). Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad de 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ( $24 V = 37 \times 0,650$ ).

Los sistemas de tierra de Protección y Servicio se establecerán separadas, salvo cuando el potencial absoluto del electrodo adquiriera un potencial menor o igual a 1.000 V, en cuyo caso se establecerán tierras unidas. En el caso del aparcamiento,  $U_d = 7250,5 \geq 1.000 V$ , como puede verse a continuación, por lo que éstas están separadas. Dicha separación está calculada en el apartado A1.3.8.8.

#### **A1.3.8.4.- Cálculo de la Resistencia del Sistema de Tierras.**

##### **A1.3.8.4.1.- Tierra de Protección:**

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra de protección del centro,  $R_t$ :

$$R_t = k_r \cdot \sigma$$

siendo,

- $k_f$ : Resistencia de puesta a tierra en  $\Omega/(\Omega \cdot m)$ . En este caso  $k_f$  vale  $0.135 \Omega/(\Omega \cdot m)$ .
- $\sigma$ : resistividad del terreno en  $(\Omega \cdot m)$ . En este caso  $\sigma$  vale  $150 \Omega \cdot m$ .

Por lo que,

$$R_t = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega$$

- Intensidad máxima de defecto a tierra,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U_{sm\acute{a}x}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

siendo,

- $U_{sm\acute{a}x}$ : Tensión compuesta de servicio de la red que en este caso es de  $20000 \text{ V}$ .
- $R_n$ : Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red cuyo valor es de  $12 \Omega$ .
- $R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección cuyo valor es de  $20.25 \Omega$
- $X_n$ : Reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red cuyo valor es de  $0 \Omega$ .

Por lo que,

$$I_d = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(12 + 20.25)^2}} = 358,05 \text{ A}$$

- Tensión de defecto,  $U_d$ :

$$U_d = I_d \cdot R_t$$

siendo,

- $I_d$ : Intensidad de defecto (A). En este caso vale  $358,05 \text{ A}$ .
- $R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección cuyo valor es de  $20.25 \Omega$ .

Por lo que,

$$U_d = 358,05 \cdot 20.25 = 7250,5 \text{ V}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del Centro de Transformación deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo de  $8000 \text{ V}$ .

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos así mismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 A, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

#### A1.3.8.4.2.- Tierra de Servicio:

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo ( $R_t$ ) debe ser inferior a 37  $\Omega$  como se ha explicado en el apartado A1.3.8.3.2 de esta memoria.

$$R_t = k_r \cdot \sigma$$

siendo,

- $k_r$ : Resistencia de puesta a tierra en  $\Omega/(\Omega \cdot m)$ . En este caso  $k_r$  vale 0.135  $\Omega/(\Omega \cdot m)$ .
- $\sigma$ : resistividad del terreno en  $(\Omega \cdot m)$ . En este caso  $\sigma$  vale 150  $\Omega \cdot m$ .

Por lo que,

$$R_t = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega$$

que es inferior a 37  $\Omega$ .

#### A1.3.8.5.- Cálculo de las Tensiones en el Exterior de la Instalación.

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

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = k_p \cdot \rho \cdot I_d$$

siendo,

- $k_p$ : Tensión de paso máxima  $V/(\Omega \cdot m \cdot A)$ . En este caso  $k_p$  vale 0.0252  $V/(\Omega \cdot m \cdot A)$ .

- $\rho$ : resistividad del terreno en ( $\Omega \cdot m$ ). En este caso  $\rho$  vale  $150 \Omega \cdot m$ .
- $I_d$ : Intensidad de defecto. En este caso esta intensidad vale  $358.05 A$ .
- $U_p$ : Tensión de paso según configuración elegida.

Por lo que,

$$U_p = 0.0252 \cdot 150 \cdot 358.05 = 1353.4V$$

Con respecto a la tensión de paso de acceso, cabe decir que según el Anexo 2 del Método UNESA para el caso de electrodos longitudinales con picas exteriores, no se indica el valor de tensión de contacto exterior, ya que depende de la posición en la que se ubique el electrodo con respecto al Centro de Transformación.

Para el caso en estudio, las picas se ubican lejos del acceso al Centro de Transformación por lo que debe considerarse como tensión de paso de acceso (tensión de contacto exterior), la tensión de defecto.

$$U_{p_{acceso}} = U_d = R_t \cdot I_d$$

siendo:

- $I_d$ : Intensidad de defecto (A). En este caso vale  $358,05 A$ .
- $R_t$ : Resistencia de la puesta a tierra de protección del neutro cuyo valor es de  $20.25 \Omega$
- $U_d$ : Tensión de defecto (V).
- $U_{p_{acceso}}$ : Tensión de paso de acceso (V).

Por lo que,

$$U_{p_{acceso}} = U_d = 20.25 \cdot 358.05 = 7250.5V$$

#### **A1.3.8.6.- Cálculo de las Tensiones en el Interior de la Instalación.**

En el piso del Centro se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro de 4 mm formando una retícula de  $0.30 \times 0.30 m$ . Este mallazo se conectará como a dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubre con una capa de hormigón de 10 cm de espesor.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo como especifica y ha comprobado el Método UNESA.

#### **A1.3.8.7.- Cálculo de las Tensiones Aplicadas.**

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{k}{t^n}$$

siendo:

- $U_{ca}$ : Tensión máxima de contacto aplicada (V).
- $k$ : constante en función del tiempo. Para  $0.9 < t < 3$  segundos vale 78,5.
- $n$ : constante en función del tiempo. Para  $0.9 < t < 3$  segundos vale 0,18.
- $t$ : duración de la falta que vale 1 segundo.

Aplicando estos valores a la fórmula, obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 78.5 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior y en el acceso al Centro de la instalación, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{p(\text{exterior})} = 10 \frac{k}{t^n} \left( 1 + \frac{6 \cdot \sigma}{1000} \right)$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 10 \frac{k}{t^n} \left( 1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

- $U_p$ : Tensiones de paso (V).
- $k$ : constante en función del tiempo. Para  $0.9 < t < 3$  segundos vale 78,5.
- $n$ : constante en función del tiempo. Para  $0.9 < t < 3$  segundos vale 0,18.
- $t$ : Duración de la falta y es igual a 1 segundo.
- $\sigma$ : Resistividad del terreno. Este vale  $150 \Omega \cdot m$ .
- $\sigma_h$ : Resistividad del hormigón y es igual a  $3000 \Omega \cdot m$ .

Y obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})}^{\text{máx}} = 10 \frac{78,5}{1^{0,18}} \left( 1 + \frac{6 \cdot 150}{1000} \right) = 1491,5V$$

$$U_{p(\text{acceso})}^{\text{máx}} = 10 \frac{78,5}{1^{0,18}} \left( 1 + \frac{3 \cdot 150 + 3 \cdot 3000}{1000} \right) = 8203,3V$$

Así pues, se comprueba que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- o En el exterior:

$$U_p = 1353.4 \text{ V} < U_{p(\text{exterior})}^{\text{máx}} = 1491.5 \text{ V}$$

- o En el acceso al Centro de Transformación:

$$U_{p(\text{acceso})} = 7250.5 < U_{p(\text{acceso})}^{\text{máx}} = 8203.3 \text{ V}$$

#### **A1.3.8.8.- Investigación de Tensiones Transferibles al Exterior.**

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

Los sistemas de tierra de Protección y Servicio se establecerán separadas, salvo cuando el potencial absoluto del electrodo adquiera un potencial menor o igual a 1.000 V, en cuyo caso se establecerán tierras unidas. En el caso del aparcamiento,  $U_d = 7250,5 \geq 1.000 \text{ V}$ , como puede verse a continuación, por lo que éstas están separadas.

La distancia de separación mínima ( $D_{\text{mín}}$ ) entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, se determinada por la expresión:

$$D_{\text{mín}} = \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi}$$

con:

- $\rho = 150 \Omega \cdot \text{m}$
- $I_d = 358.05 \text{ A}$

Con lo que obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\text{mín}} = 8.55 \text{ m}$$

## A1.4.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

### A1.4.1.- POTENCIAS.

Se calcula la potencia real de un tramo sumando la potencia instalada de los receptores que alimenta, y aplicando la simultaneidad adecuada y los coeficientes impuestos por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. 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 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión).
- Factor de **1'25** a aplicar en tramos que alimentan a uno o varios motores, y que afecta sólo a la que tenga mayor potencia entre ellos. (Instrucción ITC-BT-47, apartado 3 del Reglamento Electrotécnico para baja tensión).
- Coeficiente de simultaneidad de **1** ya que se trata de un garaje o aparcamiento. (Instrucción ITC-BT-10, apartado 3.4 del Reglamento Electrotécnico para baja Tensión).

### A1.4.2.- INTENSIDADES

Determinaremos la intensidad en cada tramo por aplicación de las siguientes expresiones:

- *Distribución monofásica:*

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

siendo:

- V: Tensión simple cuyo valor es de 230 V.
- P: Potencia (W).
- I: Intensidad de corriente (A).
- $\cos \varphi$ : Factor de potencia.

- *Distribución trifásica:*

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

siendo:

- V: Tensión compuesta cuyo valor es de 400 V.
- P: Potencia (W).
- I: Intensidad de corriente (A).
- $\cos \varphi$ : Factor de potencia.

### **A1.4.3.- SECCIÓN.**

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T.) exige que las secciones de un conductor se calculen por:

- Criterio térmico.
- Criterio de caída de tensión.
- Criterio de cortocircuito.

Adoptaremos la sección nominal más desfavorable de las tres resultantes.

Cabe, destacar que para la derivación individual la sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección según especifica la instrucción ITC-BT-15 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### **A1.4.3.1.- Criterio Térmico.**

Se aplica para el cálculo por Criterio Térmico lo expuesto en la norma UNE 20.460-94/5-523. La intensidad máxima que debe circular por un cable para que éste no se deteriore viene marcada por las tablas 52-C1 a 52-C12. En función del método de instalación adoptado de la tabla 52-B2, determinaremos el método de referencia según 52-B1, que en función del tipo de cable nos indicará la tabla de intensidades máximas que se ha de utilizar.

La intensidad máxima admisible se ve afectada por una serie de factores como son la temperatura ambiente, la agrupación de varios cables, la exposición al sol... que

generalmente reducen su valor. Se hallará el factor por temperatura ambiente a partir de las tablas 52-D1 y 52-D2. El factor por agrupamiento, de las tablas 52-E1, 52-E2, 52-E3 A y 52-E3 B. Si el cable está expuesto al sol, o bien, se trata de un cable con aislamiento mineral, desnudo y accesible, aplicaremos directamente un 0,9.

Para el cálculo de la sección, se divide la intensidad de cálculo por el producto de todos los factores correctores, y buscaremos en la tabla la sección correspondiente para el valor resultante. Para determinar la intensidad máxima admisible del cable, se buscará en la misma tabla la intensidad para la sección adoptada, y la multiplicaremos por el producto de los factores correctores.

Entonces, se ha de cumplir,

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K$$

siendo:

- $I_{\text{máx. prevista}}$  = Intensidad máxima prevista o Intensidad calculada (A).
- K = Factores Correctores.
- $I_{\text{máx. adm. C.E.}}$  = Intensidad máxima admisible en condiciones estándares (A).

#### **A1.4.3.2.- Criterio Caída de Tensión.**

La caída de tensión máxima por resistencia y reactancia de una línea viene dada para la corriente trifásica:

$$\Delta V = \varepsilon \cdot M_e$$

$$\varepsilon = \sqrt{3}(r \cdot \cos \varphi + x \cdot \text{sen} \varphi)$$

$$M_e = I \cdot L$$

donde:

- $\Delta V$ : Caída de tensión (V).
- $M_e$ : Momento eléctrico del cable (A·km).
- $\varepsilon$ : Parámetro característico del cable dado por fabricante (V/A·km).
- r: Resistencia del cable a su máxima temperatura ( $\Omega$ /km).
- x: Reactancia del cable ( $\Omega$ /km).
- I: Intensidad de cada línea (A).
- L: Longitud de cada línea (km).

Y para corriente monofásica:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot \varepsilon \cdot M_e}{\sqrt{3}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{3}(r \cdot \cos \varphi + x \cdot \operatorname{sen} \varphi)$$

$$M_e = I \cdot L$$

donde:

- $\Delta V$ : Caída de tensión (V).
- $M_e$ : Momento eléctrico del cable (A·km).
- $\varepsilon$ : Parámetro característico del cable dado por fabricante (V/A·km).
- $r$ : Resistencia del cable a su máxima temperatura ( $\Omega$ /km).
- $x$ : Reactancia del cable ( $\Omega$ /km).
- $I$ : Intensidad de cada línea (A).
- $L$ : Longitud de cada línea (km).

Se ha de limitar la caída de tensión en toda la instalación a **4,50%** para alumbrado y **6,50%** para fuerza.

#### **A1.4.3.3.- Criterio Cortocircuito.**

##### A1.4.3.3.1.- Observaciones:

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tienen en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión, valor especificado por la Compañía eléctrica en 500 MVA en 20 kV.

##### A1.4.3.3.2.- Fundamento del Criterio de Cortocircuito:

La restricción a cumplir es la siguiente:

$$I_{cc}^2 \cdot t \leq k^2 \cdot s^2$$

donde:

- $I_{cc}$ : Corriente de cortocircuito (A).
- $t$ : Duración del cortocircuito (s).
- $k$ : Constante dada por Normas UNE.

- s: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).

Para verificar el cumplimiento de este criterio, se miran las curvas en el catálogo del fabricante de protecciones Mollier y se obtiene el valor de  $(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}}$ . Éste valor debe ser menor que  $(I^2 \cdot t)_{\text{adcond}}$ .

Además, otra restricción que se debe cumplir en este criterio es que el PdC de la protección elegida sea mayor a la corriente de cortocircuito máxima que puede soportar el cable.

$$\text{Resumiendo, } (I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \quad PdC \geq I_{ccm\acute{a}x}$$

#### A1.4.3.3.3.- Cálculo de la Intensidad de Cortocircuito Máxima:

Según la Norma UNE 60909:2002, la intensidad máxima de cortocircuito se calculará de la siguiente forma:

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k}$$

donde:

- c: coeficiente dado por Normas UNE.
- U<sub>n</sub>: tensión nominal.
- Z<sub>k</sub>: Impedancia de la red aguas arriba y se calcula con la siguiente expresión (Ω)

$$Z_k = Z_{Qt} + Z_T + Z_{línea} = \frac{c \cdot U_n^2}{S_k''} \cdot \frac{1}{r_t^2} + \epsilon_{cc} \cdot \frac{U_n^2}{S_r} + Z_{línea}$$

siendo:

- S<sub>k</sub>'': Potencia de cortocircuito simétrica inicial que es de 500 MVA.
- r<sub>t</sub>: relación de transformación del transformador.
- ε<sub>cc</sub>: Tensión de cortocircuito del transformador en p.u. que es del 4%.
- S<sub>r</sub>: Potencia aparente asignada al transformador que es de 630 kVA.

$$- Z_{línea} = r_{20^\circ C} \cdot l + x \cdot l \cdot j = \frac{l}{k_{20^\circ C} \cdot s} \cdot l + x \cdot l \cdot j$$

donde

- l: longitud del cable en m.
- r: resistencia del cable a 20 °C.

- s: sección del cable en mm<sup>2</sup>.

- k: Conductividad del cobre que para 20 °C tiene vale  $56 \left( \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \right)$

- x: reactancia del cable en Ω/m.

#### A1.4.4.- TIPOS DE CABLES Y MÉTODOS DE INSTALACIÓN EMPLEADOS.

CABLE	RZ1-K (AS) unipolar en bandeja continua
Tipo de instalación (UNE 20460-5-523:2004)	Cables unipolares sobre bandejas de cables no perforadas.
Temperatura ambiente (°C)	40
Exposición al Sol	No
Tipo de cable	Unipolar
Material de aislamiento	XLPE (Polietileno reticulado)
Tensión de aislamiento (V)	0,6/1 kV
Material conductor	Cu
Conductividad (Ω·mm <sup>2</sup> )/m	56,00
Tabla intensidades máximas para 2 conductores	52-C2, col.6 Cu
Tabla intensidades máximas para 3 conductores	52-C4, col.6 Cu
Listado de las líneas de la instalación que utilizan este método	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derivación Individual (D.I).</li> <li>- Alumbrado 1 (Al 1).</li> <li>- Alumbrado 2 (Al 2).</li> <li>- Alumbrado 3 (Al 3).</li> <li>- Alumbrado 4 (Al 4).</li> <li>- Alumbrado 5 (Al 5).</li> <li>- Alumbrado 6 (Al 6).</li> <li>- Alumbrado 7 (Al 7).</li> <li>- Alumbrado 8 (Al 8).</li> <li>- Alumbrado 9 (Al 9).</li> <li>- Alumbrado 10 (Al 10).</li> <li>- Alumbrado 11 (Al 11).</li> <li>- Alumbrado 12 (Al 12).</li> <li>- Alumbrado 13 (Al 13).</li> <li>- Alumbrado 14 (Al 14).</li> <li>- Alumbrado 15 (Al 15).</li> <li>- Alumbrado 16 (Al 16).</li> <li>- Alumbrado 17 (Al 17).</li> <li>- Alumbrado 18 (Al 18).</li> <li>- Alumbrado 19 (Al 19).</li> <li>- Alumbrado 20 (Al 20).</li> <li>- Alumbrado 21 (Al 21).</li> <li>- Alumbrado 22 (Al 22).</li> <li>- Alumbrado 23 (Al 23).</li> <li>- Alumbrado 24 (Al 24).</li> <li>- Alumbrado 25 (Al 25).</li> <li>- Alumbrado 26 (Al 26).</li> <li>- Alumbrado 27 (Al 27).</li> <li>- Alumbrado 28 (Al 28).</li> <li>- Alumbrado 29 (Al 29).</li> </ul>

- Alumbrado 30 (Al 30).
- Alumbrado 31 (Al 31).
- Alumbrado 32 (Al 32).
- Alumbrado 33 (Al 33).
- Alumbrado 34 (Al 34).
- Alumbrado 35 (Al 35).
- Alumbrado 36 (Al 36).
- Alumbrado 37 (Al 37).
- Alumbrado 38 (Al 38).
- Alumbrado 39 (Al 39).
- Alumbrado 40 (Al 40).
- Alumbrado 41 (Al 41).
- Alumbrado 42 (Al 42).
- Alumbrado 43 (Al 43).
- Alumbrado 44 (Al 44).
- Alumbrado 45 (Al 45).
- Alumbrado 46 (Al 46).
- Alumbrado 47 (Al 47).
- Alumbrado 48 (Al 48).
- Alumbrado 49 (Al 49).
- Alumbrado 50 (Al 50).
- Alumbrado 51 (Al 51).
- Alumbrado 52 (Al 52).
- Alumbrado 53 (Al 53).
- Alumbrado 54 (Al 54).
- Alumbrado 55 (Al 55).
- Alumbrado 56 (Al 56).
- Alumbrado 57 (Al 57).
- Usos Varios Barrera 1 (U.V. BARRERA 1).
- Usos Varios Barrera 2 (U.V. BARRERA 2).
- Usos Varios Barrera 3 (U.V. BARRERA 3).
- Usos Varios Barrera 4 (U.V. BARRERA 4).
- Usos Varios P-1 (U.V. P-1).
- Usos Varios P-2 (U.V. P-2).
- Usos Varios P-3 (U.V. P-3).
- Usos Varios P-4 (U.V. P-4).
- Usos Varios P-5 (U.V. P-5).
- Usos Varios P-6 (U.V. P-6).
- Usos Varios P-7 (U.V. P-7).
- Usos Varios P-8 (U.V. P-8).
- Usos Varios P-9 (U.V. P-9).
- Usos Varios P-10 (U.V. P-10).
- Usos Varios P-11 (U.V. P-11).
- Usos Varios Cuarto (U.V. Cuarto).
- Reserva 1.
- Reserva 2.
- Línea al Grupo Electrógeno (L.G.E.).
- Línea al Cuadro Secundario Centro 1ª planta (L.C.S.1ª CENTRO).
- Línea al Cuadro Secundario Derecha 1ª planta (L.C.S. 1ª DCHA.).
- Línea al Cuadro Secundario Centro 2ª planta (L.C.S. 2ª CENTRO).
- Línea al Cuadro Secundario Derecha 2ª planta (L.C.S. 2ª DCHA.).
- Línea al Cuadro Secundario Centro 3ª planta (L.C.S. 3ª CENTRO).
- Línea al Cuadro Secundario Derecha 3ª planta (L.C.S. 3ª DCHA.).
- Línea al Cuadro Secundario Centro 4ª planta (L.C.S. 4ª CENTRO).
- Línea al Cuadro Secundario Derecha 4ª planta (L.C.S. 4ª DCHA.).

CABLE	RZ1-K (AS) multipolar en bandeja continua
Tipo de instalación (UNE 20460-5-523:2004)	Cables multipolares sobre bandejas de cables no perforadas.
Temperatura ambiente (°C)	40
Exposición al Dol	No
Tipo de cable	Multipolar
Material de aislamiento	XLPE (Polietileno reticulado)
Tensión de aislamiento (V)	0,6/1 kV
Material conductor	Cu
Conductividad ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	56,00
Tabla intensidades máximas para 2 conductores	52-C2, col.6 Cu
Tabla intensidades máximas para 3 conductores	52-C4, col.6 Cu
Listado de las líneas de la instalación que utilizan este método	- Línea Kiosco 1 (KIOSKO 1). - Línea Kiosco 2 (KIOSKO 2). - Línea Kiosco 3 (KIOSKO 3). - Línea Kiosco 4 (KIOSKO 4). - Línea Kiosco 5 (KIOSKO 5). - Línea Kiosco 6 (KIOSKO 6).

CABLE	RZ1-K (AS+) CU unipolares en montaje en bandeja
Tipo de instalación (UNE 20460-5-523:2004)	Cables unipolares sobre bandejas de cables perforadas.
Temperatura ambiente (°C)	40
Exposición al Sol	No
Tipo de cable	Unipolar
Material de aislamiento	XLPE (Polietileno reticulado)
Tensión de aislamiento (V)	0,6/1 kV
Material conductor	Cu
Conductividad ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	56,00
Tabla de intensidades máximas para 2 conductores	52 C11, col.2
Tabla de intensidades máximas para 3 conductores	52 C11, col.3
Listado de las líneas de la instalación que utilizan este método	- Línea al Cuadro Auxiliar (L.C. AUXILIAR). - Línea Ascensor 1 (L. ASCENSOR 1). - Línea Ascensor 2 (L. ASCENSOR 2). - Línea Extractor 1 (L. EXTRACTOR 1). - Línea Extractor 2 (L. EXTRACTOR 2). - Línea Extractor 3 (L. EXTRACTOR 3). - Línea Extractor 4 (L. EXTRACTOR 4). - Línea Extractor 5 (L. EXTRACTOR 5). - Línea Extractor 6 (L. EXTRACTOR 6). - Línea Extractor 7 (L. EXTRACTOR 7). - Línea Extractor 8 (L. EXTRACTOR 8). - Línea Extractor 9 (L. EXTRACTOR 9). - Línea Extractor 10 (L. EXTRACTOR 10). - Línea Extractor 11 (L. EXTRACTOR 11). - Línea Extractor 12 (L. EXTRACTOR 12).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Línea Extractor 13 (L. EXTRACTOR 13).</li> <li>- Línea Extractor 14 (L. EXTRACTOR 14).</li> <li>- Línea Extractor 15 (L. EXTRACTOR 15).</li> <li>- Línea Extractor 16 (L. EXTRACTOR 16).</li> <li>- Línea Extractor 17 (L. EXTRACTOR 17).</li> <li>- Línea Extractor 18 (L. EXTRACTOR 18).</li> <li>- Línea Extractor 19 (L. EXTRACTOR 19).</li> <li>- Línea Extractor 20 (L. EXTRACTOR 20).</li> <li>- Línea Extractor 21 (L. EXTRACTOR 21).</li> <li>- Línea Extractor 22 (L. EXTRACTOR 22).</li> <li>- Línea Extractor 23 (L. EXTRACTOR 23).</li> <li>- Línea Extractor 24 (L. EXTRACTOR 24).</li> <li>- Línea Grupo Presión (L. GRUPO PRESION).</li> <li>- Línea Sobpresión Centro (L. SOBPRESSION CENTRO).</li> <li>- Línea Sobpresión Izquierda (L. SOBPRESSION IZQ.).</li> <li>- Línea Sobpresión Derecha (L. SOBPRESSION DCHA.).</li> <li>- Línea Bomba Achique 1 (L. BOMBA ACHI. 1).</li> <li>- Línea Bomba Achique 2 (L. BOMBA ACHI. 2).</li> <li>- Línea Bomba Achique 3 (L. BOMBA ACHI. 3).</li> <li>- Línea Bomba Achique 4 (L. BOMBA ACHI. 4).</li> <li>- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar Derecho 1ªplanta (L.C.S 1ªDCHA. AUX).</li> <li>- Línea a Cuadro Secundario Auxiliar Centro 2ªplanta (L.C.S. 2ªCENTRO AUX).</li> <li>- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar Derecho 2ªplanta (L.C.S. 2ªDCHA. AUX).</li> <li>- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar Centro 3ªplanta(L.C.S. 3ªCENTRO AUX).</li> <li>- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar Derecho 3ªplanta (L.C.S. 3ªDCHA. AUX).</li> <li>- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar Centro 4ªplanta(L.C.S. 4ªCENTRO AUX).</li> <li>- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar Derecho 4ª planta (L.C.S. 4ªDCHA AUX).</li> </ul>
--	--

CABLE	RZ1-K (AS+) unipolar en montaje superficial bajo tubo
Tipo de instalación (UNE 20460-5-523:2004)	Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor de ella.
Temperatura ambiente (°C)	40
Exposición al sol	No
Tipo de cable	Unipolar
Material de aislamiento	XLPE (Polietileno reticulado)
Tensión de aislamiento (V)	0,6/1 Kv
Material conductor	Cu
Conductividad ( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ )/m	56,00
Tabla de intensidades máximas para 2 conductores	52-C2, col.4 Cu
Tabla de intensidades máximas para 3 conductores	52-C4, col.4 Cu
Tabla de tamaño de los tubos	2, ITC-BT-21
Listado de las líneas de la instalación que utilizan este método	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Línea a la Central de Incendios (CENTRAL INCENDIOS).</li> <li>- Línea a Fuente de Alimentación (FUENTE ALIM.).</li> <li>- Línea Seguridad (SEGURIDAD).</li> </ul>

CABLE	ES07Z1-K (AS) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable
Tipo de instalación (UNE 20460-5-523:2004)	Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor de ella.

Temperatura ambiente (°C)	40
Exposición al sol	No
Tipo de cable	Unipolar
Material de aislamiento	Z1 (Compuesto termoplástico a base de poliolefina)
Tensión de aislamiento (V)	450/750
Material conductor	Cu
Conductividad ( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ )/m	56,00
Tabla de intensidades máximas para 2 conductores	52-C1, col.4 Cu
Tabla de intensidades máximas para 3 conductores	52-C3, col.4 Cu
Tabla de tamaño de los tubos	2, ITC-BT-21
Listado de las líneas de la instalación que utilizan este método	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alumbrado de Entrada (Al Entrada).</li> <li>- Alumbrado Entrada Centro (Al Entrada Centro).</li> <li>- Alumbrado Entrada Derecha (Al Entrada Derecha).</li> <li>- Alumbrado Oficina 1 (Al Oficina 1).</li> <li>- Alumbrado Oficina 2 (Al Oficina 2).</li> <li>- Alumbrado de Aseos 1ª (Al Aseos 1ª).</li> <li>- Alumbrado de Aseos 2ª (Al Aseos 2ª).</li> <li>- Alumbrado de Escaleras Izquierdas 1ª y 2ª plantas (AL ESC. IZQ.1ª,2ª).</li> <li>- Alumbrado de Escaleras Centrales 1ª y 2ª plantas (AL ESC. CENT.1ª,2ª).</li> <li>- Alumbrado de Escaleras Derechas 1ª y 2ª plantas (AL ESC. DCHA.1ª,2ª).</li> <li>- Alumbrado de Escaleras Izquierdas 3ª y 4ª plantas (AL ESC. IZQ.3ª,4ª).</li> <li>- Alumbrado de Escaleras Centrales 3ª y 4ª plantas (AL ESC. CENT.3ª,4ª).</li> <li>- Alumbrado de Escaleras Derechas 3ª y 4ª plantas (AL ESC. DCHA.3ª,4ª).</li> <li>- Usos Varios Cajas 1 (U.V. Cajas 1).</li> <li>- Usos Varios Cajas 2 (U.V. Cajas 2).</li> <li>- Usos Varios Cajas 3 (U.V. Cajas 3).</li> <li>- Usos Varios Aseos 1ª. (U.V. Aseos 1).</li> <li>- Usos Varios Aseos 2ª. (U.V. Aseos 2).</li> <li>- Usos Varios Central de Incendios (U.V. C.I.).</li> <li>- Usos Varios Puerta-1 (U.V. PUERTA-1).</li> <li>- Usos Varios Puerta-2 (U.V. PUERTA-2).</li> <li>- Usos Varios Puerta-3 (U.V. PUERTA-3).</li> <li>- Usos Varios Puerta-4 (U.V. PUERTA-4).</li> <li>- Usos Varios Puerta-5 (U.V. PUERTA-5).</li> <li>- Usos Varios Puerta-6 (U.V. PUERTA-6).</li> <li>- Usos Varios Cámaras 2ª (U.V. CAMARAS 2).</li> <li>- Usos Varios Cámaras 3ª (U.V. CAMARAS 3).</li> <li>- Usos Varios Cámaras 4ª (U.V. CAMARAS 4).</li> <li>- Usos Varios 1 (Sonda 1) (U.V.1).</li> <li>- Usos Varios 2 (Cámaras) (U.V.2).</li> <li>- Usos Varios 3 (Sonda 2) (U.V.3).</li> <li>- Usos Varios 5 (U.V.5).</li> <li>- Usos Varios 6 (U.V.6).</li> <li>- Usos Varios 7 (U.V.7).</li> <li>- Usos Varios A.C. (U.V.A.C.).</li> <li>- Usos Varios C-1 (U.V. C-1).</li> <li>- Usos Varios C-2 (U.V. C-2).</li> <li>- Usos Varios C-3 (U.V. C-3).</li> </ul>

#### A1.4.5.- DEMANDA DE POTENCIA.

Las potencias activas que resultan son:

- *Potencia Activa Instalada*: Es la suma de los consumos de todos los receptores de la instalación en estudio. En este caso, y según el desglose detallado a continuación, asciende a 234,338 kW.
- *Potencia Activa de Cálculo*: Se trata de la máxima carga prevista para la que se dimensionan los conductores, y se obtiene aplicando los factores indicados por el REBT, así como la simultaneidad o reserva estimada para cada caso. Para la instalación objeto del proyecto, resulta una potencia de cálculo de 265,118 kW.

Una vez analizadas estas potencias se calcula la Potencia Aparente de 294,576 kVA que se tendrán en cuenta a la hora de elegir el Centro de Transformación.

A continuación, se va a realizar un desglose de la *Potencia Activa Instalada* según la instalación eléctrica del proyecto:

- Cuadro de Baja Tensión:

- *Alumbrado:*

-Derivación Individual.....	47.072,00 W
<i>Total</i> .....	47.072,00 W

- *Fuerza:*

-Derivación Individual.....	187.266,00 W
<i>Total</i> .....	187.266,00 W

- *Resumen:*

-ALUMBRADO.....	47.072,00 W
-FUERZA.....	187.266,00 W
<i>Total</i> .....	234.338,00 W

▪ Cuadro General de Protección:

➤ *Alumbrado:*

- 6 Uds. Al-1 x 116,00 W cada una.....	696,00 W
- Kiosco 1.....	2.000,00 W
- Kiosco 2.....	2.000,00 W
- Kiosco 3.....	2.000,00 W
- Kiosco 4.....	2.000,00 W
- Kiosco 5.....	2.000,00 W
- Kiosco 6.....	2.000,00 W
- Línea al Cuadro Secundario 1ª Planta Centro.....	34.376,00 W
<i>Total.....</i>	<i>47.072,00 W</i>

➤ *Fuerza:*

- Línea al Cuadro General Auxiliar.....	139.076,00 W
- Línea al Cuadro Secundario 1ª Planta Centro.....	47.190,00 W
- Usos Varios Cuartos (U.V. Cuarto).....	1.000,00 W
<i>Total.....</i>	<i>187.266,00 W</i>

➤ *Resumen:*

-ALUMBRADO.....	47.072,00 W
-FUERZA.....	187.266,00 W
<i>Total.....</i>	<i>234.338,00 W</i>

▪ Cuadro General Auxiliar:

➤ *Fuerza:*

- Ascensor 1.....	5882,00 W
- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar 1ª Planta Derecha.....	16.882,00 W
- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar 2ª Planta Centro.....	16.000,00 W
- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar 2ª Planta Derecha.....	8.000,00 W
- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar 3ª Planta Centro.....	16.000,00 W
- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar 3ª Planta Derecha.....	8.000,00 W
- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar 4ª Planta Centro.....	20.706,00 W
- Línea al Cuadro Secundario Auxiliar 4ª Planta Derecha.....	12.706,00 W
- Central de Incendios.....	400,00 W
- Extractor 1.....	4.000,00 W
- Extractor 2.....	4.000,00 W

- Extractor 3.....	4.000,00 W
- Extractor 4.....	4.000,00 W
- Fuente de Alimentación.....	200,00 W
- Grupo de Presión.....	12.000,00 W
- Seguridad.....	300,00 W
- Sobre presión Centro.....	3.000,00 W
- Sobre presión Izquierda.....	3.000,00 W
<i>Total</i> .....	139.076,00 W

➤ *Resumen:*

- FUERZA.....	139.076,00 W
<i>Total</i> .....	139.076,00 W

▪ Cuadro Secundario 1ª Planta Centro:

➤ *Alumbrado:*

- 5 Uds. Al-2 x 116,00 W.....	580,00 W
- 4 Uds. Al-3 x 116,00 W.....	464,00 W
- 5 Uds. Al-4 x 116,00 W.....	580,00 W
- 4 Uds. Al-5 x 116,00 W.....	464,00 W
- 5 Uds. Al-6 x 116,00 W.....	580,00 W
- 5 Uds. Al-7 x 116,00 W.....	580,00 W
- 4 Uds. Al-8 x 116,00 W.....	464,00 W
- 8 Uds. Al Entrada x 100 W.....	800,00 W
- 5 Uds. Al Entrada Centro x 60 W.....	300,00 W
- 7 Uds. Al. Of.1 x 72 W.....	504,00 W
- 4 Uds. Al. Of. 2 x 60 W.....	240,00 W
- Cuadro Secundario 1ª Planta Derecha.....	4.600,00 W
- Cuadro Secundario 2ª Planta Centro.....	4.784,00 W
- Cuadro Secundario 2ª Planta Derecha.....	4.660,00 W
- Cuadro Secundario 3ª Planta Centro.....	3.132,00 W
- Cuadro Secundario 3ª Planta Derecha.....	3.248,00 W
- Cuadro Secundario 4ª Planta Centro.....	4.092,00 W
- Cuadro Secundario 4ª Planta Derecha.....	4.304,00 W
<i>Total</i> .....	34.376,00 W

➤ *Fuerza:*

- U.V. Puerta 1.....	1.380,00 W
----------------------	------------

- U.V. Puerta 2.....	460,00 W
- U.V. Puerta 3.....	460,00 W
- U.V. Puerta 4.....	460,00 W
- U.V. Puerta 5.....	460,00 W
- U.V. P-1.....	920,00 W
- U.V. P-2.....	920,00 W
- U.V. P-3.....	460,00 W
- U.V. P-4.....	460,00 W
- U.V. P-5.....	460,00 W
- U.V. O1.....	2.000,00 W
- U.V. O2.....	2.000,00 W
- U.V. O3.....	2.000,00 W
- U.V. O4.....	2.000,00 W
- Barrera 1.....	1.000,00 W
- Barrera 2.....	1.000,00 W
- Barrera 3.....	1.000,00 W
- Barrera 4.....	1.000,00 W
- U.V.Cajas 1.....	1.000,00 W
- U.V.1 (Sonda 1).....	1.840,00 W
- U.V.2 (Cámaras).....	1.840,00 W
- U.V.3 (Sonda 2).....	1.840,00 W
- Cuadro Secundario 1ª Planta Derecha.....	5.360,00 W
- Cuadro Secundario 2ª Planta Centro.....	6.990,00 W
- Cuadro Secundario 2ª Planta Derecha.....	4.200,00 W
- Cuadro Secundario 3ª Planta Centro.....	1.840,00 W
- Cuadro Secundario 3ª Planta Derecha.....	1.000,00 W
- Cuadro Secundario 4ª Planta Centro.....	1.840,00 W
- Cuadro Secundario 4ª Planta Derecha.....	1.000,00 W
<i>Total</i> .....	47.190,00 W

➤ *Resumen:*

-ALUMBRADO.....	34.376,00 W
-FUERZA.....	47.190,00 W
<i>Total</i> .....	81.566,00 W

▪ Cuadro Secundario 1ª Planta Derecha:

➤ *Alumbrado:*

- 4 Uds. Al-9 x 116,00 W.....	464,00 W
- 6 Uds. Al-10 x 118,00 W.....	696,00 W
- 4 Uds. Al-11 x 116,00 W.....	464,00 W
- 3 Uds. Al-12 x 116,00 W.....	348,00 W
- 7 Uds. Al-13 x 116,00 W.....	812,00 W
- 3 Uds. Al-14 x 116,00 W.....	348,00 W
- 4 Uds. Al-15 x 116,00 W.....	464,00 W
- 4 Uds. Al-16 x 116,00 W.....	464,00 W
- 4 Uds. Al. Ent. Der. x 60 W.....	240,00 W
- 5 Uds. Al. Aseo 1ª x 60 W.....	300,00 W
<i>Total</i> .....	4.600,00 W

➤ *Fuerza:*

- U.V.Caja 2.....	1.000,00 W
- U.V. ASEO 1ª.....	1.500,00 W
- U.V. Puerta-6.....	460,00 W
- U.V.C.I.....	1.000,00 W
- U.V.P-6.....	1.400,00 W
<i>Total</i> .....	5.360,00 W

➤ *Resumen:*

-ALUMBRADO.....	4.600,00 W
-FUERZA.....	5.360,00 W
<i>Total</i> .....	9.960,00 W

▪ Cuadro Secundario Auxiliar 1ª Planta Derecha:

➤ *Fuerza:*

- Ascensor 2.....	5.882,00 W
- Extractor 5.....	4.000,00 W
- Extractor 6.....	4.000,00 W
- Sobrepresión Derecha.....	3.000,00 W
<i>Total</i> .....	16.882,00 W

➤ *Resumen:*

-FUERZA.....	16.882,00 W
<i>Total</i> .....	16.882,00 W

▪ Cuadro Secundario 2ª Planta Centro:

➤ *Alumbrado:*

- 5 Uds. Al.17 x 116,00 W.....	580,00 W
- 4 Uds. Al.18 x 116,00 W.....	464,00 W
- 5 Uds. Al.19 x 116,00 W.....	580,00 W
- 4 Uds. Al.20 x 116,00 W.....	464,00 W
- 3 Uds. Al.21 x 116,00 W.....	348,00 W
- 5 Uds. Al.22 x 116,00 W.....	580,00 W
- 4 Uds. Al-23 x 116,00 W.....	464,00 W
- 4 Uds. Al-24 x 116,00 W.....	464,00 W
- 8 Uds. Al. Esc. Cent.1-2 x 60 W.....	480,00 W
- 6 Uds. Al. Esc. Izq. 1-2 x 60 W.....	360,00 W
<i>Total</i> .....	4.784,00 W

➤ *Fuerza:*

- U.V. Caja 3.....	1.000,00 W
- U.V. Cámaras 2.....	1.840,00 W
- U.V. P-8.....	2.100,00 W
- U.V. P-9.....	1.050,00 W
- U.V. P-10.....	500,00 W
- U.V. P-11.....	500,00 W
<i>Total</i> .....	6.990,00 W

➤ *Resumen:*

-ALUMBRADO.....	4.784,00 W
-FUERZA.....	6.990,00 W
<i>Total</i> .....	11.774,00 W

▪ Cuadro Secundario Auxiliar 2ª Planta Centro:

➤ *Fuerza:*

- Extractor 7.....	4.000,00 W
- Extractor 8.....	4.000,00 W

- Extractor 9.....	4.000,00 W
- Extractor 10.....	4.000,00 W
<i>Total</i> .....	16.000,00 W

➤ *Resumen:*

-FUERZA.....	16.000,00 W
--------------	-------------

▪ Cuadro Secundario 2ª Planta Derecha:

➤ *Alumbrado:*

- 4 Uds. Al.25 x 116,00 W.....	464,00 W
- 6 Uds. Al.26 x 116,00 W.....	696,00 W
- 4 Uds. Al.27 x 116,00 W.....	464,00 W
- 3 Uds. Al.28 x 116,00 W.....	348,00 W
- 7 Uds. Al.29 x 116,00 W.....	812,00 W
- 3 Uds. Al.30 x 116,00 W.....	348,00 W
- 4 Uds. Al.31 x 116,00 W.....	464,00 W
- 4 Uds. Al.32 x 116,00 W.....	464,00 W
- 5 Uds. Al. Esc. Der.1-2 x 60 W.....	300,00 W
- 5 Uds. Al Aseo 2ª x 60 W.....	300,00 W
<i>Total</i> .....	4.660,00 W

➤ *Fuerza:*

- Reserva 1.....	500,00 W
- Reserva 2.....	500,00 W
- U.V. Aseo 2ª.....	1.500,00 W
- U.V.5.....	1.000,00 W
- U.V.P-7.....	700,00 W
<i>Total</i> .....	4.200,00 W

➤ *Resumen:*

-ALUMBRADO.....	4.660,00 W
-FUERZA.....	4.200,00 W
<i>Total</i> .....	8.860,00 W

▪ Cuadro Secundario Auxiliar 2ª Planta Derecha:

➤ *Fuerza:*

- Extractor 11.....	4.000,00 W
- Extractor 12.....	4.000,00 W
<i>Total</i> .....	8.000,00 W

➤ *Resumen:*

-FUERZA.....	8.000,00 W
--------------	------------

▪ Cuadro Secundario 3ª Planta Centro:

➤ *Alumbrado:*

- 5 Uds. Al.33 x 116 W.....	580,00 W
- 5 Uds. Al.34 x 116 W.....	580,00 W
- 4 Uds. Al.35 x 116 W.....	464,00 W
- 4 Uds. Al.36 x 116 W.....	464,00 W
- 6 Uds. Al.37 x 116 W.....	696,00 W
- 3 Uds. Al.38 x 116 W.....	348,00 W
<i>Total</i> .....	3.132,00 W

➤ *Fuerza:*

- U.V. CÁMARAS.....	1.840,00 W
---------------------	------------

➤ *Resumen:*

-ALUMBRADO.....	3.132,00 W
-FUERZA.....	1.840,00 W
<i>Total</i> .....	4.972,00 W

▪ Cuadro Secundario Auxiliar 3ª Planta Centro:

➤ *Fuerza:*

- Extractor 13.....	4.000,00 W
- Extractor 14.....	4.000,00 W
- Extractor 15.....	4.000,00 W
- Extractor 16.....	4.000,00 W
<i>Total</i> .....	16.000,00 W

➤ *Resumen:*

-FUERZA.....16.000,00 W

▪ Cuadro Secundario 3ª Planta Derecha:

➤ *Alumbrado:*

- 4 Uds. Al.39 x 116,00 W.....464,00 W  
 - 6 Uds. Al.40 x 116,00 W.....696,00 W  
 - 4 Uds. Al.41 x 116,00 W.....464,00 W  
 - 6 Uds. Al.42 x 116,00 W.....696,00 W  
 - 4 Uds. Al.43 x 116,00 W.....464,00 W  
 - 4 Uds. Al.44 x 116,00 W.....464,00 W  
 Total.....3.248,00 W

➤ *Fuerza:*

- U.V.6.....1.000,00 W

➤ *Resumen:*

-ALUMBRADO.....3.248,00 W  
 -FUERZA.....1.000,00 W  
 Total.....4.248,00 W

▪ Cuadro Secundario Auxiliar 3ª Planta Derecha:

➤ *Fuerza:*

- Extractor 17.....4.000,00 W  
 - Extractor 18.....4.000,00 W  
 Total.....8.000,00 W

➤ *Resumen:*

-FUERZA.....8.000,00 W

▪ Cuadro Secundario 4ª Planta Centro:

➤ *Alumbrado:*

- 5 Uds. Al.45 x 116 W.....580,00 W  
 - 5 Uds. Al.46 x 116 W.....580,00 W  
 - 4 Uds. Al.47 x 116 W.....464,00 W

- 4 Uds. Al.48 x 116 W.....	464,00 W
- 6 Uds. Al.49 x 116 W.....	696,00 W
- 3 Uds. Al.50 x 116 W.....	348,00 W
- 10 Uds. Al. Esc. Cent. 3-4 x 60 W.....	600,00 W
- 6 Uds. Al. Esc. Izq. 3-4 x 60 W.....	360,00 W
<i>Total</i> .....	4.092,00 W

➤ *Fuerza:*

- U.V. Cámaras 4.....	1.840,00 W
-----------------------	------------

➤ *Resumen:*

-ALUMBRADO.....	4.092,00 W
-FUERZA.....	1.840,00 W
<i>Total</i> .....	5.932,00 W

▪ Cuadro Secundario Auxiliar 4ª Planta Centro:

➤ *Fuerza:*

- Bomba de Achique 1.....	2.353,00 W
- Bomba de Achique 2.....	2.353,00 W
- Extractor 19.....	4.000,00 W
- Extractor 20.....	4.000,00 W
- Extractor 21.....	4.000,00 W
- Extractor 22.....	4.000,00 W
<i>Total</i> .....	20.706,00 W

➤ *Resumen:*

-FUERZA.....	20.706,00 W
--------------	-------------

▪ Cuadro Secundario 4ª Planta Derecha:

➤ *Alumbrado:*

- 4 Uds. Al.51 x 116 W.....	464,00 W
- 6 Uds. Al.52 x 116 W.....	696,00 W
- 4 Uds. Al.53 x 116 W.....	464,00 W
- 6 Uds. Al.54 x 116 W.....	696,00 W
- 4 Uds. Al.55 x 116 W.....	464,00 W
- 4 Uds. Al.56 x 116 W.....	464,00 W

- 6 Uds. Al.57 x 116 W.....	696,00 W
- 6 Uds. Al. Esc. Der. 3-4 x 60 W.....	360,00 W
<i>Total</i> .....	4.304,00 W

➤ *Fuerza:*

- U.V. 7.....	1.000,00 W
---------------	------------

➤ *Resumen:*

-ALUMBRADO.....	4.304,00 W
-FUERZA.....	1.000,00 W
<i>Total</i> .....	5.304,00 W

▪ Cuadro Secundario Auxiliar 4ª Planta Derecha:

➤ *Fuerza:*

- Bomba de Achique 3.....	2.353,00 W
- Bomba de Achique 4.....	2.353,00 W
- Extractor 23.....	4.000,00 W
- Extractor 24.....	4.000,00 W
<i>Total</i> .....	12.706,00 W

#### **A1.4.6.- APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS A LOS CABLES. CÁLCULO DE LA SECCIÓN.**

○ **Derivación Individual.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en 3F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 400 V.
- Longitud: 4m.
- Potencia Instalada: 234338 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo: 265118 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{265118}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 425,18 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 240 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 240 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 500 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 425,18 \leq 500 \cdot 0,91 \rightarrow 425,18 \leq 455$$

Por lo que la sección de 240 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se tiene la siguiente caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo DI}} = \varepsilon_{0,9} \cdot M_e = \varepsilon_{0,9} \cdot I \cdot \left( \frac{l}{1000} \right) = 0,2058 \cdot 425,18 \cdot \left( \frac{4}{1000} \right) = 0,35 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(0,0981 \cdot 0,9 + 0,0712 \cdot 0,43) = 0,2058 \frac{\text{V}}{\text{A} \cdot \text{km}}$$

$$\Delta V_{DI} = \Delta V_{\text{tramo DI}} = 0,35 \text{ V} \rightarrow \Delta V_{DI} (\%) = \frac{0,35 \cdot 100}{400} = 0,0875\%$$

Lo que representa un 0,0875 % de la tensión, valor inferior al 1,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 0,17 \Omega / \text{km} \quad \varepsilon_{0,8} = 0,21 \Omega / \text{km}$$

Como se puede ver en la Memoria de Cálculo del centro de transformación, los

valores de las impedancias de la red aguas arriba en el lado de baja tensión y la del transformador son:

$$Z_{Qt} = 0,035 + 0,35j(m\Omega) \qquad Z_T = 9,95j(m\Omega)$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{líneaDI} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{4 \cdot 1000}{56 \cdot 240} = 0,372m\Omega$$

$$X_{líneaDI} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 4 \cdot \frac{(0,21 - 0,8 \cdot 0,17)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 0,356m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{líneaDI} + R_T + R_{Qt} = 0,372 + 0 + 0,035 = 0,407m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{líneaDI} + X_T + X_{Qt} = 0,356 + 9,95 + 0,35 = 10,656m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 0,407 + 10,656j (m\Omega)$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{0,407^2 + 10,656^2} = 10,663m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 10,663} = 22740,98A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor automático del catálogo del fabricante Moeller NZMN3-4-EA630 el cual tiene un poder de corte de 50 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1800000 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 50000 \geq 22740,98$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 1800000 < (143 \cdot 240)^2 \rightarrow 1800000 < 1177862400$$

o **Alumbrado 1 (Al 1).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 6 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 32 m (10m + 5m + 5m + 6m+ 3m+ 3m).
- Potencia Instalada: 696 W.

-  $\cos \varphi$ : 0,9.

- Potencia de Cálculo:  $696 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 1128 \text{ W}$ .

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1128}{230 \cdot 0,9} = 5,45 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de  $40^\circ\text{C}$ , se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 5,45 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 5,45 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se el momento eléctrico que hay en cada tramo (entre luminaria y luminaria) y la caída total del cable usa la suma de todos estos momentos:

$$M_{eAl1} = M_{e\text{tramo1}} + M_{e\text{tramo2}} + M_{e\text{tramo3}} + M_{e\text{tramo4}} + M_{e\text{tramo5}} + M_{e\text{tramo6}} = 0,91 \cdot (10 + 15 + 20 + 26 + 29 + 32) = 119,8841 \text{ A} \cdot \text{m} = 0,1198841 \text{ A} \cdot \text{km}$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl1}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl1}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,1108841}{\sqrt{3}} = 2,336 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3} (10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{\text{V}}{\text{A} \cdot \text{km}}$$

$$\Delta V_{Al1} = \Delta V_{\text{tramoAl1}} + \Delta V_{DI} = 2,336 + 0,35 = 2,686 \text{ V} \rightarrow \Delta V_{Al1} (\%) = \frac{2,686 \cdot 100}{230} = 1,17\%$$

Lo que representa un 1,17 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido

por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al1} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{32 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 228,571 m\Omega$$

$$X_{Al1} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 32 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 4,1077 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al1} + R_{D.I.} = 228,571 + 0,407 = 228,978 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al1} + X_{D.I.} = 4,1077 + 10,656 = 14,7637 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 228,987 + 14,7637j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{228,987^2 + 14,7637^2} = 229,453 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 229,453} = 607,66 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1515 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 607,66$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 1515 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 1515 < 127806$$

#### o **Kiosco 1.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) multipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.

- Longitud: 35 m.
- Potencia Instalada: 2000 W.
- $\cos \varphi$ : 0,85.
- Potencia de Cálculo: 2000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230 \cdot 0,85} = 10,23 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 6 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

#### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 6 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 58 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 10,23 \leq 58 \cdot 0,91 \rightarrow 10,23 \leq 52,78$$

Por lo que la sección de 6 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

#### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramokioscol}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 6,8104 \cdot 10,23 \cdot \left(\frac{35}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 2,816 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(4,5614 \cdot 0,85 + 0,1040 \cdot 0,527) = 6,8104 \frac{\text{V}}{\text{A} \cdot \text{km}}$$

$$\Delta V_{\text{kioscol}} = \Delta V_{\text{tramokioscol}} + \Delta V_{DI} = 2,816 + 0,35 = 3,166 \text{ V} \rightarrow \Delta V_{\text{kioscol}} (\%) = \frac{3,166 \cdot 100}{230} = 1,38\%$$

Lo que representa un 1,38 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 6,87 \cdot 1,15 = 7,9005 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 5,59 \cdot 1,15 = 6,4285 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{kioscol} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{35 \cdot 1000}{56 \cdot 6} = 104,167 m\Omega$$

$$X_{kioscol} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 35 \cdot \frac{(6,4285 - 0,8 \cdot 7,9005)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 3,641 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{kioscol} + R_{D.I.} = 104,167 + 0,407 = 104,574 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{kioscol} + X_{D.I.} = 3,641 + 10,656 = 14,297 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 104,574 + 14,297j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{104,574^2 + 14,297^2} = 105,546 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 105,546} = 1321,03 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLSM-C20/2 el cual tiene un poder de corte de 10 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 4100 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 10000 \geq 1321,03$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}n\text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 4100 < (143 \cdot 6)^2 \rightarrow 4100 < 736164$$

#### o **Kiosco 2.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) multipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 50 m.
- Potencia Instalada: 2000 W.
- cos φ: 0,85.

- Potencia de Cálculo: 2000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230 \cdot 0,85} = 10,23A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 6 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 6 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 58 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. prevista} \leq I_{m\acute{a}x. adm. C.E.} \cdot K \rightarrow 10,23 \leq 58 \cdot 0,91 \rightarrow 10,23 \leq 52,78$$

Por lo que la sección de 6 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{tramokiosco2} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 6,8104 \cdot 10,23 \cdot \left(\frac{50}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 4,023V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(4,5614 \cdot 0,85 + 0,1040 \cdot 0,527) = 6,8104 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{kiosco2} = \Delta V_{tramokiosco2} + \Delta V_{DI} = 4,023 + 0,35 = 4,373V$$

$$\rightarrow \Delta V_{kiosco2}(\%) = \frac{4,373 \cdot 100}{230} = 1,90\%$$

Lo que representa un 1,90 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo

del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 6,87 \cdot 1,15 = 7,9005 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 5,59 \cdot 1,15 = 6,4285 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{kiosco2} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{50 \cdot 1000}{56 \cdot 6} = 148,81 m\Omega$$

$$X_{kiosco2} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 50 \cdot \frac{(6,4285 - 0,8 \cdot 7,9005)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 5,201 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{kiosco2} + R_{D.I.} = 148,81 + 0,407 = 149,217 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{kiosco2} + X_{D.I.} = 5,201 + 10,656 = 15,857 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 149,217 + 15,857j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{149,217^2 + 15,857^2} = 150,057 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 150,057} = 929,18 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLSM-C20/2 el cual tiene un poder de corte de 10 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 2900 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 10000 \geq 929,18$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 2900 < (143 \cdot 6)^2 \rightarrow 2900 < 736164$$

### o **Kiosco 3.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) multipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 65 m.
- Potencia Instalada: 2000 W.
- cos φ: 0,85.
- Potencia de Cálculo: 2000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230 \cdot 0,85} = 10,23A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 6 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 6 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 58 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. prevista} \leq I_{m\acute{a}x. adm. C.E.} \cdot K \rightarrow 10,23 \leq 58 \cdot 0,91 \rightarrow 10,23 \leq 52,78$$

Por lo que la sección de 6 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{tramokiosco3} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 6,8104 \cdot 10,23 \cdot \left(\frac{65}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 5,229V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(4,5614 \cdot 0,85 + 0,1040 \cdot 0,527) = 6,8104 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{kiosco3} = \Delta V_{tramokiosco3} + \Delta V_{DI} = 5,229 + 0,35 = 5,579V$$

$$\rightarrow \Delta V_{kiosco3} (\%) = \frac{5,579 \cdot 100}{230} = 2,43\%$$

Lo que representa un 2,43 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 6,87 \cdot 1,15 = 7,9005 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 5,59 \cdot 1,15 = 6,4285 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{kiosco3} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{65 \cdot 1000}{56 \cdot 6} = 193,452 m\Omega$$

$$X_{kiosco3} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 65 \cdot \frac{(6,4285 - 0,8 \cdot 7,9005)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 6,761 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{kiosco3} + R_{D.I.} = 193,452 + 0,407 = 193,859 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{kiosco3} + X_{D.I.} = 6,761 + 10,656 = 17,417 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 208,74 + 17,937j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{193,859^2 + 17,417^2} = 194,64 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 194,64} = 716,35 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLSM-C20/2 el cual tiene un poder de corte de 10 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1650 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 10000 \geq 716,35$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 1650 < (143 \cdot 6)^2 \rightarrow 1650 < 736164$$

o **Kiosco 4.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) multipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 95 m.
- Potencia Instalada: 2000 W.
- cos φ: 0,85.
- Potencia de Cálculo: 2000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la

intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x.prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230 \cdot 0,85} = 10,23A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 6 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 6 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 58 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x.prevista} \leq I_{m\acute{a}x.adm.C.E.} \cdot K \rightarrow 10,23 \leq 58 \cdot 0,91 \rightarrow 10,23 \leq 52,78$$

Por lo que la sección de 6 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{tramokiosco4} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 6,8104 \cdot 10,23 \cdot \left(\frac{95}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 7,643V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(4,5614 \cdot 0,85 + 0,1040 \cdot 0,527) = 6,8104 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{kiosco4} = \Delta V_{tramokiosco4} + \Delta V_{DI} = 7,643 + 0,35 = 7,993V$$

$$\rightarrow \Delta V_{kiosco4}(\%) = \frac{7,993 \cdot 100}{230} = 3,48\%$$

Lo que representa un 3,48 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 6,87 \cdot 1,15 = 7,9005\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 5,59 \cdot 1,15 = 6,4285\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{kiosco4} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{95 \cdot 1000}{56 \cdot 6} = 282,738 m\Omega$$

$$X_{kiosco4} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 95 \cdot \frac{(6,4285 - 0,8 \cdot 7,9005)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 9,882 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{kiosco4} + R_{D.I.} = 282,738 + 0,407 = 283,145 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{kiosco4} + X_{D.I.} = 9,882 + 10,656 = 20,538 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 283,145 + 20,538j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{283,145^2 + 20,538^2} = 283,889 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 283,889} = 491,14 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLSM-C20/2 el cual tiene un poder de corte de 10 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1420 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 10000 \geq 491,14$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}n\text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 1420 < (143 \cdot 6)^2 \rightarrow 1420 < 736164$$

○ **Kiosco 5.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) multipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 110 m.
- Potencia Instalada: 2000 W.
- cos φ: 0,85.
- Potencia de Cálculo: 2000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230 \cdot 0,85} = 10,23 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 6 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 6 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 58 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 10,23 \leq 58 \cdot 0,91 \rightarrow 10,23 \leq 52,78$$

Por lo que la sección de 6 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramokiosco5}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 6,8104 \cdot 10,23 \cdot \left(\frac{110}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 8,849 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(4,5614 \cdot 0,85 + 0,1040 \cdot 0,527) = 6,8104 \frac{\text{V}}{\text{A} \cdot \text{km}}$$

$$\Delta V_{\text{kiosco5}} = \Delta V_{\text{tramokiosco5}} + \Delta V_{DI} = 8,849 + 0,35 = 9,199 \text{ V} \rightarrow \Delta V_{\text{kiosco5}} (\%) = \frac{9,199 \cdot 100}{230} = 4\%$$

Lo que representa un 4 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 6,87 \cdot 1,15 = 7,9005 \Omega / \text{km} \quad \varepsilon_{0,8} = 5,59 \cdot 1,15 = 6,4285 \Omega / \text{km}$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores

de,

$$R_{kiosco5} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{110 \cdot 1000}{56 \cdot 6} = 327,381 m\Omega$$

$$X_{kiosco5} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 110 \cdot \frac{(6,4285 - 0,8 \cdot 7,9005)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 11,442 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{kiosco5} + R_{D.I.} = 327,381 + 0,407 = 327,788 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{kiosco5} + X_{D.I.} = 11,442 + 10,656 = 22,098 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 327,788 + 22,098j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{327,788^2 + 22,098^2} = 328,532 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 328,532} = 424,40 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLSM-C20/2 el cual tiene un poder de corte de 10 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1200 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 10000 \geq 424,40$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 1200 < (143 \cdot 6)^2 \rightarrow 1200 < 736164$$

#### o **Kiosco 6.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) multipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 124 m.
- Potencia Instalada: 2000 W.
- $\cos \varphi$ : 0,85.
- Potencia de Cálculo: 2000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230 \cdot 0,85} = 10,23 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 6 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 6 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 58 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 10,23 \leq 58 \cdot 0,91 \rightarrow 10,23 \leq 52,78$$

Por lo que la sección de 6 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramokiosco6}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 6,8104 \cdot 10,23 \cdot \left(\frac{124}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 9,975V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(4,5614 \cdot 0,85 + 0,1040 \cdot 0,527) = 6,8104 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{\text{kiosco6}} = \Delta V_{\text{tramokiosco6}} + \Delta V_{DI} = 9,975 + 0,35 = 10,325V$$

$$\rightarrow \Delta V_{\text{kiosco6}} (\%) = \frac{10,325 \cdot 100}{230} = 4,48\%$$

Lo que representa un 4,48 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 6,87 \cdot 1,15 = 7,9005 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 5,59 \cdot 1,15 = 6,4285 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{kiosco6} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{124 \cdot 1000}{56 \cdot 6} = 369,048 m\Omega$$

$$X_{kiosco6} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 124 \cdot \frac{(6,4285 - 0,8 \cdot 7,9005)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 12,898 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{kiosco6} + R_{D.I.} = 369,048 + 0,407 = 369,455 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{kiosco6} + X_{D.I.} = 12,898 + 10,656 = 23,554 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 369,455 + 23,554j (m\Omega)$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{369,455^2 + 23,554^2} = 370,205 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 370,205} = 376,63 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLSM-C20/2 el cual tiene un poder de corte de 10 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1020 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 10000 \geq 376,63$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 1020 < (143 \cdot 6)^2 \rightarrow 1020 < 736164$$

#### o U.V. Cuartos.

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 50 m.
- Potencia Instalada: 1000 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 1000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{\text{c\acute{a}lculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1000}{230 \cdot 1} = 4,35 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 4,35 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4,35 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V. Cuartos}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,85} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 18,6645 \cdot 4,35 \cdot \left(\frac{50}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 4,685V$$

$$\Delta V_{U.V. Cuartos} = \Delta V_{\text{tramo U.V. Cuartos}} + \Delta V_{DI} = 4,685 + 0,35 = 5,035V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V. Cuartos} (\%) = \frac{5,035 \cdot 100}{230} = 2,19\%$$

Lo que representa un 2,19 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,10 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V. Cuartos} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{50 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 357,143 m\Omega$$

$$X_{U.V.Cuartos} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 50 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 6,418 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.Cuartos} + R_{D.I.} = 357,143 + 0,407 = 357,55 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.Cuartos} + X_{D.I.} = 6,418 + 10,656 = 17,074 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 357,55 + 17,074j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{357,55^2 + 17,074^2} = 357,957 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 357,957} = 389,52 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1100 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 389,52$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 1100 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 1100 < 127806$$

#### o **Línea Cuadro Secundario 1ª Planta Centro.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en 3F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 400 V.
- Longitud: 100 m.
- Potencia Instalada: 81566 W.
- cos φ: 0,9.
- Potencia de Cálculo: 100003 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{100003}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 160,38 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 240 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 240 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C4, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 500 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 160,38 \leq 500 \cdot 0,91 \rightarrow 160,38 \leq 455$$

Por lo que la sección de 240 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se tiene la siguiente caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo C.S.1}^{\circ}\text{Centro}} = \varepsilon_{0,9} \cdot M_e = \varepsilon_{0,9} \cdot I \cdot \left( \frac{l}{1000} \right) = 0,2058 \cdot 160,38 \cdot \left( \frac{100}{1000} \right) = 3,30V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(0,0981 \cdot 0,9 + 0,0712 \cdot 0,43) = 0,2058 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{\text{C.S.1}^{\circ}\text{Centro}} = \Delta V_{\text{tramo C.S.1}^{\circ}\text{Centro}} + \Delta V_{DI} = 3,30 + 0,35 = 3,65V$$

$$\rightarrow \Delta V_{\text{C.S.1}^{\circ}\text{Centro}} (\%) = \frac{3,65 \cdot 100}{400} = 0,91\%$$

Lo que representa un 0,91 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 0,17\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 0,21\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{\text{C.S.1}^{\circ}\text{Centro}} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{100 \cdot 1000}{56 \cdot 240} = 7,44m\Omega$$

$$X_{\text{C.S.1}^{\circ}\text{Centro}} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 100 \cdot \frac{(0,21 - 0,8 \cdot 0,17)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 7,121m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{D.I.} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 0,407 + 7,44 = 7,847 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{D.I.} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 10,656 + 7,121 = 17,777 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 7,847 + 17,777j (m\Omega)$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{7,847^2 + 17,777^2} = 19,432 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 19,432} = 12478,90 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor automático del catálogo del fabricante Moeller NZMN2-4-VE250 el cual tiene un poder de corte de 50 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 4800000 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 50000 \geq 12478,90$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 4800000 < (143 \cdot 240)^2 \rightarrow 4800000 < 1177862400$$

○ **Línea Grupo Electrónico.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en montaje en bandeja.
- Los conductores están distribuidos en 3F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 400 V.
- Longitud: 3 m.
- Potencia Instalada: 139076 W.
- cos φ: 0,9.
- Potencia de Cálculo: 150987 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{150987}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 242,15 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 240 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 240 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C4, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 500 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 242,15 \leq 500 \cdot 0,91 \rightarrow 242,15 \leq 455$$

Por lo que la sección de 240 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se tiene la siguiente caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo L.G.E.}} = \varepsilon_{0,9} \cdot M_e = \varepsilon_{0,9} \cdot I \cdot \left( \frac{l}{1000} \right) = 0,2058 \cdot 242,15 \cdot \left( \frac{3}{1000} \right) = 0,149V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(0,0981 \cdot 0,9 + 0,0712 \cdot 0,43) = 0,2058 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{\text{L.G.E.}} = \Delta V_{\text{tramo L.G.E.}} + \Delta V_{\text{DI}} = 0,149 + 0,35 = 0,499V \rightarrow \Delta V_{\text{L.G.E.}} (\%) = \frac{0,499 \cdot 100}{400} = 0,12\%$$

Lo que representa un 0,12 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 0,17\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 0,21\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{\text{L.G.E.}} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{3 \cdot 1000}{56 \cdot 240} = 0,223m\Omega$$

$$X_{\text{L.G.E.}} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 3 \cdot \frac{(0,21 - 0,8 \cdot 0,17)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 0,214m\Omega$$

$$R_{\text{eq}} = R_{\text{D.I.}} + R_{\text{L.G.E.}} = 0,407 + 0,223 = 0,630m\Omega$$

$$X_{\text{eq}} = X_{\text{D.I.}} + X_{\text{L.G.E.}} = 10,656 + 0,214 = 10,870m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 0,630 + 10,870j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{0,63^2 + 10,87^2} = 10,888 \text{ m}\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 10,888} = 22271,23 \text{ A}$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor automático del catálogo del fabricante Moeller NZMN2-4-VE250 el cual tiene un poder de corte de 50 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 6100000 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 50000 \geq 22271,23$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 6100000 < (143 \cdot 240)^2 \rightarrow 6100000 < 1177862400$$

o **Alumbrado 2 (Al 2).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 5 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 103 m (47m +13m + 14m +14m + 15m).
- Potencia Instalada: 580 W.
- cos φ: 0,9.
- Potencia de Cálculo: 580·1,8·0,9 = 940 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{940}{230 \cdot 0,9} = 4,54 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 4,54 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4,54 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se el momento eléctrico que hay en cada tramo (entre luminaria y luminaria) por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa la suma de todos estos momentos:

$$M_{eAl2} = M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} + M_{e_{\text{tramo4}}} + M_{e_{\text{tramo5}}} = 0,91 \cdot (47 + 60 + 74 + 88 + 103) = 337,8A \cdot m = 0,3378A \cdot km$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl2}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl2}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,3378}{\sqrt{3}} = 6,582V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{Al2} = \Delta V_{\text{tramoAl2}} + \Delta V_{C.S.1^{\text{a}}\text{Centro}} = 6,582 + 3,65 = 10,232V$$

$$\rightarrow \Delta V_{Al2} (\%) = \frac{10,232 \cdot 100}{230} = 4,45\%$$

Lo que representa un 4,45 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al2} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{103 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 735,714m\Omega$$

$$X_{Al2} = I \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 103 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 13,222 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al2} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 735,714 + 7,848 = 743,562 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al2} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 13,222 + 17,777 = 30,999 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 743,562 + 30,999j (m\Omega)$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{743,562^2 + 30,999^2} = 744,208 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 744,208} = 187,35 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 822 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 187,35$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} pasante} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 822 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 822 < 127806$$

o **Alumbrado 3 (Al 3).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 4 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 100 m (59m + 4m + 27m + 10m).
- Potencia Instalada: 464 W.
- cos φ: 0,9.
- Potencia de Cálculo: 464·1,8·0,9 = 752 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{752}{230 \cdot 0,9} = 3,63 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y

se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 3,63 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 3,63 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se el momento eléctrico que hay en cada tramo (entre luminaria y luminaria) por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa la suma de todos estos momentos:

$$M_{eAl3} = M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} + M_{e_{\text{tramo4}}} = 0,91 \cdot (59 + 63 + 90 + 100) = 283,4A \cdot m = 0,2834A \cdot km$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl3}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,2834}{\sqrt{3}} = 5,521V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{Al3} = \Delta V_{\text{tramoAl3}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Centro} = 5,521 + 3,65 = 9,171V \rightarrow \Delta V_{Al3}(\%) = \frac{9,171 \cdot 100}{230} = 3,99\%$$

Lo que representa un 3,99 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al3} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{100 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 714,286 m\Omega$$

$$X_{Al3} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 100 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 12,836 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al3} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 714,286 + 7,848 = 722,134 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al3} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 12,836 + 17,777 = 30,613 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eqj} = 722,134 + 30,613j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{722,134^2 + 30,613^2} = 722,782 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 722,782} = 192,91 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 827 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 192,91$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 827 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 827 < 127806$$

o **Alumbrado 4 (Al 4).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 5 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 95 m (31m + 8m + 14m + 28m +14m).
- Potencia Instalada: 580 W.
- cos φ: 0,9.
- Potencia de Cálculo: 580·1,8·0,9 = 940 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{940}{230 \cdot 0,9} = 4,54 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 4,54 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4,54 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se el momento eléctrico que hay en cada tramo (entre luminaria y luminaria) por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa la suma de todos estos momentos:

$$M_{eAl4} = M_{e\text{tramo1}} + M_{e\text{tramo2}} + M_{e\text{tramo3}} + M_{e\text{tramo4}} + M_{e\text{tramo5}} = 0,91 \cdot (31 + 39 + 53 + 81 + 95) = 291,5 A \cdot m = 0,2915 A \cdot km$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl4}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl4}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,2915}{\sqrt{3}} = 5,680V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{Al4} = \Delta V_{\text{tramoAl4}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Centro} = 5,680 + 3,65 = 9,33V \rightarrow \Delta V_{Al4} (\%) = \frac{9,33 \cdot 100}{230} = 4,06\%$$

Lo que representa un 4,06 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al4} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{95 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 678,571 m\Omega$$

$$X_{Al4} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 95 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 12,195 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al4} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 678,571 + 7,848 = 686,419 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al4} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 12,195 + 17,777 = 29,971 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eqj} = 686,419 + 29,971j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{686,419^2 + 29,971^2} = 687,073 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 687,073} = 202,93 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 831 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 202,93$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 831 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 831 < 127806$$

o **Alumbrado 5 (Al 5).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 4 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 89 m (35m + 9m + 25m + 20m).
- Potencia Instalada: 464 W.
- cos φ: 0,9.
- Potencia de Cálculo: 464·1,8·0,9 = 752 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{752}{230 \cdot 0,9} = 3,63 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 3,63 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 3,63 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se el momento eléctrico que hay en cada tramo (entre luminaria y luminaria) por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa la suma de todos estos momentos:

$$M_{eAl5} = M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} + M_{e_{\text{tramo4}}} = 0,91 \cdot (35 + 44 + 69 + 89) = 215,2 A \cdot m = 0,2152 A \cdot km$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl5}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl5}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,2152}{\sqrt{3}} = 4,194V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{Al5} = \Delta V_{\text{tramoAl5}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Centro} = 4,194 + 3,65 = 7,844V$$

$$\rightarrow \Delta V_{Al5}(\%) = \frac{7,844 \cdot 100}{230} = 3,41\%$$

Lo que representa un 3,41 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al5} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{89 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 635,714 m\Omega$$

$$X_{Al5} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 89 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 11,424 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al5} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 635,714 + 7,848 = 643,562 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al5} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 11,424 + 17,777 = 29,201 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 643,562 + 29,201j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{643,562^2 + 29,201^2} = 644,224 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 644,224} = 216,43 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de  $843 A^2 \cdot s$ . Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 216,43$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 843 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 843 < 127806$$

○ **Alumbrado 6 (Al 6).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 5 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 94 m (33m + 5m + 30m + 17m + 9m).
- Potencia Instalada: 580 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $580 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 940 W$ .

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{940}{230 \cdot 0,9} = 4,54 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 4,54 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4,54 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se el momento eléctrico que hay en cada tramo (entre luminaria y luminaria) por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa la suma de todos estos momentos:

$$M_{eAl6} = M_{e\text{tramo1}} + M_{e\text{tramo2}} + M_{e\text{tramo3}} + M_{e\text{tramo4}} + M_{e\text{tramo5}} = 0,91 \cdot (33 + 38 + 68 + 85 + 94) = 288,8 \text{ A} \cdot \text{m} = 0,2888 \text{ A} \cdot \text{km}$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl6}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl5}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,2888}{\sqrt{3}} = 5,627 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{\text{V}}{\text{A} \cdot \text{km}}$$

$$\Delta V_{Al6} = \Delta V_{\text{tramoAl6}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}\text{Centro}} = 5,627 + 3,65 = 9,277 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{Al6} (\%) = \frac{9,277 \cdot 100}{230} = 4,03\%$$

Lo que representa un 4,03 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al6} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{94 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 671,429 m\Omega$$

$$X_{Al6} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 94 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 12,066 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al6} + R_{C.S.1^a Centro} = 671,429 + 7,848 = 679,276 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al6} + X_{C.S.1^a Centro} = 12,066 + 17,777 = 29,843 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 679,276 + 29,843j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{679,276^2 + 29,843^2} = 679,931 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 679,931} = 205,07 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 834 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 205,07$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 834 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 834 < 127806$$

o **Alumbrado 7 (Al 7).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 5 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 85 m (44m + 10m + 6m + 15m + 10m).
- Potencia Instalada: 580 W.
- cos φ: 0,9.
- Potencia de Cálculo: 580·1,8·0,9 = 940 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{940}{230 \cdot 0,9} = 4,54 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. prevista} \leq I_{m\acute{a}x. adm. C.E.} \cdot K \rightarrow 4,54 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4,54 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se el momento eléctrico que hay en cada tramo (entre luminaria y luminaria) por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa la suma de todos estos momentos:

$$M_{eAl7} = M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} + M_{e_{tramo5}} = 0,91 \cdot (44 + 54 + 60 + 75 + 85) = 288,8 A \cdot m = 0,2888 A \cdot km$$

$$\Delta V_{tramoAl7} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl5}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,2888}{\sqrt{3}} = 5,627 V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{Al7} = \Delta V_{tramoAl7} + \Delta V_{C.S. 1^{\circ} Centro} = 5,627 + 3,65 = 9,277 V$$

$$\rightarrow \Delta V_{Al7} (\%) = \frac{9,277 \cdot 100}{230} = 4,03\%$$

Lo que representa un 4,03 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al7} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{85 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 607,143 m\Omega$$

$$X_{Al7} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 85 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 10,911 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al7} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 607,143 + 7,848 = 614,991 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al7} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 10,911 + 17,777 = 28,688 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 614,991 + 28,688j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{614,991^2 + 28,688^2} = 615,659 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 615,659} = 226,47 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 845 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 226,47$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}n\text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 845 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 845 < 127806$$

#### o Alumbrado 8 (Al 8).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 4 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 95 m (39m + 14m + 28m + 14m).

- Potencia Instalada: 464 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $464 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 752$  W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{752}{230 \cdot 0,9} = 3,63 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

#### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de  $40^\circ\text{C}$ , se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 3,63 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 3,63 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , cumple el Criterio Térmico.

#### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se el momento eléctrico que hay en cada tramo (entre luminaria y luminaria) por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa la suma de todos estos momentos:

$$M_{eAl8} = M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} + M_{e_{\text{tramo4}}} = 0,91 \cdot (39 + 53 + 81 + 95) = 243,4 \text{ A} \cdot \text{m} = 0,2434 \text{ A} \cdot \text{km}$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl8}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl8}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,2434}{\sqrt{3}} = 4,742 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{\text{V}}{\text{A} \cdot \text{km}}$$

$$\Delta V_{Al8} = \Delta V_{\text{tramoAl8}} + \Delta V_{\text{C.S.1}^\circ\text{Centro}} = 4,742 + 3,65 = 8,392 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{Al8}(\%) = \frac{8,329 \cdot 100}{230} = 3,65\%$$

Lo que representa un 3,65 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al8} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{95 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 678,571 m\Omega$$

$$X_{Al8} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 95 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 12,195 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al8} + R_{C.S.1^\circ Centro} = 678,571 + 7,848 = 686,419 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al8} + X_{C.S.1^\circ Centro} = 12,195 + 17,777 = 29,971 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 686,419 + 29,971j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{686,419^2 + 29,971^2} = 687,073 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 687,073} = 202,93 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 831 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 202,93$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 831 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 831 < 127806$$

#### o Alumbrado Entrada (Al Entrada).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 8 focos de 100 W cada uno.

- Tensión: 230 V.
- Longitud: 80 m (35m + 5m + 8m + 4m + 10m + 6m + 6m + 6m).
- Potencia Instalada: 800 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 800 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{800}{230 \cdot 1} = 3,48 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

#### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 17,5 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. prevista} \leq I_{m\acute{a}x. adm. C.E.} \cdot K \rightarrow 3,48 \leq 17,5 \cdot 0,87 \rightarrow 3,48 \leq 15,225$$

Por lo que la sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

#### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se el momento eléctrico que hay en cada tramo (entre luminaria y luminaria) por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa la suma de todos estos momentos:

$$M_{eAlEntrada} = M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} + M_{e_{tramo5}} + M_{e_{tramo6}} + M_{e_{tramo7}} + M_{e_{tramo8}} =$$

$$= 0,43 \cdot (35 + 40 + 48 + 52 + 62 + 68 + 74 + 80) = 199,6 A \cdot m = 0,1996 A \cdot km$$

$$\Delta V_{tramoAlEntrada} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_{eAlEntrada}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 28,8363 \cdot 0,1996}{\sqrt{3}} = 6,645 V$$

$$\Delta V_{AlEntrada} = \Delta V_{tramoAlEntrada} + \Delta V_{C.S.1^\circ Centro} = 6,645 + 3,65 = 10,295 V$$

$$\rightarrow \Delta V_{AlEntrada} (\%) = \frac{10,295 \cdot 100}{230} = 4,47\%$$

Lo que representa un 4,47 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 25,075 \cdot 1,15 = 28,8363 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 20,194 \cdot 1,15 = 23,2231 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{AlEntrada} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{80 \cdot 1000}{56 \cdot 1,5} = 952,381 m\Omega$$

$$X_{AlEntrada} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 80 \cdot \frac{(23,2231 - 0,8 \cdot 28,8363)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 11,863 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{AlEntrada} + R_{C.S.1^\circ Centro} = 952,381 + 7,848 = 960,228 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{AlEntrada} + X_{C.S.1^\circ Centro} = 11,863 + 17,777 = 29,640 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 960,228 + 29,640j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{960,228^2 + 29,640^2} = 960,686 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 960,686} = 145,14 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 816 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 145,14$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 816 < (115 \cdot 1,5)^2 \rightarrow 816 < 29756$$

#### o **Alumbrado Entrada Centro (Al Entrada Centro).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.

- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 3 luminarias dicroicas y 2 apliques de pared de 60 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 60 m (30m + 5m + 15m + 5m +5m).
- Potencia Instalada: 300 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 300 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{300}{230 \cdot 1} = 1,30A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

#### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 17,5 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces,

$$I_{m\acute{a}x. prevista} \leq I_{m\acute{a}x. adm. C.E.} \cdot K \rightarrow 1,30 \leq 17,5 \cdot 0,87 \rightarrow 1,30 \leq 15,225$$

Por lo que la sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

#### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se el momento eléctrico que hay en cada tramo (entre luminaria y luminaria) por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa la suma de todos estos momentos:

$$\begin{aligned} M_{eAlEntradaCentro} &= M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} + M_{e_{tramo5}} = \\ &= 0,26 \cdot (30 + 35 + 50 + 55 + 60) = 60A \cdot m = 0,060A \cdot km \end{aligned}$$

$$\Delta V_{\text{tramo AlEntradaCentro}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_{eAlEntradaCentro}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 28,8363 \cdot 0,06}{\sqrt{3}} = 1,998V$$

$$\Delta V_{AlEntradaCentro} = \Delta V_{\text{tramo AlEntradaCentro}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Centro} = 1,998 + 3,65 = 5,648V$$

$$\rightarrow \Delta V_{AlEntradaCentro} (\%) = \frac{5,648 \cdot 100}{230} = 2,46\%$$

Lo que representa un 2,46 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 25,075 \cdot 1,15 = 28,8363 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 20,194 \cdot 1,15 = 23,2231 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{AlEntradaCentro} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{60 \cdot 1000}{56 \cdot 1,5} = 714,286 m\Omega$$

$$X_{AlEntradaCentro} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 60 \cdot \frac{(23,2231 - 0,8 \cdot 28,8363)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 8,897 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{AlEntradaCentro} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 714,286 + 7,848 = 722,133 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{AlEntradaCentro} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 8,897 + 17,777 = 26,674 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 722,133 + 26,674j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{722,133^2 + 26,674^2} = 722,626 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 722,626} = 192,95A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 827 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 192,961$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 827 < (115 \cdot 1,5)^2 \rightarrow 827 < 29756$$

○ **Alumbrado Oficina 1 (Al.Of.1).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 7 pantallas de 4x18 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 17 m (3m + 2m + 2m + 2m + 2m + 4m + 2m).
- Potencia Instalada: 504 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo: 816 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{816}{230 \cdot 0,9} = 3,94 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 17,5 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 3,94 \leq 17,5 \cdot 0,87 \rightarrow 3,94 \leq 15,225$$

Por lo que la sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se el momento eléctrico que hay en cada tramo (entre luminaria y luminaria) por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa la suma de todos estos momentos:

$$M_{eAl.Of.1} = M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} + M_{e_{tramo5}} + M_{e_{tramo6}} + M_{e_{tramo7}} =$$

$$= 0,56 \cdot (3 + 5 + 7 + 9 + 11 + 15 + 17) = 37,7 A \cdot m = 0,0377 A \cdot km$$

$$\Delta V_{tramoAl.Of.1} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl.Of.1}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 26,0322 \cdot 0,0377}{\sqrt{3}} = 1,135V$$

$$\Delta V_{Al.Of.1} = \Delta V_{tramoAl.Of.1} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Centro} = 1,135 + 3,65 = 4,785V$$

$$\rightarrow \Delta V_{Al.Of.1}(\%) = \frac{4,785 \cdot 100}{230} = 2,08\%$$

Lo que representa un 2,08 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 25,075 \cdot 1,15 = 28,8363 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 20,194 \cdot 1,15 = 23,2231 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al.Of.1} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{17 \cdot 1000}{56 \cdot 1,5} = 202,381 m\Omega$$

$$X_{Al.Of.1} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 17 \cdot \frac{(23,2231 - 0,8 \cdot 28,8363)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 2,521 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al.Of.1} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 202,381 + 7,848 = 210,229 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al.Of.1} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 2,521 + 17,777 = 20,298 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 210,229 + 20,298j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{210,229^2 + 20,298^2} = 211,206 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 211,206} = 660,16 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1200 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 660,16$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 1200 < (115 \cdot 1,5)^2 \rightarrow 1200 < 29756$$

○ **Alumbrado Oficina 2 (Al.Of.2).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 4 luminarias dicroicas de 60 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 11 m (2m + 4m + 3m + 2m).
- Potencia Instalada: 240 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 240 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{240}{230 \cdot 1} = 1,04 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 17,5 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 1,04 \leq 17,5 \cdot 0,87 \rightarrow 1,04 \leq 15,225$$

Por lo que la sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se el momento eléctrico que hay en cada tramo (entre luminaria y luminaria) por el camino más desfavorable y la

caída total del cable usa la suma de todos estos momentos:

$$M_{eAl.Of.2} = M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} + M_{e_{tramo5}} + M_{e_{tramo6}} + M_{e_{tramo7}} =$$

$$= 0,26 \cdot (2 + 6 + 9 + 11) = 7,3A \cdot m = 0,0073A \cdot km$$

$$\Delta V_{tramoAl.Of.2} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_{eAl.Of.2}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 28,8363 \cdot 0,0073}{\sqrt{3}} = 0,243V$$

$$\Delta V_{Al.Of.2} = \Delta V_{tramoAl.Of.2} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Centro} = 0,243 + 3,65 = 3,893V$$

$$\rightarrow \Delta V_{Al.Of.2} (\%) = \frac{3,893 \cdot 100}{230} = 1,69\%$$

Lo que representa un 1,69 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 25,075 \cdot 1,15 = 28,8363 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 20,194 \cdot 1,15 = 23,2231 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al.Of.2} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{11 \cdot 1000}{56 \cdot 1,5} = 130,952 m\Omega$$

$$X_{Al.Of.2} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 11 \cdot \frac{(23,2231 - 0,8 \cdot 28,8363)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 1,631 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al.Of.2} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 130,952 + 7,848 = 138,8 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al.Of.2} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 1,631 + 17,777 = 19,408 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 138,8 + 19,408j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{138,8^2 + 19,408^2} = 140,15 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 140,15} = 994,86A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1880 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 994,86$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 1880 < (115 \cdot 1,5)^2 \rightarrow 1880 < 29756$$

○ **Usos Varios Barrera 1 (U.V.Barrera1).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 40 m.
- Potencia Instalada: 1000 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo: 1000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1000}{230 \cdot 0,9} = 4,83A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 4,83 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4,83 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V. Barrera1}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 4,83 \cdot \left(\frac{40}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 3,765V$$

$$\Delta V_{U.V. Barrera1} = \Delta V_{\text{tramo U.V. Barrera1}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} Centro} = 3,765 + 3,65 = 7,415V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V. Barrera1} (\%) = \frac{7,415 \cdot 100}{230} = 3,22\%$$

Lo que representa un 3,22 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,10 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V. Barrera1} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{40 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 285,714 m\Omega$$

$$X_{U.V. Barrera1} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 40 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 5,135 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V. Barrera1} + R_{C.S.1^{\circ} Centro} = 285,714 + 7,848 = 293,562 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V. Barrera1} + X_{C.S.1^{\circ} Centro} = 5,135 + 17,777 = 22,912 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 293,562 + 22,912j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{293,562^2 + 22,912^2} = 294,454 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 294,454} = 473,52 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1170 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 473,52$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 1170 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 1170 < 127806$$

○ **Usos Varios Barrera 2 (U.V.Barrera2).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 40 m.
- Potencia Instalada: 1000 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo: 1000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1000}{230 \cdot 0,9} = 4,83 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 4,83 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4,83 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V. Barrera2}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 4,83 \cdot \left(\frac{40}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 3,765 \text{ V}$$

$$\Delta V_{\text{U.V. Barrera2}} = \Delta V_{\text{tramo U.V. Barrera2}} + \Delta V_{\text{C.S.1º Centro}} = 3,765 + 3,65 = 7,415 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.Barrera2}(\%) = \frac{7,415 \cdot 100}{230} = 3,22\%$$

Lo que representa un 3,22 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,10 \cdot 1,15 = 15,065\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.Barrera2} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{40 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 285,714m\Omega$$

$$X_{U.V.Barrera2} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 40 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 5,135m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.Barrera2} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 285,714 + 7,848 = 293,562m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.Barrera2} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 5,135 + 17,777 = 22,912m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 293,562 + 22,912j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{293,562^2 + 22,912^2} = 294,454m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 294,454} = 473,52A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1170 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 473,52$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 1170 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 1170 < 127806$$

#### o Usos Varios Barrera 3 (U.V.Barrera3).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 110 m.
- Potencia Instalada: 1000 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo: 1000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x.prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1000}{230 \cdot 0,9} = 4,83A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x.prevista} \leq I_{m\acute{a}x.adm.C.E.} \cdot K \rightarrow 4,83 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4,83 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{tramoU.V.Barrera3} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 4,83 \cdot \left(\frac{110}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 10,354V$$

$$\Delta V_{U.V.Barrera3} = \Delta V_{tramoU.V.Barrera3} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Centro} = 10,354 + 3,65 = 14,004V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.Barrera3} (\%) = \frac{14,004 \cdot 100}{230} = 6,09\%$$

Lo que representa un 6,09 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,10 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.Barrera3} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{110 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 785,714 m\Omega$$

$$X_{U.V.Barrera3} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 110 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 14,120 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.Barrera3} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 785,714 + 7,848 = 793,562 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.Barrera3} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 14,120 + 17,777 = 31,897 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 793,562 + 31,897j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{793,562^2 + 31,897^2} = 794,203 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 794,203} = 175,56 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 840 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 175,56$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 840 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 840 < 127806$$

#### o Usos Varios Barrera 4 (U.V.Barrera4).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.

- Longitud: 110 m.
- Potencia Instalada: 1000 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo: 1000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1000}{230 \cdot 0,9} = 4,83A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

#### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. prevista} \leq I_{m\acute{a}x. adm. C.E.} \cdot K \rightarrow 4,83 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4,83 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

#### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{tramo U.V. Barrera4} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 4,83 \cdot \left(\frac{110}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 10,354V$$

$$\Delta V_{U.V. Barrera4} = \Delta V_{tramo U.V. Barrera4} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} Centro} = 10,354 + 3,65 = 14,004V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V. Barrera4} (\%) = \frac{14,004 \cdot 100}{230} = 6,09\%$$

Lo que representa un 6,09 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,10 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.Barrera4} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{110 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 785,714 m\Omega$$

$$X_{U.V.Barrera4} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 110 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 14,120 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.Barrera4} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 785,714 + 7,848 = 793,562 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.Barrera4} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 14,120 + 17,777 = 31,897 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 793,562 + 31,897j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{793,562^2 + 31,897^2} = 794,203 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 794,203} = 175,56 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 840 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 175,56$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 840 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 840 < 127806$$

#### o Usos Varios Cajas 1 (U.V.Caja1).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 50 m.
- Potencia Instalada: 1000 W.

-  $\cos \varphi$ : 0,9.

- Potencia de Cálculo: 1000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1000}{230 \cdot 0,9} = 4,83 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. prevista} \leq I_{m\acute{a}x. adm. C.E.} \cdot K \rightarrow 4,83 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 4,83 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{tramo U.V. Caja1} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 15,9654 \cdot 4,83 \cdot \left(\frac{50}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 4,453 V$$

$$\Delta V_{U.V. Caja1} = \Delta V_{tramo U.V. Caja1} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} Centro} = 4,453 + 3,65 = 8,103 V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V. Caja1} (\%) = \frac{8,103 \cdot 100}{230} = 3,52\%$$

Lo que representa un 3,52 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo

del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.Cajal} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{50 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 357,143 m\Omega$$

$$X_{U.V.Cajal} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 50 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 6,097 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.Cajal} + R_{C.S.1^\circ Centro} = 357,143 + 7,848 = 364,991 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.Cajal} + X_{C.S.1^\circ Centro} = 6,097 + 17,777 = 23,874 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 364,991 + 23,874j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{364,991^2 + 23,874^2} = 365,770 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 365,77} = 381,19 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1020 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 381,19$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 1020 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 1020 < 82656$$

○ **U.V.1 (Sonda 1).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 15 m.
- Potencia Instalada: 1840 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 1840 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1840}{230 \cdot 1} = 8A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 8 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 8 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V.1}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 4,83 \cdot \left(\frac{15}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 2,447V$$

$$\Delta V_{U.V.1} = \Delta V_{\text{tramo U.V.1}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} \text{Centro}} = 2,447 + 3,65 = 6,097V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.1}(\%) = \frac{6,097 \cdot 100}{230} = 2,65\%$$

Lo que representa un 2,65 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.1} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{15 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 107,143 m\Omega$$

$$X_{U.V.1} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 15 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 1,829 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.1} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 107,143 + 7,848 = 114,991 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.1} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 1,829 + 17,777 = 19,606 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 114,991 + 19,606j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{114,991^2 + 19,606^2} = 116,65 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 116,65} = 1195,29 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 3600 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 1195,29$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 3600 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 3600 < 82656$$

○ **U.V.2 (Cámaras).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 20 m.
- Potencia Instalada: 1840 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 1840 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1840}{230 \cdot 1} = 8A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 8 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 8 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V.2}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 4,83 \cdot \left(\frac{20}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 3,263V$$

$$\Delta V_{U.V.2} = \Delta V_{\text{tramo U.V.2}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} \text{Centro}} = 3,263 + 3,65 = 6,913V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.2}(\%) = \frac{6,913 \cdot 100}{230} = 3,01\%$$

Lo que representa un 3,01 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.2} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{20 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 142,857 m\Omega$$

$$X_{U.V.2} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 20 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 2,439 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.2} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 142,857 + 7,848 = 150,705 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.2} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 2,439 + 17,777 = 20,216 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eqj} = 150,705 + 20,216j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{150,705^2 + 20,216^2} = 152,054 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 152,054} = 916,98 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 2500 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 916,98$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 2500 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 2500 < 82656$$

○ **U.V.3 (Sonda 2).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 15 m.
- Potencia Instalada: 1840 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 1840 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1840}{230 \cdot 1} = 8 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 8 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 8 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V.3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 4,83 \cdot \left(\frac{15}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 2,447V$$

$$\Delta V_{U.V.3} = \Delta V_{\text{tramo U.V.3}} + \Delta V_{C.S.1^\circ \text{Centro}} = 2,447 + 3,65 = 6,097V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.3} (\%) = \frac{6,097 \cdot 100}{230} = 2,65\%$$

Lo que representa un 2,65 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.3} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{15 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 107,143 m\Omega$$

$$X_{U.V.3} = I \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 15 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 1,829 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.3} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 107,143 + 7,848 = 114,991 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.3} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 1,829 + 17,777 = 19,606 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 114,991 + 19,606j (m\Omega)$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{114,991^2 + 19,606^2} = 116,65 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 116,65} = 1195,29 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 3600 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 1195,29$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} pasante} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 3600 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 3600 < 82656$$

o **Usos Varios Oficina 1 (U.V.O1).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 10 m.
- Potencia Instalada: 2000 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 2000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230 \cdot 1} = 8,70 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x.prevista} \leq I_{m\acute{a}x.adm.C.E.} \cdot K \rightarrow 8,70 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 8,70 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{tramoU.V.01} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 4,83 \cdot \left(\frac{10}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 1,773V$$

$$\Delta V_{U.V.01} = \Delta V_{tramoU.V.01} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Centro} = 1,773 + 3,65 = 5,423V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.01}(\%) = \frac{5,423 \cdot 100}{230} = 2,36\%$$

Lo que representa un 2,36 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594\Omega/km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425\Omega/km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.01} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{10 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 71,429m\Omega$$

$$X_{U.V.01} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 10 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 1,219m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.01} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 71,429 + 7,848 = 79,277 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.01} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 1,219 + 17,777 = 18,996 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 79,277 + 18,996j (m\Omega)$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{79,277^2 + 18,996^2} = 81,520 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 81,520} = 1710,37 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 5200 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 1710,37$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 5200 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 5200 < 82656$$

○ **Usos Varios Oficina 2 (U.V.O2).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 15 m.
- Potencia Instalada: 2000 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 2000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230 \cdot 1} = 8,70 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x.prevista} \leq I_{m\acute{a}x.adm.C.E.} \cdot K \rightarrow 8,70 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 8,70 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{tramoU.V.02} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 8,70 \cdot \left(\frac{15}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 2,660V$$

$$\Delta V_{U.V.02} = \Delta V_{tramoU.V.02} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Centro} = 2,660 + 3,65 = 6,31V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.02}(\%) = \frac{6,31 \cdot 100}{230} = 2,74\%$$

Lo que representa un 2,74 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594\Omega/km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425\Omega/km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.02} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{15 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 107,143m\Omega$$

$$X_{U.V.02} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 15 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 1,829m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.02} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 107,143 + 7,848 = 114,991m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.02} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 1,829 + 17,777 = 19,606m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 114,991 + 19,606j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{114,991^2 + 19,606^2} = 116,65 \text{ m}\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 116,65} = 1195,29 \text{ A}$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 3600 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 1195,29$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 3600 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 3600 < 82656$$

o **Usos Varios Oficina 3 (U.V.O3).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 15 m.
- Potencia Instalada: 2000 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 2000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230 \cdot 1} = 8,70 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y

sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 8,70 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 8,70 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V.03}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 8,70 \cdot \left(\frac{15}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 2,660V$$

$$\Delta V_{U.V.03} = \Delta V_{\text{tramo U.V.03}} + \Delta V_{C.S.1^{\text{a}} \text{Centro}} = 2,660 + 3,65 = 6,31V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.03}(\%) = \frac{6,31 \cdot 100}{230} = 2,74\%$$

Lo que representa un 2,74 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.03} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{15 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 107,143 m\Omega$$

$$X_{U.V.03} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 15 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 1,829 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.03} + R_{C.S.1^{\text{a}} \text{Centro}} = 107,143 + 7,848 = 114,991 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.03} + X_{C.S.1^{\text{a}} \text{Centro}} = 1,829 + 17,777 = 19,606 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eqj} = 114,991 + 19,606j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{114,991^2 + 19,606^2} = 116,65 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 116,65} = 1195,29A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 3600 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 1195,29$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 3600 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 3600 < 82656$$

○ **Usos Varios Oficina 4 (U.V.O4).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 15 m.
- Potencia Instalada: 2000 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 2000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2000}{230 \cdot 1} = 8,70A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87

según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 8,70 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 8,70 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V.04}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 8,70 \cdot \left(\frac{15}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 2,660V$$

$$\Delta V_{U.V.04} = \Delta V_{\text{tramo U.V.04}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} \text{Centro}} = 2,660 + 3,65 = 6,31V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.04}(\%) = \frac{6,31 \cdot 100}{230} = 2,74\%$$

Lo que representa un 2,74 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.04} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{15 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 107,143 m\Omega$$

$$X_{U.V.04} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 15 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 1,829 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.04} + R_{C.S.1^{\circ} \text{Centro}} = 107,143 + 7,848 = 114,991 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.04} + X_{C.S.1^{\circ} \text{Centro}} = 1,829 + 17,777 = 19,606 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 114,991 + 19,606j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{114,991^2 + 19,606^2} = 116,65 m\Omega$$

$$I_{cc\text{máx}} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 116,65} = 1195,29 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 3600 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 1195,29$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 3600 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 3600 < 82656$$

o **U.V.P-1.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 20 m.
- Potencia Instalada: 920 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 920 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{920}{230 \cdot 1} = 4A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} \leq I_{m\acute{a}x. \text{ adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 4 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{tramoU.V.P-1} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 18,6645 \cdot 4 \cdot \left(\frac{20}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 1,724V$$

$$\Delta V_{U.V.P-1} = \Delta V_{tramoU.V.P-1} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Centro} = 1,724 + 3,65 = 5,374V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.P-1}(\%) = \frac{5,374 \cdot 100}{230} = 2,34\%$$

Lo que representa un 2,34 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645\Omega/km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,10 \cdot 1,15 = 15,065\Omega/km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.P-1} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{20 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 142,857m\Omega$$

$$X_{U.V.P-1} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 20 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 2,567m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.P-1} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 142,857 + 7,848 = 150,705m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.P-1} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 2,567 + 17,777 = 20,344m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 150,705 + 20,344j (m\Omega)$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{150,705^2 + 20,344^2} = 152,072m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 152,072} = 916,87A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 2500 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 916,87$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 2500 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 2500 < 127806$$

○ **U.V.P-2.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 20 m.
- Potencia Instalada: 920 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 920 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{920}{230 \cdot 1} = 4A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 4 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo } U.V.P-2} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 18,6645 \cdot 4 \cdot \left(\frac{20}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 1,724V$$

$$\Delta V_{U.V.P-2} = \Delta V_{\text{tramo } U.V.P-2} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} \text{Centro}} = 1,724 + 3,65 = 5,374V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.P-2}(\%) = \frac{5,374 \cdot 100}{230} = 2,34\%$$

Lo que representa un 2,34 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,10 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.P-2} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{20 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 142,857 m\Omega$$

$$X_{U.V.P-2} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 20 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 2,567 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.P-2} + R_{C.S.1^{\circ} \text{Centro}} = 142,857 + 7,848 = 150,705 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.P-2} + X_{C.S.1^{\circ} \text{Centro}} = 2,567 + 17,777 = 20,344 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 150,705 + 20,344j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{150,705^2 + 20,344^2} = 152,072 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 152,072} = 916,87A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 2500 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 916,87$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 2500 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 2500 < 127806$$

○ **U.V.P-3.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 110 m.
- Potencia Instalada: 460 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 460 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{460}{230 \cdot 1} = 2A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 2 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 2 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V.P-3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 18,6645 \cdot 2 \cdot \left(\frac{110}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 4,741V$$

$$\Delta V_{U.V.P-3} = \Delta V_{\text{tramo U.V.P-3}} + \Delta V_{C.S.1^\circ \text{Centro}} = 4,741 + 3,65 = 8,391V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.P-3} (\%) = \frac{8,391 \cdot 100}{230} = 3,65\%$$

Lo que representa un 3,65 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,10 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.P-3} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{110 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 785,714 m\Omega$$

$$X_{U.V.P-3} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 110 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 14,120 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.P-3} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 785,714 + 7,848 = 793,562 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.P-3} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 14,120 + 17,777 = 31,897 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 793,562 + 31,897j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{793,562^2 + 31,897^2} = 794,203 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 794,203} = 175,56 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 840 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 175,56$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 840 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 840 < 127806$$

#### o U.V.P-4.

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 50 m.

- Potencia Instalada: 460 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 460 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{460}{230 \cdot 1} = 2 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

#### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 2 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 2 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

#### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V.P-4}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 18,6645 \cdot 2 \cdot \left(\frac{50}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 2,155 \text{ V}$$

$$\Delta V_{\text{U.V.P-4}} = \Delta V_{\text{tramo U.V.P-4}} + \Delta V_{\text{C.S.1º Centro}} = 2,155 + 3,65 = 5,805 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{\text{U.V.P-4}} (\%) = \frac{5,805 \cdot 100}{230} = 2,52\%$$

Lo que representa un 2,52 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,10 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.P-4} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{50 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 357,143 m\Omega$$

$$X_{U.V.P-4} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 50 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 6,418 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.P-4} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 357,143 + 7,848 = 364,991 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.P-4} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 6,418 + 17,777 = 24,195 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 364,991 + 24,195j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{364,991^2 + 24,195^2} = 365,79 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 365,79} = 381,17 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1020 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 381,17$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 1020 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 1020 < 127806$$

#### o U.V.P-5.

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 50 m.
- Potencia Instalada: 460 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 460 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{460}{230 \cdot 1} = 2 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 2 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 2 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V.P-5}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 18,6645 \cdot 2 \cdot \left(\frac{50}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 2,155 \text{ V}$$

$$\Delta V_{\text{U.V.P-5}} = \Delta V_{\text{tramo U.V.P-5}} + \Delta V_{\text{C.S.1º Centro}} = 2,155 + 3,65 = 5,805 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{\text{U.V.P-5}} (\%) = \frac{5,805 \cdot 100}{230} = 2,52\%$$

Lo que representa un 2,52 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / \text{km} \quad \varepsilon_{0,8} = 13,10 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / \text{km}$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.P-5} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{50 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 357,143 m\Omega$$

$$X_{U.V.P-5} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 50 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 6,418 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.P-5} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 357,143 + 7,848 = 364,991 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.P-5} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 6,418 + 17,777 = 24,195 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 364,991 + 24,195j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{364,991^2 + 24,195^2} = 365,79 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 365,79} = 381,17 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1020 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 381,17$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 1020 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 1020 < 127806$$

○ **U.V. Puerta-1.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 20 m.
- Potencia Instalada: 1380 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 1380 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1380}{230 \cdot 1} = 6A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 6 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 6 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V. Puerta-1}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 6 \cdot \left(\frac{20}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 2,447V$$

$$\Delta V_{U.V. Puerta-1} = \Delta V_{\text{tramo U.V. Puerta-1}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} Centro} = 2,447 + 3,65 = 6,097V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V. Puerta-1} (\%) = \frac{6,097 \cdot 100}{230} = 2,65\%$$

Lo que representa un 2,65 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.Puerta-1} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{20 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 142,857 m\Omega$$

$$X_{U.V.Puerta-1} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 20 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 2,439 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.Puerta-1} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 142,857 + 7,848 = 150,705 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.Puerta-1} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 2,4389 + 17,777 = 20,216 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 150,705 + 20,216j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{150,705^2 + 20,216^2} = 152,054 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 152,054} = 916,98 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 2500 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 916,98$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 2500 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 2500 < 82656$$

#### ○ U.V. Puerta-2.

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 60 m.
- Potencia Instalada: 460 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 460 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{460}{230 \cdot 1} = 2 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces,

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 2 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 2 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V. Puerta-2}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 2 \cdot \left(\frac{60}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 2,447V$$

$$\Delta V_{U.V. Puerta-2} = \Delta V_{\text{tramo U.V. Puerta-2}} + \Delta V_{C.S.1^\circ \text{Centro}} = 2,447 + 3,65 = 6,097V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V. Puerta-2} (\%) = \frac{6,097 \cdot 100}{230} = 2,65\%$$

Lo que representa un 2,65 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V. Puerta-2} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{60 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 428,571 m\Omega$$

$$X_{U.V.Puerta-2} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 60 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 7,317 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.Puerta-2} + R_{C.S.1^\circ Centro} = 428,571 + 7,848 = 436,419 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.Puerta-2} + X_{C.S.1^\circ Centro} = 7,317 + 17,777 = 25,093 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 436,419 + 25,093j (m\Omega)$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{436,419^2 + 25,093^2} = 437,14 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 437,14} = 318,96 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de  $950 A^2 \cdot s$ . Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 318,96$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 950 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 950 < 82656$$

### o U.V. Puerta-3.

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 120 m.
- Potencia Instalada: 460 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 460 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{460}{230 \cdot 1} = 2 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces,

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 2 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 2 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V. Puerta-3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 2 \cdot \left(\frac{120}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 4,894V$$

$$\Delta V_{U.V. Puerta-3} = \Delta V_{\text{tramo U.V. Puerta-3}} + \Delta V_{C.S. 1^\circ \text{Centro}} = 4,894 + 3,65 = 8,554V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V. Puerta-3} (\%) = \frac{8,554 \cdot 100}{230} = 3,72\%$$

Lo que representa un 3,72 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V. Puerta-3} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{120 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 857,143 m\Omega$$

$$X_{U.V. Puerta-3} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 120 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 14,634 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.Puerta-3} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 857,143 + 7,848 = 864,991 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.Puerta-3} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 14,634 + 17,777 = 32,411 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 864,991 + 32,411j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{864,991^2 + 32,411^2} = 865,59 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 865,59} = 161,08 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 837 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 161,08$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 837 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 837 < 82656$$

○ **U.V. Puerta-4.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 120 m.
- Potencia Instalada: 460 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 460 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{460}{230 \cdot 1} = 2 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces,

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 2 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 2 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V. Puerta-4}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 2 \cdot \left(\frac{120}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 4,894V$$

$$\Delta V_{\text{U.V. Puerta-4}} = \Delta V_{\text{tramo U.V. Puerta-4}} + \Delta V_{\text{C.S.1º Centro}} = 4,894 + 3,65 = 8,554V$$

$$\rightarrow \Delta V_{\text{U.V. Puerta-4}} (\%) = \frac{8,554 \cdot 100}{230} = 3,72\%$$

Lo que representa un 3,72 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{\text{U.V. Puerta-4}} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{120 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 857,143 m\Omega$$

$$X_{\text{U.V. Puerta-4}} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 120 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 14,634 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{\text{U.V. Puerta-4}} + R_{\text{C.S.1º Centro}} = 857,143 + 7,848 = 864,991 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{\text{U.V. Puerta-4}} + X_{\text{C.S.1º Centro}} = 14,634 + 17,777 = 32,411 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 864,991 + 32,411j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{864,991^2 + 32,411^2} = 865,59 \text{ m}\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 865,59} = 161,08 \text{ A}$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de  $837 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$ . Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 161,08$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 837 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 837 < 82656$$

○ **U.V. Puerta-5.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 120 m.
- Potencia Instalada: 460 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 460 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{460}{230 \cdot 1} = 2 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y

sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces,

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 2 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 2 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V. Puerta-5}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 2 \cdot \left(\frac{120}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 4,894V$$

$$\Delta V_{U.V. Puerta-5} = \Delta V_{\text{tramo U.V. Puerta-5}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} Centro} = 4,894 + 3,65 = 8,554V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V. Puerta-5} (\%) = \frac{8,554 \cdot 100}{230} = 3,72\%$$

Lo que representa un 3,72 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V. Puerta-5} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{120 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 857,143 m\Omega$$

$$X_{U.V. Puerta-5} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 120 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 14,634 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V. Puerta-5} + R_{C.S.1^{\circ} Centro} = 857,143 + 7,848 = 864,991 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V. Puerta-5} + X_{C.S.1^{\circ} Centro} = 14,634 + 17,777 = 32,411 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eqj} = 864,991 + 32,411j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{864,991^2 + 32,411^2} = 865,59 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 865,59} = 161,08A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 837 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 161,08$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 837 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 837 < 82656$$

○ **Línea Cuadro Secundario 1ª Planta Derecha.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en 3F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 400 V.
- Longitud: 50 m.
- Potencia Instalada: 9960 W.
- cos φ: 0,95.
- Potencia de Cálculo: 12477 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{12477}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 18,96A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 16 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 16 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C4, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 96 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91

según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 18,96 \leq 96 \cdot 0,91 \rightarrow 18,96 \leq 87,36$$

Por lo que la sección de 16 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo C.S.1ª Dcha}} = \varepsilon_{0,95} \cdot M_e = \varepsilon_{0,95} \cdot I \cdot \left( \frac{l}{1000} \right) = 2,4717 \cdot 18,96 \cdot \left( \frac{50}{1000} \right) = 2,343V$$

$$\Delta V_{\text{C.S.1ª Dcha}} = \Delta V_{\text{tramo C.S.1ª Dcha}} + \Delta V_{\text{C.S.1ª Centro}} = 2,343 + 3,65 = 5,993V$$

$$\rightarrow \Delta V_{\text{C.S.1ª Dcha}} (\%) = \frac{5,993 \cdot 100}{400} = 2,61\%$$

Lo que representa un 2,61 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 2,56\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 2,13\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{\text{C.S.1ª Dcha}} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{50 \cdot 1000}{56 \cdot 16} = 55,804m\Omega$$

$$X_{\text{C.S.1ª Dcha}} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 50 \cdot \frac{(2,13 - 0,8 \cdot 2,56)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 3,945m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{\text{C.S.1ª Dcha}} + R_{\text{C.S.1ª Centro}} = 55,804 + 7,848 = 63,652m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{\text{C.S.1ª Dcha}} + X_{\text{C.S.1ª Centro}} = 3,945 + 17,777 = 21,722m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 63,652 + 21,722j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{63,652^2 + 21,722^2} = 67,255m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 67,255} = 3605,46A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C40/4 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccmáx}$  de 21500 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccmáx} \rightarrow 6000 \geq 3605,46$$

$$(I^2 \cdot t)_{energía\ pasante} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 21500 < (143 \cdot 16)^2 \rightarrow 21500 < 5234944$$

o **Línea Cuadro Secundario 2ª Planta Centro.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en 3F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 400 V.
- Longitud: 33 m.
- Potencia Instalada: 11774 W.
- $\cos \varphi$ : 0,95.
- Potencia de Cálculo: 14219 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{máx.prevista} = \frac{P_{cálculo}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{14219}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 21,60A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 16 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 16 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C4, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 96 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{máx.prevista} \leq I_{máx.adm.C.E.} \cdot K \rightarrow 21,60 \leq 96 \cdot 0,91 \rightarrow 21,60 \leq 87,36$$

Por lo que la sección de 16 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo } C.S.2^{\circ} \text{ Centro}} = \varepsilon_{0,95} \cdot M_e = \varepsilon_{0,95} \cdot I \cdot \left( \frac{l}{1000} \right) = 2,4717 \cdot 21,60 \cdot \left( \frac{33}{1000} \right) = 1,762V$$

$$\Delta V_{C.S.2^{\circ} \text{ Centro}} = \Delta V_{\text{tramo } C.S.2^{\circ} \text{ Centro}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} \text{ Centro}} = 1,762 + 3,65 = 5,412V$$

$$\rightarrow \Delta V_{C.S.2^{\circ} \text{ Centro}} (\%) = \frac{5,412 \cdot 100}{400} = 2,35\%$$

Lo que representa un 2,35 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 2,56\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 2,13\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{C.S.2^{\circ} \text{ Centro}} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{33 \cdot 1000}{56 \cdot 16} = 36,83m\Omega$$

$$X_{C.S.2^{\circ} \text{ Centro}} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 33 \cdot \frac{(2,13 - 0,8 \cdot 2,56)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 2,604m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{C.S.2^{\circ} \text{ Centro}} + R_{C.S.1^{\circ} \text{ Centro}} = 36,83 + 7,848 = 44,678m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{C.S.2^{\circ} \text{ Centro}} + X_{C.S.1^{\circ} \text{ Centro}} = 2,604 + 17,777 = 20,381m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 44,678 + 20,381j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{44,678^2 + 20,381^2} = 49,107m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 49,107} = 4937,95A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C40/4 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 28700 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 4937,95$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 28700 < (143 \cdot 16)^2 \rightarrow 28700 < 5234944$$

○ **Línea Cuadro Secundario 2ª Planta Derecha.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en 3F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 400 V.
- Longitud: 53 m.
- Potencia Instalada: 8860 W.
- $\cos \varphi$ : 0,95.
- Potencia de Cálculo: 11377 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{11377}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 17,29 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 10 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 16 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C4, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 96 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 17,29 \leq 96 \cdot 0,91 \rightarrow 17,29 \leq 87,36$$

Por lo que la sección de 16 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo } C.S.2^{\circ} \text{ Dcha}} = \varepsilon_{0,95} \cdot M_e = \varepsilon_{0,95} \cdot I \cdot \left( \frac{l}{1000} \right) = 2,4717 \cdot 17,29 \cdot \left( \frac{53}{1000} \right) = 2,264V$$

$$\Delta V_{C.S.2^{\circ} \text{ Dcha}} = \Delta V_{\text{tramo } C.S.2^{\circ} \text{ Dcha}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} \text{ Centro}} = 2,264 + 3,65 = 5,914V$$

$$\rightarrow \Delta V_{C.S.2^{\circ} \text{ Dcha}} (\%) = \frac{5,914 \cdot 100}{400} = 2,57\%$$

Lo que representa un 2,57 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 2,56\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 2,13\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{C.S.2^{\circ} \text{ Dcha}} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{53 \cdot 1000}{56 \cdot 16} = 59,152m\Omega$$

$$X_{C.S.2^{\circ} \text{ Dcha}} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 53 \cdot \frac{(2,13 - 0,8 \cdot 2,56)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 4,182m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{C.S.2^{\circ} \text{ Dcha}} + R_{C.S.1^{\circ} \text{ Centro}} = 59,152 + 7,848 = 67,000m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{C.S.2^{\circ} \text{ Dcha}} + X_{C.S.1^{\circ} \text{ Centro}} = 4,182 + 17,777 = 21,959m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 67,000 + 21,959j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{67^2 + 21,959^2} = 70,506m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 70,506} = 3439,24A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C40/4 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 20100 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 3439,24$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 20100 < (143 \cdot 16)^2 \rightarrow 20100 < 5234944$$

○ **Línea Cuadro Secundario 3ª Planta Centro.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en 3F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 400 V.
- Longitud: 36 m.
- Potencia Instalada: 4972 W.
- $\cos \varphi$ : 0,95.
- Potencia de Cálculo: 6914 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{6914}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 10,50 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 16 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 16 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C4, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 96 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 10,50 \leq 96 \cdot 0,91 \rightarrow 10,50 \leq 87,36$$

Por lo que la sección de 16 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo C.S.3ª Centro}} = \varepsilon_{0,95} \cdot M_e = \varepsilon_{0,95} \cdot I \cdot \left( \frac{l}{1000} \right) = 2,4717 \cdot 10,50 \cdot \left( \frac{36}{1000} \right) = 0,935 \text{ V}$$

$$\Delta V_{\text{C.S.3ª Centro}} = \Delta V_{\text{tramo C.S.3ª Centro}} + \Delta V_{\text{C.S.1ª Centro}} = 0,935 + 3,65 = 4,585 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{C.S.3^{\circ}Centro} (\%) = \frac{4,585 \cdot 100}{400} = 1,99\%$$

Lo que representa un 1,99 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 2,56\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 2,13\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{C.S.3^{\circ}Centro} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{36 \cdot 1000}{56 \cdot 16} = 40,179 m\Omega$$

$$X_{C.S.3^{\circ}Centro} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 36 \cdot \frac{(2,13 - 0,8 \cdot 2,56)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 2,841 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{C.S.3^{\circ}Centro} + R_{C.S.1^{\circ}Centro} = 40,179 + 7,848 = 48,027 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{C.S.3^{\circ}Centro} + X_{C.S.1^{\circ}Centro} = 2,841 + 17,777 = 20,618 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 48,027 + 20,618j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{48,027^2 + 20,618^2} = 52,264 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 52,264} = 4639,62 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C32/4 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 25300 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 4639,62$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 25300 < (143 \cdot 16)^2 \rightarrow 25300 < 5234944$$

#### o **Línea Cuadro Secundario 3ª Planta Derecha.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en 3F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 400 V.
- Longitud: 56 m.
- Potencia Instalada: 4248 W.
- $\cos \varphi$ : 0,95.
- Potencia de Cálculo: 6262 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{6262}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 9,51 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 16 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

#### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 16 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C4, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 96 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 9,51 \leq 96 \cdot 0,91 \rightarrow 9,51 \leq 87,36$$

Por lo que la sección de 16 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

#### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo C.S.3ª Dcha}} = \varepsilon_{0,95} \cdot M_e = \varepsilon_{0,95} \cdot I \cdot \left( \frac{l}{1000} \right) = 2,4717 \cdot 9,51 \cdot \left( \frac{56}{1000} \right) = 1,317 \text{ V}$$

$$\Delta V_{\text{C.S.3ª Dcha}} = \Delta V_{\text{tramo C.S.3ª Dcha}} + \Delta V_{\text{C.S.1ª Centro}} = 1,317 + 3,65 = 4,967 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{\text{C.S.3ª Dcha}} (\%) = \frac{4,967 \cdot 100}{400} = 2,16\%$$

Lo que representa un 2,16 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido

por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 2,56\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 2,13\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{C.S.3^a Dcha} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{56 \cdot 1000}{56 \cdot 16} = 62,5 m\Omega$$

$$X_{C.S.3^a Dcha} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 36 \cdot \frac{(2,13 - 0,8 \cdot 2,56)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 4,419 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{C.S.3^a Dcha} + R_{C.S.1^a Centro} = 62,5 + 7,848 = 70,348 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{C.S.3^a Dcha} + X_{C.S.1^a Centro} = 4,419 + 17,777 = 22,195 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 70,348 + 22,195j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{70,348^2 + 22,195^2} = 73,766 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 73,766} = 3287,25 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C32/4 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 18700 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 3287,25$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 18700 < (143 \cdot 16)^2 \rightarrow 18700 < 5234944$$

#### o **Línea Cuadro Secundario 4ª Planta Centro.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en 3F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 400 V.
- Longitud: 39 m.

- Potencia Instalada: 5932 W.
- $\cos \varphi$ : 0,95.
- Potencia de Cálculo: 7874 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{7874}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 11,96 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 16 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 16 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C4, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 96 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 11,96 \leq 96 \cdot 0,91 \rightarrow 11,96 \leq 87,36$$

Por lo que la sección de 16 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo C.S.4}^\circ \text{Centro}} = \varepsilon_{0,95} \cdot M_e = \varepsilon_{0,95} \cdot I \cdot \left( \frac{l}{1000} \right) = 2,4717 \cdot 11,96 \cdot \left( \frac{39}{1000} \right) = 1,153 \text{ V}$$

$$\Delta V_{\text{C.S.4}^\circ \text{Centro}} = \Delta V_{\text{tramo C.S.4}^\circ \text{Centro}} + \Delta V_{\text{C.S.1}^\circ \text{Centro}} = 1,153 + 3,65 = 4,803 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{\text{C.S.4}^\circ \text{Centro}} (\%) = \frac{4,803 \cdot 100}{400} = 2,09\%$$

Lo que representa un 2,09 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo

del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 2,56\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 2,13\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{C.S.4^a Centro} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{39 \cdot 1000}{56 \cdot 16} = 43,527 m\Omega$$

$$X_{C.S.4^a Centro} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 39 \cdot \frac{(2,13 - 0,8 \cdot 2,56)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 3,077 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{C.S.4^a Centro} + R_{C.S.1^a Centro} = 43,527 + 7,848 = 51,375 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{C.S.4^a Centro} + X_{C.S.1^a Centro} = 3,077 + 17,777 = 20,854 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 51,375 + 20,854j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{51,375^2 + 20,854^2} = 55,446 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 55,446} = 4373,43 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C32/4 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 22800 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 4373,43$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 22800 < (143 \cdot 16)^2 \rightarrow 22800 < 5234944$$

o **Línea Cuadro Secundario 4ª Planta Derecha.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en 3F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 400 V.
- Longitud: 59 m.
- Potencia Instalada: 5304 W.
- cos φ: 0,95.
- Potencia de Cálculo: 7749 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{7749}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 11,77 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 16 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 16 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C4, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 96 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. prevista} \leq I_{m\acute{a}x. adm. C.E.} \cdot K \rightarrow 11,77 \leq 96 \cdot 0,91 \rightarrow 11,77 \leq 87,36$$

Por lo que la sección de 16 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{tramo C.S.4^{\circ} Dcha} = \varepsilon_{0,95} \cdot M_e = \varepsilon_{0,95} \cdot I \cdot \left( \frac{l}{1000} \right) = 2,4717 \cdot 11,77 \cdot \left( \frac{59}{1000} \right) = 1,717V$$

$$\Delta V_{C.S.4^{\circ} Dcha} = \Delta V_{tramo C.S.4^{\circ} Dcha} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} Centro} = 1,717 + 3,65 = 5,367V$$

$$\rightarrow \Delta V_{C.S.4^{\circ} Dcha} (\%) = \frac{5,367 \cdot 100}{400} = 2,33\%$$

Lo que representa un 2,33 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 2,56 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 2,13 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores

de,

$$R_{C.S.4^a Dcha} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{59 \cdot 1000}{56 \cdot 16} = 65,848 m\Omega$$

$$X_{C.S.4^a Dcha} = l \cdot \frac{(\epsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \epsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 56 \cdot \frac{(2,13 - 0,8 \cdot 2,56)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 4,655 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{C.S.4^a Dcha} + R_{C.S.1^a Centro} = 65,848 + 7,848 = 73,696 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{C.S.4^a Dcha} + X_{C.S.1^a Centro} = 4,655 + 17,777 = 22,432 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 73,696 + 22,432j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{73,696^2 + 22,432^2} = 77,034 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 400 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 77,034} = 3147,79 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C32/4 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 16400 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 3147,79$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 16400 < (143 \cdot 16)^2 \rightarrow 16400 < 5234944$$

○ **Alumbrado 9 (Al 9).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 4 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 81 m (35m + 10m + 18m + 18m).
- Potencia Instalada: 464 W.
- cos φ: 0,9.
- Potencia de Cálculo: 464·1,8·0,9 = 752 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{752}{230 \cdot 0,9} = 3,63 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 3,63 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 3,63 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAl9} = M_{e\text{tramo1}} + M_{e\text{tramo2}} + M_{e\text{tramo3}} + M_{e\text{tramo4}} = 0,91 \cdot (35 + 45 + 63 + 81) = 203,4 \text{ A} \cdot \text{m} = 0,2034 \text{ A} \cdot \text{km}$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl9}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl9}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,2034}{\sqrt{3}} = 3,964 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{\text{V}}{\text{A} \cdot \text{km}}$$

$$\Delta V_{Al9} = \Delta V_{\text{tramoAl9}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 3,964 + 5,993 = 9,957 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{Al9} (\%) = \frac{9,957 \cdot 100}{230} = 4,33\%$$

Lo que representa un 4,33 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{A19} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{81 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 578,571 m\Omega$$

$$X_{A19} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 81 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 10,398 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{A19} + R_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 578,571 + 63,651 = 642,222 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{A19} + X_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 10,398 + 21,722 = 32,120 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 642,222 + 32,120j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{642,222^2 + 32,120^2} = 643,025 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 643,025} = 216,83 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de  $842 A^2 \cdot s$ . Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 216,83$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 842 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 842 < 127806$$

o **Alumbrado 10 (Al 10).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 6 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 82 m.
- Potencia Instalada: 696 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $696 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 1128 W$ .

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1128}{230 \cdot 0,9} = 5,45 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 5,45 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 5,45 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eA110} = M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} = 1,82 \cdot 20 + 2,72 \cdot 28 + 0,91 \cdot 58 = 165,3 \text{ A} \cdot \text{m} = 0,1653 \text{ A} \cdot \text{km}$$

$$\Delta V_{\text{tramoA110}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eA110}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,1653}{\sqrt{3}} = 3,221 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{\text{V}}{\text{A} \cdot \text{km}}$$

$$\Delta V_{A110} = \Delta V_{\text{tramoA110}} + \Delta V_{C.S.1^{\text{a}}Dcha} = 3,221 + 5,993 = 9,214 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{A110} (\%) = \frac{9,214 \cdot 100}{230} = 4,01\%$$

Lo que representa un 4,01 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo

del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al10} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{82 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 585,714 m\Omega$$

$$X_{Al10} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 82 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 10,526 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al10} + R_{C.S.1^a Dcha} = 585,714 + 63,651 = 649,365 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al10} + X_{C.S.1^a Dcha} = 10,526 + 21,722 = 32,248 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eqj} = 649,365 + 32,248j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{649,365^2 + 32,248^2} = 650,166 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 650,166} = 214,45 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 840 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 214,45$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 840 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 840 < 127806$$

○ **Alumbrado 11 (Al 11).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 4 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 76 m (35m + 5m + 18m +18m).
- Potencia Instalada: 464 W.
- cos φ: 0,9.

- Potencia de Cálculo:  $464 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 752 \text{ W}$ .

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{752}{230 \cdot 0,9} = 3,63 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de  $40^\circ\text{C}$ , se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 3,63 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 3,63 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eA111} = M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} + M_{e_{\text{tramo4}}} = 0,91 \cdot (35 + 40 + 58 + 76) = 189,8 \text{ A} \cdot \text{m} = 0,1898 \text{ A} \cdot \text{km}$$

$$\Delta V_{\text{tramoA111}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eA111}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,1898}{\sqrt{3}} = 3,698 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{\text{V}}{\text{A} \cdot \text{km}}$$

$$\Delta V_{A111} = \Delta V_{\text{tramoA111}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 3,698 + 5,993 = 9,692 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{A111}(\%) = \frac{9,692 \cdot 100}{230} = 4,21\%$$

Lo que representa un 4,21 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al11} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{76 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 542,857 m\Omega$$

$$X_{Al11} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 76 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 9,756 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al11} + R_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 542,857 + 63,651 = 606,508 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al11} + X_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 9,756 + 21,722 = 31,478 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 606,508 + 31,478j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{606,508^2 + 31,478^2} = 607,325 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 607,325} = 229,58 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 849 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 229,58$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}n\text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 849 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 849 < 127806$$

#### o Alumbrado 12 (Al 12).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 3 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 79 m (50m + 10m + 19m).

- Potencia Instalada: 348 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $348 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 564$  W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{564}{230 \cdot 0,9} = 2,72 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

#### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de  $40^\circ\text{C}$ , se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 2,72 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 2,72 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , cumple el Criterio Térmico.

#### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAl12} = M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} = 0,91 \cdot (50 + 60 + 79) = 171,7 \text{ A} \cdot \text{m} = 0,1717 \text{ A} \cdot \text{km}$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl12}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl12}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,1717}{\sqrt{3}} = 3,344 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{\text{V}}{\text{A} \cdot \text{km}}$$

$$\Delta V_{Al12} = \Delta V_{\text{tramoAl12}} + \Delta V_{\text{C.S.1}^\circ \text{Dcha}} = 3,344 + 5,993 = 9,337 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{Al12} (\%) = \frac{9,337 \cdot 100}{230} = 4,06\%$$

Lo que representa un 4,06 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido

por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al12} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{79 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 564,286 m\Omega$$

$$X_{Al12} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 79 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 10,141 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al12} + R_{C.S.1^a Dcha} = 564,286 + 63,651 = 627,937 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al12} + X_{C.S.1^a Dcha} = 10,141 + 21,722 = 31,863 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 627,937 + 31,863j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{627,937^2 + 31,863^2} = 628,745 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 628,745} = 221,76 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 844 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 221,76$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 844 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 844 < 127806$$

#### o Alumbrado 13 (Al 13).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 7 pantallas de 2x58 W cada una.

- Tensión: 230 V.
- Longitud: 81 m.
- Potencia Instalada: 812 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $812 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 1315$  W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1315}{230 \cdot 0,9} = 6,35 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de  $40^\circ\text{C}$ , se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 6,35 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 6,35 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAl13} = M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} + M_{e_{\text{tramo4}}} =$$

$$= 0,91 \cdot 12 + 3,63 \cdot 30 + 0,91 \cdot 47 + 0,91 \cdot 65 = 221,6 \text{ A} \cdot \text{m} = 0,2216 \text{ A} \cdot \text{km}$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl13}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl13}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,2216}{\sqrt{3}} = 4,318 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{\text{V}}{\text{A} \cdot \text{km}}$$

$$\Delta V_{Al13} = \Delta V_{\text{tramoAl13}} + \Delta V_{\text{C.S.1ª Dcha}} = 4,318 + 5,993 = 10,331 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{A113}(\%) = \frac{10,331 \cdot 100}{230} = 4,48\%$$

Lo que representa un 4,48 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{A113} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{81 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 578,571 m\Omega$$

$$X_{A113} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 81 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 10,398 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{A113} + R_{C.S.1^a Dcha} = 578,571 + 63,651 = 642,222 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{A113} + X_{C.S.1^a Dcha} = 10,398 + 21,722 = 32,120 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 642,222 + 32,120j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{642,222^2 + 32,120^2} = 643,025 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 643,025} = 216,83 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 842 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 216,83$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 842 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 842 < 127806$$

#### o Alumbrado 14 (Al 14).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.

- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 3 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 76 m (40m + 18m + 18m).
- Potencia Instalada: 348 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $348 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 564$  W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{564}{230 \cdot 0,9} = 2,72 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 2,72 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 2,72 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAl14} = M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} = 0,91 \cdot (40 + 58 + 76) = 158 \text{ A} \cdot \text{m} = 0,158 \text{ A} \cdot \text{km}$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl14}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl14}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,158}{\sqrt{3}} = 3,079 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{Al14} = \Delta V_{tramoAl14} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 3,079 + 5,993 = 9,072V$$

$$\rightarrow \Delta V_{Al14} (\%) = \frac{9,072 \cdot 100}{230} = 3,94\%$$

Lo que representa un 3,94 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al14} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{76 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 542,857 m\Omega$$

$$X_{Al14} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 76 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 9,756 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al14} + R_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 542,857 + 63,651 = 606,508 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al14} + X_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 9,756 + 21,722 = 31,478 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 606,508 + 31,478j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{606,508^2 + 31,478^2} = 607,325 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 607,325} = 229,58 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 849 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 229,58$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}n\text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 849 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 849 < 127806$$

o **Alumbrado 15 (Al 15).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 4 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 70 m (20m + 14m + 18m + 18m).
- Potencia Instalada: 464 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $464 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 752$  W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{752}{230 \cdot 0,9} = 3,63 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 3,63 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 3,63 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$\begin{aligned}
 M_{eAl15} &= M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} = \\
 &= 0,91 \cdot (20 + 34 + 52 + 70) = 159,8A \cdot m = 0,1598A \cdot km \\
 \Delta V_{tramoAl15} &= \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl15}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,1598}{\sqrt{3}} = 3,114V \\
 \varepsilon_{0,9} &= \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{V}{A \cdot km} \\
 \Delta V_{Al15} &= \Delta V_{tramoAl15} + \Delta V_{C.S.1^a Dcha} = 3,114 + 5,993 = 9,107V \\
 \rightarrow \Delta V_{Al15}(\%) &= \frac{9,107 \cdot 100}{230} = 3,96\%
 \end{aligned}$$

Lo que representa un 3,96 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$\begin{aligned}
 R_{Al15} &= \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{70 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 500m\Omega \\
 X_{Al15} &= l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 70 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 8,985m\Omega \\
 R_{eq} &= R_{Al15} + R_{C.S.1^a Dcha} = 500 + 63,651 = 563,651m\Omega \\
 X_{eq} &= X_{Al15} + X_{C.S.1^a Dcha} = 8,985 + 21,722 = 30,707m\Omega \\
 Z_{eq} &= R_{eq} + X_{eq}j = 563,651 + 30,707j \text{ (m}\Omega\text{)} \\
 |Z_{eq}| &= \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{563,651^2 + 30,707^2} = 564,487m\Omega \\
 I_{ccm\acute{a}x} &= \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 564,487} = 247A
 \end{aligned}$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 858 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 247$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 858 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 858 < 127806$$

o **Alumbrado 16 (Al 16).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 4 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 60 m (16m + 8m + 18m + 18m).
- Potencia Instalada: 464 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $464 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 752$  W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{752}{230 \cdot 0,9} = 3,63 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 3,63 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 3,63 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento

eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAl16} = M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} =$$

$$= 0,91 \cdot (16 + 24 + 42 + 60) = 128,9A \cdot m = 0,1289A \cdot km$$

$$\Delta V_{tramoAl16} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl16}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,1289}{\sqrt{3}} = 2,513V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{Al16} = \Delta V_{tramoAl16} + \Delta V_{C.S.1^a Dcha} = 2,513 + 5,993 = 8,506V$$

$$\rightarrow \Delta V_{Al16} (\%) = \frac{9,107 \cdot 100}{230} = 3,70\%$$

Lo que representa un 3,70 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,1 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{Al16} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{60 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 428,571 m\Omega$$

$$X_{Al16} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 60 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 7,702 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{Al16} + R_{C.S.1^a Dcha} = 428,571 + 63,651 = 492,222 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{Al16} + X_{C.S.1^a Dcha} = 7,702 + 21,722 = 29,424 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 492,222 + 29,424j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{492,222^2 + 29,424^2} = 493,101 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 493,101} = 282,76A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y

una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de  $872 \text{ A}^2\cdot\text{s}$ . Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 282,76$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 872 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 872 < 127806$$

o **Alumbrado Entrada Derecha (Al Ent. Der.).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 3 luminarias dicroicas y 1 aplique de pared de 60 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 50 m (25m + 15m + 5m + 5m).
- Potencia Instalada: 240 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 240 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{240}{230 \cdot 1} = 1,04 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de  $1,5 \text{ mm}^2$ , mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 17,5 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de  $40^\circ\text{C}$ , se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 1,04 \leq 17,5 \cdot 0,87 \rightarrow 1,04 \leq 15,225$$

Por lo que la sección de  $1,5 \text{ mm}^2$ , cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$\begin{aligned}
 M_{eAlEnt.Der.} &= M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} = \\
 &= 0,26 \cdot (25 + 40 + 45 + 50) = 41,7A \cdot m = 0,0417A \cdot km \\
 \Delta V_{tramoAlEnt.Der.} &= \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_{eAlEnt.Der.}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 28,8363 \cdot 0,0417}{\sqrt{3}} = 1,390V \\
 \Delta V_{AlEnt.Der.} &= \Delta V_{tramoAlEnt.Der.} + \Delta V_{C.S.1^aDcha} = 1,390 + 5,993 = 7,383V \\
 \rightarrow \Delta V_{AlEnt.Der.} (\%) &= \frac{7,383 \cdot 100}{230} = 3,21\%
 \end{aligned}$$

Lo que representa un 3,21 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 25,075 \cdot 1,15 = 28,8363\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 20,194 \cdot 1,15 = 23,2231\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$\begin{aligned}
 R_{AlEnt.Der.} &= \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{50 \cdot 1000}{56 \cdot 1,5} = 595,238m\Omega \\
 X_{AlEnt.Der.} &= l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 50 \cdot \frac{(23,2231 - 0,8 \cdot 28,8363)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 7,414m\Omega \\
 R_{eq} &= R_{AlEnt.Der.} + R_{C.S.1^aDerecha} = 595,238 + 63,651 = 658,889m\Omega \\
 X_{eq} &= X_{AlEnt.Der.} + X_{C.S.1^aDerecha} = 7,414 + 21,722 = 29,136m\Omega \\
 Z_{eq} &= R_{eq} + X_{eq}j = 658,889 + 29,136j \text{ (m}\Omega\text{)} \\
 |Z_{eq}| &= \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{658,889^2 + 29,136^2} = 659,533m\Omega \\
 I_{ccm\acute{a}x} &= \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 659,533} = 211,41A
 \end{aligned}$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y

una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de  $836 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$ . Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 211,41$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 836 < (115 \cdot 1,5)^2 \rightarrow 836 < 29756$$

o **Alumbrado Aseos 1ª Planta (Al.As.1).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 5 luminarias dicroicas de 60 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 30 m (10m + 5m + 5m + 5m + 5m).
- Potencia Instalada: 300 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 300 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{300}{230 \cdot 1} = 1,30 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de  $1,5 \text{ mm}^2$ , mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 17,5 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de  $40^\circ\text{C}$ , se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 1,30 \leq 17,5 \cdot 0,87 \rightarrow 1,30 \leq 15,225$$

Por lo que la sección de  $1,5 \text{ mm}^2$ , cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAlAs.1} = M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} + M_{e_{tramo5}} =$$

$$= 0,26 \cdot (10 + 15 + 20 + 25 + 30) = 26,1A \cdot m = 0,0261A \cdot km$$

$$\Delta V_{tramoAlAs.1} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_{eAlAs.1}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 28,8363 \cdot 0,0261}{\sqrt{3}} = 0,869V$$

$$\Delta V_{AlAs.1} = \Delta V_{tramoAlAs.1} + \Delta V_{C.S.1^aDcha} = 0,869 + 5,993 = 6,862V$$

$$\rightarrow \Delta V_{AlAs.1}(\%) = \frac{6,862 \cdot 100}{230} = 2,98\%$$

Lo que representa un 2,98 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 25,075 \cdot 1,15 = 28,8363\Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 20,194 \cdot 1,15 = 23,2231\Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{AlAs.1} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{30 \cdot 1000}{56 \cdot 1,5} = 357,143m\Omega$$

$$X_{AlAs.1} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 30 \cdot \frac{(23,2231 - 0,8 \cdot 28,8363)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 4,448m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{AlAs.1} + R_{C.S.1^aDerecha} = 357,143 + 63,651 = 420,794m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{AlAs.1} + X_{C.S.1^aDerecha} = 4,448 + 21,722 = 26,170m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eqj} = 420,794 + 26,170j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{420,794^2 + 26,170^2} = 421,607m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 421,607} = 330,71A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 921 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 318$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 921 < (115 \cdot 1,5)^2 \rightarrow 921 < 29756$$

o **Línea Cajas 2 (Cajas 2).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 10 m.
- Potencia Instalada: 1000 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo: 1000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1000}{230 \cdot 0,9} = 4,83A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} \leq I_{m\acute{a}x. \text{ adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 4,83 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 4,83 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramoCaja2}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 15,9654 \cdot 4,83 \cdot \left(\frac{10}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 0,891V$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,1957 \cdot 0,9 + 0,1219 \cdot 0,43) = 15,9654 \frac{V}{A \cdot km}$$

$$\Delta V_{\text{Caja2}} = \Delta V_{\text{tramoCaja2}} + \Delta V_{\text{C.S.1ªDcha}} = 0,891 + 5,993 = 6,884V$$

$$\rightarrow \Delta V_{\text{Caja2}}(\%) = \frac{6,884 \cdot 100}{230} = 2,99\%$$

Lo que representa un 2,99 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{\text{Caja2}} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{10 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 71,429 m\Omega$$

$$X_{\text{Caja2}} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 10 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 1,219 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{\text{Caja2}} + R_{\text{C.S.1ªDcha}} = 71,429 + 63,651 = 135,08 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{\text{Caja2}} + X_{\text{C.S.1ªDcha}} = 1,219 + 21,722 = 22,941 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 135,08 + 22,941j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{135,08^2 + 22,941^2} = 137,014 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 137,014} = 1017,63A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y

una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 3200 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 1017,63$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 3200 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 3200 < 82656$$

○ **Usos Varios Aseos 1ª Planta (U.V.As.1).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 10 m.
- Potencia Instalada: 1500 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 1500 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{\text{c\acute{a}lculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1500}{230 \cdot 1} = 6,52 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} \leq I_{m\acute{a}x. \text{ adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 6,52 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 6,52 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo } U.V.As.1} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 6,52 \cdot \left(\frac{10}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 1,330V$$

$$\Delta V_{U.V.As.1} = \Delta V_{\text{tramo } U.V.As.1} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 1,330 + 5,993 = 7,323V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.As.1} (\%) = \frac{7,323 \cdot 100}{230} = 3,18\%$$

Lo que representa un 3,18 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.As.1} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{10 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 71,429 m\Omega$$

$$X_{U.V.As.1} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 10 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 1,219 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.As.1} + R_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 71,429 + 63,651 = 135,08 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.As.1} + X_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 1,219 + 21,722 = 22,941 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 135,08 + 22,941j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{135,08^2 + 22,941^2} = 137,014 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 137,014} = 1017,63A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 3200 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 1017,63$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 3200 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 3200 < 82656$$

○ **Usos Varios Central de Incendios (U.V.C.I.).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 35 m.
- Potencia Instalada: 1000 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 1000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1000}{230 \cdot 1} = 4,35 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 4,35 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 4,35 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V.C.I.}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 4,35 \cdot \left(\frac{35}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 3,103V$$

$$\Delta V_{U.V.C.I.} = \Delta V_{\text{tramo U.V.C.I.}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 3,103 + 5,993 = 9,096V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V.C.I.} (\%) = \frac{9,096 \cdot 100}{230} = 3,96\%$$

Lo que representa un 3,96 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.C.I.} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{35 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 250 m\Omega$$

$$X_{U.V.C.I.} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 35 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 4,268 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.C.I.} + R_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 250 + 63,651 = 313,651 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.C.I.} + X_{C.S.1^{\circ}Dcha} = 4,268 + 21,722 = 25,990 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 313,651 + 25,990j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{313,651^2 + 25,990^2} = 314,726 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 314,726} = 443,02A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1150 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 443,02$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 1150 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 1150 < 82656$$

○ **U.V.P-6.**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 20 m.
- Potencia Instalada: 1400 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 1400 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1400}{230 \cdot 1} = 6,09 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 6,09 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 6,09 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V.P-6}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 18,6645 \cdot 6,09 \cdot \left(\frac{20}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 2,624 \text{ V}$$

$$\Delta V_{\text{U.V.P-6}} = \Delta V_{\text{tramo U.V.P-6}} + \Delta V_{\text{C.S.1ª Dcha}} = 2,624 + 5,993 = 8,617 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{\text{U.V.P-6}} (\%) = \frac{8,617 \cdot 100}{230} = 3,75\%$$

Lo que representa un 3,75 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 16,23 \cdot 1,15 = 18,6645 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 13,10 \cdot 1,15 = 15,065 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.P-6} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{20 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 142,857 m\Omega$$

$$X_{U.V.P-6} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 20 \cdot \frac{(15,065 - 0,8 \cdot 18,6645)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 2,567 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.P-6} + R_{C.S.1^a Dcha} = 142,857 + 63,651 = 206,508 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.P-6} + X_{C.S.1^a Dcha} = 2,567 + 21,722 = 24,289 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eq}j = 206,508 + 24,289j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{206,508^2 + 24,289^2} = 207,932 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 207,932} = 670,56 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1700 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 670,56$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 1700 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 1700 < 127806$$

#### o Usos Varios Puerta 6 (U.V.Puerta-6).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.

- Longitud: 20 m.
- Potencia Instalada: 460 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 460 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{460}{230 \cdot 1} = 2A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

#### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 2 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 2 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

#### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramo U.V. Puerta-6}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 2 \cdot \left(\frac{20}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 0,816V$$

$$\Delta V_{U.V. Puerta-6} = \Delta V_{\text{tramo U.V. Puerta-6}} + \Delta V_{C.S.1^{\circ} Dcha} = 0,816 + 5,993 = 6,809V$$

$$\rightarrow \Delta V_{U.V. Puerta-6} (\%) = \frac{6,809 \cdot 100}{230} = 2,96\%$$

Lo que representa un 2,96 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Dadas las características del cable (tipo, sección y longitud), se obtienen del catálogo del fabricante los siguientes datos:

$$\varepsilon_1 = 15,356 \cdot 1,15 = 17,6594 \Omega / km \quad \varepsilon_{0,8} = 12,395 \cdot 1,15 = 14,25425 \Omega / km$$

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3, obtenemos para este cable unos valores de,

$$R_{U.V.Puerta-6} = \frac{l \cdot 1000}{56 \cdot s} = \frac{20 \cdot 1000}{56 \cdot 2,5} = 142,857 m\Omega$$

$$X_{U.V.Puerta-6} = l \cdot \frac{(\varepsilon_{0,8} - 0,8 \cdot \varepsilon_1)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 20 \cdot \frac{(14,25425 - 0,8 \cdot 17,6594)}{0,6 \cdot \sqrt{3}} = 2,439 m\Omega$$

$$R_{eq} = R_{U.V.Puerta-6} + R_{C.S.1^a Dcha} = 142,857 + 64,651 = 206,508 m\Omega$$

$$X_{eq} = X_{U.V.Puerta-6} + X_{C.S.1^a Dcha} = 2,439 + 21,722 = 24,161 m\Omega$$

$$Z_{eq} = R_{eq} + X_{eqj} = 206,508 + 24,161j \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$|Z_{eq}| = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2} = \sqrt{206,508^2 + 24,161^2} = 207,917 m\Omega$$

$$I_{ccm\acute{a}x} = \frac{c \cdot U \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|} = \frac{1,05 \cdot 230 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 207,917} = 670,61 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1700 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 670,61$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 1700 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 1700 < 82656$$

#### o Alumbrado 17 (Al 17).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 5 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 82 m (20m + 15m + 15m + 15m + 17m).
- Potencia Instalada: 580 W.

-  $\cos \varphi$ : 0,9.

- Potencia de Cálculo:  $580 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 940 \text{ W}$ .

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{940}{230 \cdot 0,9} = 4,54 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de  $40^\circ\text{C}$ , se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 4,54 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4,54 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$\begin{aligned} M_{eA117} &= M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} + M_{e_{\text{tramo4}}} + M_{e_{\text{tramo5}}} = \\ &= 0,91 \cdot (20 + 35 + 50 + 65 + 82) = 228,9 \text{ A} \cdot \text{m} = 0,2289 \text{ A} \cdot \text{km} \end{aligned}$$

$$\Delta V_{\text{tramoA117}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eA117}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,2289}{\sqrt{3}} = 4,459 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{0,9} = \sqrt{3}(10,7760 \cdot 0,9 + 0,1284 \cdot 0,43) = 16,8737 \frac{\text{V}}{\text{A} \cdot \text{km}}$$

$$\Delta V_{A117} = \Delta V_{\text{tramoA117}} + \Delta V_{C.S.2^\circ \text{Centro}} = 4,459 + 5,413 = 9,872 \text{ V}$$

$$\rightarrow \Delta V_{A117} (\%) = \frac{9,872 \cdot 100}{230} = 4,29\%$$

Lo que representa un 4,29 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido

por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3 dadas las características del cable (tipo, sección y longitud) y haciéndolo como en los circuitos anteriores, obtenemos los valores siguientes

$$\left. \begin{aligned} R_{Al17} &= 585,714m\Omega; \quad X_{Al17} = 10,526m\Omega \\ R_{eq} &= R_{Al17} + R_{C.S.2^{\circ}Centro} = 630,392m\Omega \\ \rightarrow / Z_{eq} / &= 631,149m\Omega \rightarrow I_{ccm\acute{a}x} = 220,91A \\ X_{eq} &= X_{Al17} + X_{C.S.2^{\circ}Centro} = 30,906m\Omega \end{aligned} \right\}$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 843 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 220,91$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 843 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 843 < 127806$$

#### o **Alumbrado 18 (Al 18).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 4 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 55 m (9m + 3m + 25m + 18m).
- Potencia Instalada: 464 W.
- cos φ: 0,9.
- Potencia de Cálculo: 464·1,8·0,9 = 752 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. \text{ prevista}} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{752}{230 \cdot 0,9} = 3,63A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 3,63 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 3,63 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$\begin{aligned} M_{eA118} &= M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} + M_{e_{\text{tramo4}}} = \\ &= 0,91 \cdot (9 + 12 + 37 + 55) = 102,6A \cdot m = 0,1026A \cdot km \\ \Delta V_{\text{tramoA118}} &= \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eA118}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,1026}{\sqrt{3}} = 2V \end{aligned}$$

$$\Delta V_{A118} = \Delta V_{\text{tramoA118}} + \Delta V_{C.S.2^{\circ}Centro} = 7,412V \rightarrow \Delta V_{A118}(\%) = 3,22\%$$

Lo que representa un 3,22 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3 dadas las características del cable (tipo, sección y longitud) y haciéndolo como en los circuitos anteriores, obtenemos los valores siguientes

$$\left. \begin{aligned} R_{A118} &= 392,857m\Omega; X_{A118} = 7,060m\Omega \\ R_{eq} &= R_{A118} + R_{C.S.2^{\circ}Centro} = 437,535m\Omega \\ X_{eq} &= X_{A118} + X_{C.S.2^{\circ}Centro} = 27,441m\Omega \end{aligned} \right\} \rightarrow |Z_{eq}| = 438,395m\Omega \rightarrow I_{ccmáx} = 318,05A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de  $920 \text{ A}^2\cdot\text{s}$ . Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 318,05$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 920 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 920 < 127806$$

o **Alumbrado 19 (Al 19).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 5 pantallas de  $2 \times 58 \text{ W}$  cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 77 m.
- Potencia Instalada: 580 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $580 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 940 \text{ W}$ .

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{940}{230 \cdot 0,9} = 4,54 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de  $2,5 \text{ mm}^2$ , mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de  $40^\circ\text{C}$ , se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 4,54 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4,54 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAl19} = M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} =$$

$$= 1,82 \cdot 8 + 0,91 \cdot (23 + 51 + 66) = 141,7 A \cdot m = 0,1417 A \cdot km$$

$$\Delta V_{tramoAl19} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl19}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,1417}{\sqrt{3}} = 2,761 V$$

$$\Delta V_{Al19} = \Delta V_{tramoAl19} + \Delta V_{C.S.2^a Centro} = 8,173 V \rightarrow \Delta V_{Al19} (\%) = 3,55\%$$

Lo que representa un 3,55 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3 dadas las características del cable (tipo, sección y longitud) y haciéndolo como en los circuitos anteriores, obtenemos los valores siguientes

$$\left. \begin{aligned} R_{Al19} &= 550 m\Omega ; X_{Al19} = 9,884 m\Omega \\ R_{eq} &= R_{Al19} + R_{C.S.2^a Centro} = 594,678 m\Omega \\ X_{eq} &= X_{Al19} + X_{C.S.2^a Centro} = 30,265 m\Omega \end{aligned} \right\} \rightarrow |Z_{eq}| = 595,447 m\Omega \rightarrow I_{ccm\acute{a}x} = 234,16 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 851 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 234,16$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} pasante} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 851 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 851 < 127806$$

### o Alumbrado 20 (Al 20).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.

- Este alumbrado alimenta a 4 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 77 m.
- Potencia Instalada: 464 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $464 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 752$  W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{752}{230 \cdot 0,9} = 3,63 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

#### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 3,63 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 3,63 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

#### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAl20} = M_{e\text{tramo1}} + M_{e\text{tramo2}} + M_{e\text{tramo3}} + M_{e\text{tramo4}} = \\ = 0,91 \cdot (28 + 42 + 70 + 77) = 197,1 \text{ A} \cdot \text{m} = 0,1971 \text{ A} \cdot \text{km}$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl20}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl20}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,1971}{\sqrt{3}} = 2,84 \text{ V}$$

$$\Delta V_{Al20} = \Delta V_{\text{tramoAl20}} + \Delta V_{C.S.2^\circ \text{Centro}} = 9,253 \text{ V} \rightarrow \Delta V_{Al20}(\%) = 4,02\%$$

Lo que representa un 4,02 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3 dadas las características del cable (tipo, sección y longitud) y haciéndolo como en los circuitos anteriores, obtenemos los valores siguientes

$$\left. \begin{aligned} R_{Al20} &= 550m\Omega ; X_{Al20} = 9,884m\Omega \\ R_{eq} &= R_{Al20} + R_{C.S.2^{\circ}Centro} = 594,678m\Omega \\ X_{eq} &= X_{Al20} + X_{C.S.2^{\circ}Centro} = 30,265m\Omega \end{aligned} \right\} \rightarrow |Z_{eq}| = 595,447m\Omega \rightarrow I_{ccm\acute{a}x} = 234,16A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 851 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 234,16$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} pasante} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 851 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 851 < 127806$$

#### o **Alumbrado 21 (Al 21).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 3 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 32 m.
- Potencia Instalada: 348 W.
- cos φ: 0,9.
- Potencia de Cálculo: 548·1,8·0,9 = 564 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{564}{230 \cdot 0,9} = 2,72A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 2,72 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 2,72 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAl21} = M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} = 0,91 \cdot (9 + 17 + 32) = 52,7 A \cdot m = 0,0527 A \cdot km$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl21}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl19}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,0527}{\sqrt{3}} = 1,026 V$$

$$\Delta V_{Al21} = \Delta V_{\text{tramoAl21}} + \Delta V_{C.S.2^{\text{a}}\text{Centro}} = 6,439 V \rightarrow \Delta V_{Al21} (\%) = 2,80\%$$

Lo que representa un 2,80 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3 dadas las características del cable (tipo, sección y longitud) y haciéndolo como en los circuitos anteriores, obtenemos los valores siguientes

$$\left. \begin{aligned} R_{Al21} &= 228,571 m\Omega ; X_{Al21} = 4,108 m\Omega \\ R_{eq} &= R_{Al21} + R_{C.S.2^{\text{a}}\text{Centro}} = 273,249 m\Omega \\ X_{eq} &= X_{Al21} + X_{C.S.2^{\text{a}}\text{Centro}} = 24,488 m\Omega \end{aligned} \right\} \rightarrow / Z_{eq} / = 274,344 m\Omega \rightarrow I_{ccmáx} = 508,23 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 1120 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 508,23$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a\ pasante} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 1120 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 1120 < 127806$$

o **Alumbrado 22 (Al 22).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 5 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 68 m.
- Potencia Instalada: 580 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $580 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 940$  W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{940}{230 \cdot 0,9} = 4,54 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. prevista} \leq I_{m\acute{a}x. adm. C.E.} \cdot K \rightarrow 4,54 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 4,54 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAl22} = M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} + M_{e_{tramo5}} =$$

$$= 0,91 \cdot (23 + 38 + 43 + 63 + 68) = 213,4A \cdot m = 0,2134A \cdot km$$

$$\Delta V_{tramoAl22} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl22}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,2134}{\sqrt{3}} = 4,158V$$

$$\Delta V_{Al22} = \Delta V_{tramoAl22} + \Delta V_{C.S.2^{\circ}Centro} = 9,571V \rightarrow \Delta V_{Al22} (\%) = 4,16\%$$

Lo que representa un 4,16 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3 dadas las características del cable (tipo, sección y longitud) y haciéndolo como en los circuitos anteriores, obtenemos los valores siguientes

$$\left. \begin{array}{l} R_{Al22} = 485,714m\Omega ; X_{Al22} = 8,729m\Omega \\ R_{eq} = R_{Al22} + R_{C.S.2^{\circ}Centro} = 530,392m\Omega \\ X_{eq} = X_{Al22} + X_{C.S.2^{\circ}Centro} = 29,109m\Omega \end{array} \right\} \rightarrow |Z_{eq}| = 531,19m\Omega \rightarrow I_{ccm\acute{a}x} = 262,49A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 883 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 262,49$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 883 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 883 < 127806$$

### o Alumbrado 23 (Al 23).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.

- Este alumbrado alimenta a 4 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 57 m.
- Potencia Instalada: 464 W.
- $\cos \varphi$ : 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $464 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 752$  W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{\text{máx. prevista}} = \frac{P_{\text{cálculo}}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{752}{230 \cdot 0,9} = 3,63 \text{ A}$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

#### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 3,63 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 3,63 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

#### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAl23} = M_{e\text{tramo1}} + M_{e\text{tramo2}} + M_{e\text{tramo3}} + M_{e\text{tramo4}} = \\ = 0,91 \cdot (9 + 12 + 42 + 57) = 109 \text{ A} \cdot \text{m} = 0,109 \text{ A} \cdot \text{km}$$

$$\Delta V_{\text{tramoAl23}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl23}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,109}{\sqrt{3}} = 2,123 \text{ V}$$

$$\Delta V_{Al23} = \Delta V_{\text{tramoAl23}} + \Delta V_{C.S.2^\circ \text{Centro}} = 7,536 \text{ V} \rightarrow \Delta V_{Al23} (\%) = 3,28\%$$

Lo que representa un 3,28 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3 dadas las características del cable (tipo, sección y longitud) y haciéndolo como en los circuitos anteriores, obtenemos los valores siguientes

$$\left. \begin{aligned} R_{Al23} &= 407,143m\Omega; X_{Al23} = 7,317m\Omega \\ R_{eq} &= R_{Al23} + R_{C.S.2^\circ Centro} = 451,821m\Omega \\ X_{eq} &= X_{Al23} + X_{C.S.2^\circ Centro} = 27,697m\Omega \end{aligned} \right\} \rightarrow /Z_{eq}/ = 452,669m\Omega \rightarrow I_{ccm\acute{a}x} = 308,02A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 911 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 308,02$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} pasante} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 911 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 911 < 127806$$

#### o **Alumbrado 24 (Al 24).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es RZ1-K (As) unipolar en bandeja continua.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 4 pantallas de 2x58 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 66 m.
- Potencia Instalada: 464 W.
- cos φ: 0,9.
- Potencia de Cálculo:  $464 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 752$  W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{752}{230 \cdot 0,9} = 3,63A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C2, columna 6 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 33 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,91 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 3,63 \leq 33 \cdot 0,91 \rightarrow 3,63 \leq 30,03$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$\begin{aligned} M_{eAl24} &= M_{e_{\text{tramo1}}} + M_{e_{\text{tramo2}}} + M_{e_{\text{tramo3}}} + M_{e_{\text{tramo4}}} = \\ &= 0,91 \cdot (26 + 46 + 61 + 66) = 180,7 A \cdot m = 0,1807 A \cdot km \\ \Delta V_{\text{tramoAl24}} &= \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_{eAl24}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 16,8737 \cdot 0,1807}{\sqrt{3}} = 3,521 V \end{aligned}$$

$$\Delta V_{Al24} = \Delta V_{\text{tramoAl24}} + \Delta V_{C.S.2^\circ \text{Centro}} = 8,934 V \rightarrow \Delta V_{Al24} (\%) = 3,88\%$$

Lo que representa un 3,28 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3 dadas las características del cable (tipo, sección y longitud) y haciéndolo como en los circuitos anteriores, obtenemos los valores siguientes

$$\left. \begin{aligned} R_{Al24} &= 471,429 m\Omega ; X_{Al24} = 8,472 m\Omega \\ R_{eq} &= R_{Al24} + R_{C.S.2^\circ \text{Centro}} = 516,106 m\Omega \\ X_{eq} &= X_{Al24} + X_{C.S.2^\circ \text{Centro}} = 28,853 m\Omega \end{aligned} \right\} \rightarrow |Z_{eq}| = 516,912 m\Omega \rightarrow I_{cmáx} = 269,74 A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccmáx}$  de 885 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccmáx} \rightarrow 6000 \geq 269,74$$

$$(I^2 \cdot t)_{energía\ pasante} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 885 < (143 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 885 < 127806$$

o **Alumbrado Escaleras Centro 1ª y 2ª Plantas (Al Esc. Cen.1-2).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 6 luminarias dicroicas y 2 apliques de pared de 60 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 39 m (3m+5m+3m+5m+5m+10m+5m+3m).
- Potencia Instalada: 480 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 480 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{máx.prevista} = \frac{P_{cálculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{480}{230 \cdot 1} = 2,09 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 17,5 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. prevista} \leq I_{m\acute{a}x.adm.C.E.} \cdot K \rightarrow 2,09 \leq 17,5 \cdot 0,87 \rightarrow 2,09 \leq 15,225$$

Por lo que la sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAlEsc.Cent.1-2} = M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} + M_{e_{tramo5}} + M_{e_{tramo6}} + M_{e_{tramo7}} + M_{e_{tramo8}} =$$

$$= 0,26 \cdot (3 + 8 + 11 + 16 + 21 + 31 + 36 + 39) = 43A \cdot m = 0,043A \cdot km$$

$$\Delta V_{tramoAlEsc.Cent.1-2} = \frac{2 \cdot \epsilon_1 \cdot M_{eAlEsc.Cent.1-2}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 28,8363 \cdot 0,043}{\sqrt{3}} = 1,433V$$

$$\Delta V_{AlEsc.Cent.1-2} = \Delta V_{tramoAlEsc.Cent.1-2} + \Delta V_{C.S.2^{\circ}Centro} = 6,846V \rightarrow \Delta V_{AlEsc.Cent.1-2} (\%) = 2,98\%$$

Lo que representa un 2,98 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3 dadas las características del cable (tipo, sección y longitud) y haciéndolo como en los circuitos anteriores, obtenemos los valores siguientes

$$\left. \begin{aligned} R_{AlEsc.Cent.1-2} &= 464,29m\Omega \\ X_{AlEsc.Cent.1-2} &= 5,78m\Omega \\ R_{eq} &= R_{AlEsc.Cent} + R_{C.S.2^{\circ}Centro} = 508,96m\Omega \\ X_{eq} &= X_{AlEsc.Cent} + X_{C.S.2^{\circ}Centro} = 26,16m\Omega \end{aligned} \right\} / Z_{eq} / = 509,64m\Omega \rightarrow I_{ccm\acute{a}x} = 273,59A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la I<sub>ccmáx</sub> de 888 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 273,59$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a pasante} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 888 < (115 \cdot 1,5)^2 \rightarrow 888 < 29756$$

○ **Alumbrado Escaleras Izquierda 1ª y 2ª Plantas (Al Esc. Izq.1-2).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Este alumbrado alimenta a 4 luminarias dicroicas y 2 apliques de pared de 60 W cada una.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 106 m (85m + 2m + 4m + 5m + 5m + 5m).
- Potencia Instalada: 360 W.
- $\cos \varphi$ : 1.
- Potencia de Cálculo: 360 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x.prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{360}{230 \cdot 1} = 1,57 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 17,5 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x.prevista} \leq I_{m\acute{a}x.adm.C.E.} \cdot K \rightarrow 1,57 \leq 17,5 \cdot 0,87 \rightarrow 1,57 \leq 15,225$$

Por lo que la sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

**2.- Criterio Caída de Tensión.**

Dadas las características del cable y la sección elegida, se calcula el momento eléctrico del conjunto de cargas que hay por el camino más desfavorable y la caída total del cable usa este momento eléctrico:

$$M_{eAlEsc.Izq.1-2} = M_{e_{tramo1}} + M_{e_{tramo2}} + M_{e_{tramo3}} + M_{e_{tramo4}} + M_{e_{tramo5}} + M_{e_{tramo6}} =$$

$$= 0,26 \cdot (85 + 87 + 91 + 96 + 101 + 106) = 147,7 A \cdot m = 0,1477 A \cdot km$$

$$\Delta V_{tramoAlEsc.Izq.1-2} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_{eAlEsc.Izq.1-2}}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 28,8363 \cdot 0,1477}{\sqrt{3}} = 4,916V$$

$$\Delta V_{AlEsc.Izq.1-2} = \Delta V_{tramoAlEsc.Izq.1-2} + \Delta V_{C.S.2^{\circ}Centro} = 10,329V \rightarrow \Delta V_{AlEsc.Izq.1-2} (\%) = 4,49\%$$

Lo que representa un 4,49 % de la tensión, valor inferior al 4,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3 dadas las características del cable (tipo, sección y longitud) y haciéndolo como en los circuitos anteriores, obtenemos los valores siguientes

$$\left. \begin{aligned} R_{AlEsc.Izq.1-2} &= 1261,91m\Omega \\ X_{AlEsc.Izq.1-2} &= 15,72m\Omega \\ R_{eq} &= R_{AlEsc.Izq.} + R_{C.S.2^{\circ}Centro} = 1306,58m\Omega \\ X_{eq} &= X_{AlEsc.Izq.} + X_{C.S.2^{\circ}Centro} = 36,10m\Omega \end{aligned} \right\} / Z_{eq} / = 1307,08m\Omega \rightarrow I_{ccm\acute{a}x} = 106,67A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C10/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 790 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 106,67$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a}a \text{ pasante}} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 790 < (115 \cdot 1,5)^2 \rightarrow 790 < 29756$$

#### o Usos Varios Cajas 3 (U.V.Caja3).

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 10 m.
- Potencia Instalada: 1000 W.
- cos φ: 0,9.

- Potencia de Cálculo: 1000 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x. prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1000}{230 \cdot 0,9} = 4,83 A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

### 1.- Criterio Térmico.

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{m\acute{a}x. prevista} \leq I_{m\acute{a}x. adm. C.E.} \cdot K \rightarrow 4,83 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 4,83 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

### 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{tramoCaja3} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_{0,9} \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 15,9654 \cdot 4,83 \cdot \left(\frac{10}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 0,891 V$$

$$\Delta V_{Caja3} = \Delta V_{tramoCaja3} + \Delta V_{C.S.2^{\circ}Centro} = 6,303 V \rightarrow \Delta V_{Caja3} (\%) = \frac{6,303 \cdot 100}{230} = 2,74\%$$

Lo que representa un 2,74 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

### 3.- Criterio Corto Circuito.

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3 dadas las características del cable (tipo, sección y longitud) y haciéndolo como en los circuitos anteriores, obtenemos los valores siguientes

$$\left. \begin{aligned} R_{U.V.Caja3} &= 71,43m\Omega; X_{Cajas3} = 1,22m\Omega \\ R_{eq} &= R_{U.V.Caja3} + R_{C.S.2^oCentro} = 116,106m\Omega \\ X_{eq} &= X_{U.V.Caja3} + X_{C.S.2^oCentro} = 21,60m\Omega \end{aligned} \right\} \rightarrow / Z_{eq} / = 118,10m\Omega; I_{ccm\acute{a}x} = 1180,63A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la  $I_{ccm\acute{a}x}$  de 3300 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccm\acute{a}x} \rightarrow 6000 \geq 1180,63$$

$$(I^2 \cdot t)_{energ\acute{a} pasante} < (I^2 \cdot t)_{adcond} \rightarrow 3300 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 3300 < 82656$$

o **Usos Varios Cámaras 2 (U.V.Cámaras2).**

El cable tiene las siguientes características:

- El cable es ES07Z1-K (As) unipolar en montaje superficial bajo tubo curvable.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con un conductor por fase.
- Tensión: 230 V.
- Longitud: 20 m.
- Potencia Instalada: 1840 W.
- cos φ: 1.
- Potencia de Cálculo: 1840 W.

En función de la potencia de cálculo y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo o máxima prevista:

$$I_{m\acute{a}x.prevista} = \frac{P_{c\acute{a}lculo}}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1840}{230 \cdot 1} = 8A$$

Una vez calculados todos los datos, se adopta para este cable, una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> y se comprueban que se cumplen los tres criterios para el diseño de la sección según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

**1.- Criterio Térmico.**

Según la Norma UNE 20.460 para este tipo de configuración de cable, montaje y sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, mirando en la tabla 52-C1, columna 4 de cobre, tiene una intensidad

máxima admisible en condiciones estándares de 24 A. Dada que la instalación se encuentra a una temperatura ambiente de 40°C, se le aplica un factor corrector de 0,87 según la tabla 52-D1 de la misma norma. Entonces.

$$I_{\text{máx. prevista}} \leq I_{\text{máx. adm. C.E.}} \cdot K \rightarrow 8 \leq 24 \cdot 0,87 \rightarrow 8 \leq 20,88$$

Por lo que la sección de 2,5 mm<sup>2</sup>, cumple el Criterio Térmico.

## 2.- Criterio Caída de Tensión.

Dadas las características del cable y la sección elegida, se analiza la caída de tensión:

$$\Delta V_{\text{tramoCámara2}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot M_e}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot \varepsilon_1 \cdot I \cdot \left(\frac{l}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 17,6594 \cdot 8 \cdot \left(\frac{20}{1000}\right)}{\sqrt{3}} = 3,263V$$

$$\Delta V_{\text{Cámara2}} = \Delta V_{\text{tramoCámara2}} + \Delta V_{\text{C.S.2ºCentro}} = 8,675V \rightarrow \Delta V_{\text{Cámara2}}(\%) = \frac{8,675 \cdot 100}{230} = 3,77\%$$

Lo que representa un 3,77 % de la tensión, valor inferior al 6,5% máximo permitido por lo que **cumple** el *Criterio de Caída de Tensión*.

## 3.- Criterio Corto Circuito.

Aplicando las fórmulas del apartado 2.3.3.3 dadas las características del cable (tipo, sección y longitud) y haciéndolo como en los circuitos anteriores, obtenemos los valores siguientes

$$\left. \begin{array}{l} R_{U.V.Cámaras2} = 142,86m\Omega ; \\ X_{U.V.Cámaras2} = 2,44m\Omega \\ R_{eq} = R_{U.V.Cámaras2} + R_{C.S.2ºCentro} = 187,54m\Omega \\ X_{eq} = X_{U.V.Cámaras2} + X_{C.S.2ºCentro} = 22,82m\Omega \end{array} \right\} Z_{eq} / = 188,92m\Omega ; I_{ccmáx} = 738,04A$$

Dados estos resultados se ha elegido poner un interruptor magnetotérmico del catálogo del fabricante Moeller PLS6-C16/2 el cual tiene un poder de corte de 6 kA y una energía de paso para la I<sub>ccmáx</sub> de 2050 A<sup>2</sup>·s. Por lo que se cumplen las restricciones:

$$PdC \geq I_{ccmáx} \rightarrow 6000 \geq 738,04$$

$$(I^2 \cdot t)_{\text{energía pasante}} < (I^2 \cdot t)_{\text{adcond}} \rightarrow 2050 < (115 \cdot 2,5)^2 \rightarrow 2050 < 82656$$