

**CEDECO**

ESTUDIOS PROFESIONALES



Curso Virtual

**Electricidad industrial**

Módulo 1

Equipos e instalaciones de distribución  
y suministros de energía en Baja Tensión

## **Tema 9**

### **Instalación de líneas y aparataje eléctrico para suministro de energía a máquinas y equipos**



## **Tema 9**

### **Instalación de líneas y aparallaje eléctrico para suministro de la energía**

#### **ÍNDICE**

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Suministro de energía en baja tensión .....                      | 1  |
| 2. Cuadro general .....                                             | 2  |
| 3. Aparallaje eléctrico .....                                       | 3  |
| 4. Accesorios .....                                                 | 6  |
| 5. Cálculo de sección .....                                         | 8  |
| 6. Ejemplo de cálculo de una línea monofásica .....                 | 11 |
| 7. Densidad de corriente .....                                      | 16 |
| 8. Fórmula para calcular la sección .....                           | 19 |
| 9. Cálculos de líneas con factor de potencia .....                  | 25 |
| 10. Diferencias entre cálculo de línea monofásica y trifásica ..... | 25 |
| 11. Ejemplo de cálculo de línea trifásica .....                     | 29 |
| 12. Cálculo del tubo protector .....                                | 32 |
| ITC-BT 28 .....                                                     | 34 |

## Tema 9

### Instalación de líneas y aparillaje eléctrico para suministro de la energía

#### 1. SUMINISTRO DE ENERGÍA EN BAJA TENSIÓN

A efectos del Reglamento de Baja Tensión **-REBT-** los suministros se clasifican en **Normales** y **complementarios**. (Artículo 10)

**Suministro normal**, son los efectuados a cada abonado, **por una sola empresa** y **por la totalidad de la potencia contratada con un solo punto de entrega de la energía**.

**Suministros complementarios**, son los que afectan de seguridad y continuidad del servicio, **complementan a un suministro normal**. Este suministro podrá realizarse por **dos empresas distintas**, o por **una sola empresa**, o **por el propio usuario** mediante medios de producción propios.

El **suministro complementario** puede ser:

- ▶ **Suministro de socorro**: equivalente a un **15 por 100** del total del suministro normal
- ▶ **Suministro de reserva**: Para el funcionamiento de los elementos indispensables de la instalación, **desde un 25 por 100** del suministro normal.
- ▶ **Suministro duplicado**: Es el que es capaz de mantener un servicio **mayor del 50 por 100** del suministro normal contratado.

En la Instrucción técnica complementaria **ITC-BT 28**, se especifica como debe de ser la alimentación de los servicios de seguridad en las instalaciones de pública concurrencia

## 2. CUADRO GENERAL

Descrito en el **tema 8 para viviendas y locales**, conviene describir ahora aquellos **cuadros generales que se utilizan en instalaciones industriales** y para consumos elevados, con empleo de muchos mecanismos.

El cuadro general puede estar montado en un armario o caja. Estos armarios pueden ser:

- ▶ Metálicos o de plástico
- ▶ Con puerta opaca o puerta transparente
- ▶ Con mandos en la puerta, y aparatos de medida, o simplemente con luces de aviso
- ▶ De una sola pieza o desmontable
- ▶ Con doble fondo, o fondo ajustable, o solo una placa de fondo



Figura 1 ARMARIO DE PVC PARA PARED CON PUERTA TRANSPARENTE Y PLACAS DE FONDO



Figura 2 ARMARIO METÁLICO DE SUELO DESMONTABLE EN PIEZAS

Sobre el armazón del cuadro se monta en primer lugar los soportes de los conductores, en muchos casos se prefiere utilizar como conductores **pletinas de cobre**, que permiten ser taladradas a cualquier altura conveniente para la conexión de los interruptores de potencia. Los conductores en forma de cable redondo tienen el inconveniente del espacio que ocupan las curvas, y la dificultad de tener que emplear piezas especiales para hacer las derivaciones. **Las pletinas requieren menos espacios**, pero tienen el **inconveniente de que no van aisladas**. Se colocan sobre soportes adecuados y con piezas intermedias que mantengan la separación entre fases.

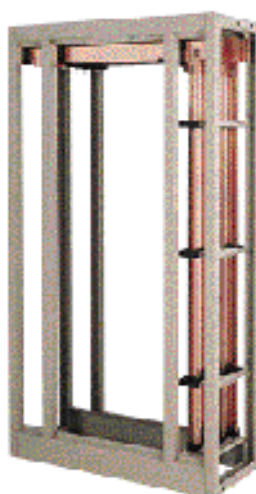


Figura 3 ARMAZÓN DE ARMARIO CON BARRAS DE COBRE

### 3. APARALLAJE ELÉCTRICO

Todos los accesorios que se colocan en un armario de distribución reciben el nombre genérico de “**aparamenta**” y los interruptores, fusibles y todos los componentes de mando “**aparallaje**”.

El significado de la palabra aparallaje y la ortografía correcta no viene recogido en el diccionario de la lengua española, por lo que unos escriben **aparallaje**, derivado de aparatos, o aparádura (forro del buque próximo a la quilla). Otros escriben **aparellaje**, derivado de aparejos (conjunto de cosas). Se escriba con “**a**” o con “**e**” se debe de entender como **todos los componentes que se utilizan en un cuadro**. Ya sean componentes eléctricos como soportes mecánicos, destinados a afianzar la instalación de todos los elementos como: interruptores, aparatos de medida, fusibles, mecanismos, etc.

Al instalar el **aparallaje** se tendrá en cuenta por donde han de hacerse las conexiones de los bornes, que puede ser:

- ▶ Al frente, con o sin tapadera
- ▶ Por detrás, con o sin tapadera

Por la forma de montar el **aparallaje** en el armario los interruptores se divide en:

- ▶ Aparatos de superficie (muy raramente)
- ▶ Aparatos tras cuadro (los más usados)
- ▶ Aparatos sobre riel (generalmente quedan ocultos, otras veces se practican ventanas para actuar manualmente sobre ellos)

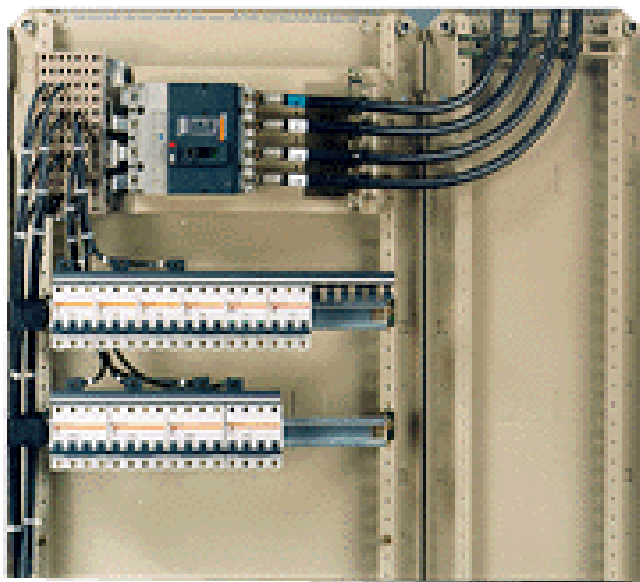


Figura 4 MONTAJE DEL INTERRUPTOR GENERAL, Y SOBRE RIEL, DE LOS PIAS DE DERIVACIONES

En la figura 5 un interruptor de potencia tras cuadro, se llama así porque ha sido construido, para colocarlo detrás de la placa que cubre el armario, en esa placa se abrirá una ventana justa a la medida del cuadro que se ve en la figura resaltado, la chapa que se suele utilizar es de 0,4 mm de espesor a 0,8 mm, dependiendo de la superficie a más superficie mayor grosor para evitar las vibraciones. Nótese como abajo a la izquierda hay un tornillo regulador, este tornillo quedará oculto con la chapa para que nadie lo modifique, para hacerlo, se tendrá que retirar la chapa, que unas veces es fija y hay que utilizar herramientas y otras veces la chapa es de puerta, pero que también es necesaria una herramienta o una llave para abrir el cuadro.



Figura 5 MAGNETOTÉRMICO TRAS CUADRO

Un tipo de apartamentada muy utilizada es aquella en que solo es necesario dar un taladro sobre la chapa para colocar la manija del interruptor, si tener que hacer ventanas. El interruptor se coloca en el fondo del armario y la manija de mando sobre la puerta del armario, cuando la puerta se abre se separan el mando del interruptor, ya que no está mas que metido en su alojamiento sin fijar por tornillo. En la figura 6 un interruptor con dos opciones para la colocación del mando, lateral y frontal.

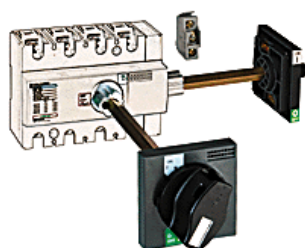


Figura 6 INTERRUPTOR TETRAPOLAR TRAS CUADRO

En el cuadro general de una gran instalación, se ha de prever canaletas para los conductores de las líneas que salen de cuadro, en la figura 7, se observa como se ha aprovechado el espacio para que el cuadro tenga las menores dimensiones posibles.



Figura 7 MONTAJE SOBRE RIELES Y CANALETAS PARA SALIDAS DE LÍNEAS

#### 4. ACCESORIOS

Existen múltiples accesorios para cuadros desde gancho, a bornes para tierra, pasando por toda clase de útiles como bornes y sistemas para marcar el cableado, o paneles en forma de parrilla, que permiten colocar los elementos sin necesidad de hacer taladros.

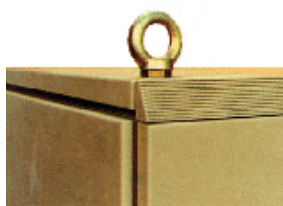


Figura 8 GANCHO PARA EL TRASPORTE

Los soportes para las barras pueden ser de cerámica, plásticos o elementos compuestos



Figura 9 BORNES Y SOPORTES PARA BARRAS

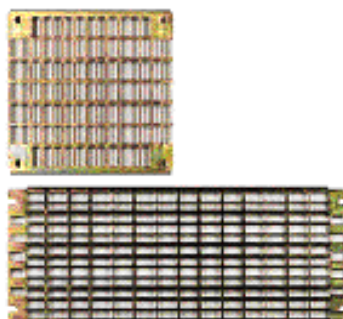


Figura 10 PARRILLA INTERMEDIA PARA ARMARIOS



Figura 11 BARRAS EN FORMA DE PEINE PARA CONEXIONES DE ENTRADA DE MAGNETOTÉRMICOS MODULARES



Figura 12 TERMINALES A PRESIÓN SIN AISLAR

La concentración de todos los mandos en cuadros de mandos da resultados muy estéticos y dan prestigio al instalador, aunque lo primero que hay que buscar es la seguridad del sistema, por lo que habrá de tenerse en cuenta la ventilación y elegir bien la ubicación para que en caso de incendio, no sea un obstáculo para las salidas de las personas.



Figura 13 VISTA DE ARMARIO DOBLE YA TERMINADO

## 5. CÁLCULO DE SECCIONES

Calcular la sección de un conductor consiste en **hallar la medida comercial adecuada para una instalación** determinada.

Cada instalación responde a unas características propias que no siempre se repiten en otras similares. Por tanto: cada caso, se convierte en una instalación única.

Para el cálculo, no sólo se ha de tener en consideración el consumo y los metros de la línea, sino que; además, se ha de tener presente, el tipo de local donde se producen los consumos.

En el tema 8, se ha visto como los metros cuadrados de una vivienda son determinantes para definir el número de bases de enchufe y de lámparas que ha de tener una habitación determinada. Cuando se consultan las tablas, en cambio, es la forma en que se colocan los conductores -solos o con más conductores- la que limita las secciones. Otra circunstancia a tener en consideración es, el tipo de local; para el que se establecen distintas clases de aislamientos de los conductores. Así pues, en el cálculo, intervienen más de una condición, **siendo el tipo de local una de las condiciones que más influyen en la sección mínima que a de tener los conductores.**

Otra cuestión, muy importante son **las distancias**; hay dos tipos de distancias; las que existen entre la acometida hasta el punto donde esté situado el cuadro general de protección, y las que haya desde este cuadro a los receptores que forman el conjunto de la instalación. Cuanto más distancia, más caída de tensión habrá en la línea para una misma sección. Para compensar estas pérdidas habrá que colocar conductores más gruesos, que disminuyan las pérdidas en el conductor.

La fórmula 17, que se dio en el tema 1, es la que relaciona la sección del conductor con la longitud y su resistencia, que decía:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{s} \quad \Omega$$

en la que

- $\rho$  es el coeficiente de resistividad  
(para una vivienda sólo puede ser **0'018** que es la corresponde conductor de **cobre**)
- $L$  es la distancia en metros de la línea  
(que no siempre será la distancia más corta posible, puesto que el reglamento nos dice que las líneas han de formar rectas perpendiculares y no formando oblicuas, con radios adecuados en los cambios de dirección, etc.)

Así pues, el único factor que hay en la fórmula para hacer que la resistencia sea mayor o menor es la sección "**s**" en milímetros cuadrados.

La sección entonces dependerá de la resistencia eléctrica que ofrezca el conductor al paso de la corriente. Despejando en la fórmula 17, el valor de la sección será:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{s} \text{ en } mm^2$$

(17)

Para no confundir **la resistencia de la línea** con **la resistencia de los receptores**, colocados al final de la línea, conviene poner la **R de la línea con letra minúscula**

$$s = \frac{\rho \cdot L}{r}$$

(28)

Así pues, para determinar la sección, previamente hay que calcular la resistencia eléctrica **r** que ofrece el conductor al paso de la corriente.

La resistencia **r** de la línea se predetermina por la **caída de la tensión** en la línea (convine usar la letra **u**, para no confundirlo con el voltaje **V** de la red).

el valor de **r** será (fórmula 1)

$$r = \frac{u}{I}$$

En esta fórmula aparecen dos valores desconocidos, la **caída de tensión en voltios** de la línea y la **intensidad de corriente** que circulará por el conductor.

Siendo, en esta fórmula, la **resistencia** el único dato determinante, deberá de conocerse este valor con mucha precisión **-tres decimales normalmente-**

El valor **u**, es la pérdida en voltios que se produce en la línea, que viene determinada en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en tantos por cientos.

En la **ITC-BT 14** e **ITC-BT 19** se dan las siguientes caídas de tensiones:

- Para contadores centralizados **u < 0'5 %**
- Con contadores individuales **u < 1 %**
- En el interior de las viviendas **u < 3 %**
- Para líneas de alumbrado será **u < 3 %**
- En usos distintos del alumbrado **u < 5 %**

Calcular el tanto por ciento del voltaje en el origen, se puede obtener por la fórmula

$$u = \frac{V \cdot \%}{100}$$

(29)

Una vez sabido cuantos voltios se puede perder en la línea, se utiliza la fórmula anterior y se divide entre el total de la cantidad de corriente que tiene que soportar el conductor. De esta forma se sabe la resistencia que debe de tener la línea

La **intensidad de corriente**, a su vez, estará en **función de la potencia** de los receptores y **la tensión de trabajo** de los mismos, que se deduce con la fórmula 8

$$I = \frac{P}{V}$$

En la que **P** es la **suma de las potencias de todos los receptores** de que se alimentan de esta línea **a la tensión V**

Para calcular la sección de un conductor se necesita conocer:

Las **clases de receptores** a utilizar (para averiguar las pérdidas en tantos por cientos)

**Los consumos** de los receptores

**El voltaje** de utilización

**La longitud** de la línea

**Características del local** (para la forma de hacer el montaje)

## 6. EJEMPLO DE CÁLCULO DE UNA LÍNEA MONOFÁSICA

Conocidas las fórmulas que se han de aplicar al cálculo de una línea, lo mejor es aplicar estas a un caso concreto, con este cálculo se halla la sección mínima, que ha de tener esa línea que va de soportar un consumo determinado con unas pérdidas máximas previstas.

## PRIMER PASO: TOMA DE DATOS

Suponiendo que se trata de calcular la **línea general de acometida** para un almacén con una pequeña oficina. Como por ejemplo el de la figura 14.

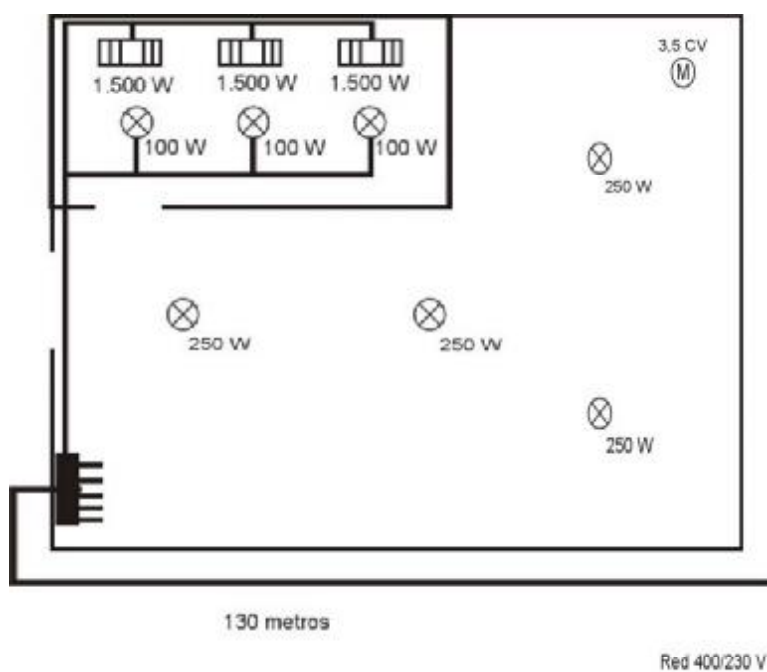


Figura 14 PLANO DE UNA ACOMETIDA

- 1º **Medir las distancias en metros** normalmente se hace sobre el terreno, otras veces sobre plano, previo reconocimiento del lugar; para verificar que clases de obstáculos existen y resolver con arreglo a lo establecido en el reglamento.

Suponiendo que, desde el punto de toma de corriente, al de utilización hay **130 metros**.

- 2º El **voltaje de funcionamiento** depende del receptor. En el caso de que el voltaje de las líneas de distribución que la compañía suministradora tenga en el lugar, no se adapte a los aparatos habrá que prever el uso de transformadores.

Verificado este punto se encuentra que: la tensión es de **230 Voltios**, con sólo **dos conductores**

- 3º Conocer *las potencias* de todos *los receptores*, tomando el dato directamente de las *chapas de características* y no calcularlo nunca por el volumen que pueda tener el aparato.

En este caso el consumo es la suma de:

- **Una** grúa con **motor de 3'5 C.V.** de fuerza motriz
- **cuatro lámparas** incandescentes de **250 W** cada una
- **tres lámparas** incandescentes de **100 W** cada una
- **Tres estufas** eléctricas de **1.500 W** cada una.
- La longitud de la línea es de **130 metros**

4º Hay que anotar también si los receptores son de alumbrado o de otro uso.

## SEGUNDO PASO: CÁLCULOS DE CONSUMOS

Con todo estos datos se averiguan las intensidades, separando lo que es alumbrado de los otros usos distintos del alumbrado. Usar la fórmula 8

$$I = \frac{P}{V}$$

## CARGA EN LA LÍNEA

1) En primer lugar interesa conocer la **Intensidad de corriente** que va a soportar el conductor

|                                               |                  |             |         |
|-----------------------------------------------|------------------|-------------|---------|
| Potencia del motor                            | P = 736 . C.V. = | 736 x 3'5 = | 2.576 W |
| Potencia en calefacción                       | P = n° . W =     | 3 x 1500 =  | 4.500 W |
| Suma consumo distinto alumbrado =             |                  |             | 7.076 W |
| Potencia en alumbrado                         | P = n° . W =     | 4 x 250 =   | 1.000 W |
|                                               | P = n° . W =     | 3 x 100 =   | 300 W   |
| Suma consumo en alumbrado =                   |                  |             | 1.300 W |
| Suma consumo total (Alumbrado + otros usos) = |                  |             | 8.376 W |

La corriente máxima que circulará por el conductor de la acometida, cuando todos los receptores estén funcionando al mismo tiempo, será de:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{8.376}{230} = 36'41 \text{ A}$$

### CAÍDA DE TENSIÓN

Seguidamente se averigua el **tanto por ciento máximo del voltaje que se permite perder en la línea**; según sea alumbrado, o no; teniendo en cuenta que si la línea es de doble utilización, es decir; alumbrado más otros usos; se aplicará el tanto por ciento que corresponda al alumbrado, que es al que se aplica la de menor pérdida.

En este caso **se trata de una acometida para un solo contador**. El Reglamento de Baja Tensión especifica que para **acometidas** la pérdida de tensión no puede ser superior al **1 %**, es decir; que en la acometida, según la fórmula 29, la pérdida será de:

$$u = \frac{V \cdot \%}{100} = \frac{230 \times 1}{100} = \frac{230}{100} = 2'3 \text{ V}$$

### RESISTENCIA DE LA LÍNEA

Para que en el conductor se pierdan 2'3 voltios es preciso que la resistencia del conductor sea de:

$$r = \frac{v}{I} = \frac{2'3}{36'41} = 0'063 \text{ } \Omega$$

### CALCULO DE LA SECCIÓN

4) Aplicando la fórmula 28 se obtiene la sección

$$s = \frac{\rho \cdot L \cdot 2}{r} = \frac{0'018 \times 130 \times 2}{0'063} = \frac{4'68}{0'063} = 74'28 \text{ mm}^2$$

### TERCER PASO: ELECCIÓN DEL CONDUCTOR COMERCIAL

La sección comercial por encima de este valor es, según se ve la **tabla 5** de la **ITC-BT 07** de:

95 mm<sup>2</sup>

#### NOTA

Al ser la sección comercial más alta que la sección teórica, las pérdidas en tantos por ciento del voltaje de la línea siempre será algo **menor del 1 por ciento** máximo tomado para el cálculo.

### ULTIMO PASO: COMPROBACIÓN

Este cálculo dice que: para que sólo se pierda un máximo de **2'3 voltios, en 130 metros** de línea, por un **conductor de cobre** por el que va a circular una corriente de **36'41 A**, hace falta **95 mm<sup>2</sup>**.

Para terminar el cálculo hace falta **comprobar** si efectivamente, el conductor de **95 mm<sup>2</sup>** puede soportar **36'41 A**

La comprobación se hará con la misma **tabla 5** de la **ITC-BT 07**, que corresponde a conductores de cobre en instalación enterrada donde:

Para **95 mm<sup>2</sup> en bipolar** está permitido una intensidad de hasta **290 Amperios** para conductores de **PVC**, o **325 A** si es conductor **EPR** (Etileno propileno)

Por tanto: el **cálculo es válido para cualquier tipo de conductor**.

## 7. DENSIDAD DE CORRIENTE

A veces, interesa saber la cantidad de corriente que soporta un conductor por cada milímetro cuadrado, es lo que se llama **densidad de corriente**.

La **densidad de corriente**, se halla dividiendo los amperios entre los milímetros cuadrados del conductor, que en este caso y según la fórmula 20, valdrá:

$$d = \frac{I}{s} = \frac{36'41}{95} = 0'38 \text{ A/mm}^2$$

## NUEVO CALCULO PARA DIFERENTE DISTANCIA

Si la distancia en metros es diferente el resultado que arroja el cálculo también es diferente. Suponiendo que sea una distancia muy corta, mientras todos los demás datos sigan siendo los mismos el ejemplo: Una línea de **3 metros** de longitud con el mismo consumo y la misma pérdida del **1 %**.

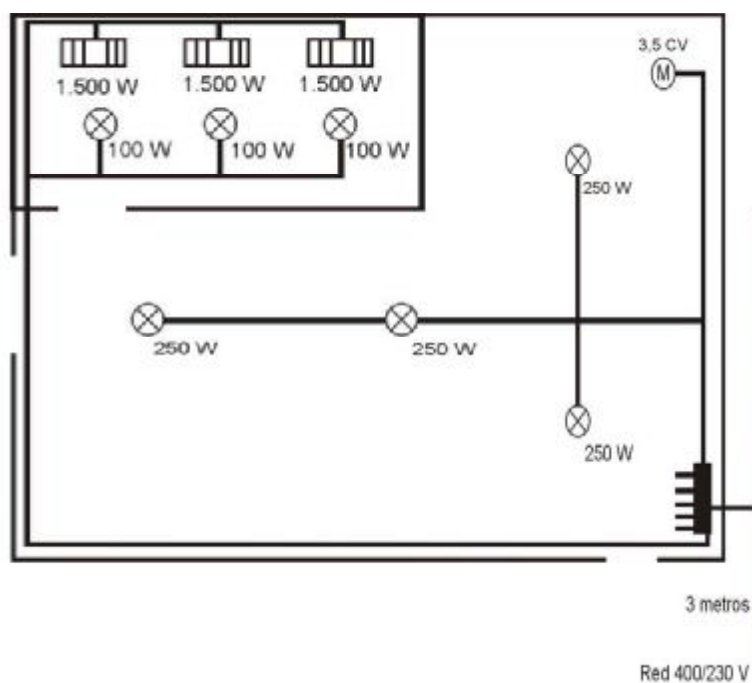


Figura 15 ACOMETIDA DE MUY CORTA LONGITUD

Puede observarse que en la figura 15 aparece una puerta que no existía en la figura 14. Esto es así porque es necesario que el cuadro general esté junto a la puerta de entrada y no al final del recinto. Caso de no poderse abrir esta puerta el montaje sólo puede hacerse como en la anterior figura 14.

A veces esta variación en la arquitectura del edificio puede representar un gran ahorro en la instalación eléctrica y una mejora en la seguridad al tener el cuadro lejos de la entrada del público. Pero desgraciadamente, no siempre es posible.

### Determinación del consumo

- 1) En primer lugar se hallará la **Intensidad de corriente** que va a soportar el conductor, (el alumno debe hacer por sí mismo los cálculos siguiendo las pautas que se indican.

|                         |                                             |              |     |     |
|-------------------------|---------------------------------------------|--------------|-----|-----|
| Potencia del motor      | $P = 736 \cdot C.V. =$                      | $736 \times$ | $=$ | $W$ |
| Potencia en calefacción | $P = n^{\circ} \cdot W =$                   | $3 \times$   | $=$ | $W$ |
|                         | Suma consumo distinto alumbrado             | $=$          |     | $W$ |
| Potencia en alumbrado   | $P = n^{\circ} \cdot W =$                   | $4 \times$   | $=$ | $W$ |
|                         | $P = n^{\circ} \cdot W =$                   | $3 \times$   | $=$ | $W$ |
|                         | Suma consumo en alumbrado                   | $=$          |     | $W$ |
|                         | Suma consumo total (Alumbrado + otros usos) | $=$          |     | $W$ |

La corriente que circulará por el conductor será de

$$I = \frac{P}{V} = \text{---} = A$$

- 2) En el Reglamento de Baja Tensión; se fija que: para acometidas, la pérdida de tensión no puede ser superior al **1 %**, es decir, que la pérdida será de:

$$u = \frac{V \cdot \%}{100} = \frac{\quad}{100} = \frac{\quad}{100} = \quad V$$

- 3) Para que en el conductor se pierdan **2'3 voltios**, es preciso que la resistencia del conductor sea de:

$$r = \frac{u}{I} = \frac{\quad}{\quad} = \quad \Omega$$

- 4) La sección se halla con la fórmula:

$$s = \frac{\rho \cdot L \cdot 2}{r} = \frac{\quad \times 2}{\quad} = \quad = \quad mm^2$$

- 5) La sección comercial por encima de este valor es según la **tabla 5**, de la **ITC-BT 07** es como mínimo de **6 mm<sup>2</sup>**

$$\quad mm^2$$

- 6) Se comprobará que en la misma tabla que para **6 mm<sup>2</sup>** en bipolar el amperaje máximo permitido es de:

$$\quad \text{Amperios para PVC}$$

Por tanto, el cálculo para tres metros de distancia da **1,71 mm<sup>2</sup>**, pero la tabla da una sección mínima de **6 mm<sup>2</sup>**. En los casos de distancias muy cotas, no hacen falta los cálculos, basta con consultar la tabla sabiendo el amperaje.

En el caso de que, por la **caída de tensión** salga una **sección inferior** a la que puede soportar el cable, la sección definitiva debiera ser entonces la que corresponda en la tabla de reglamento a la intensidad que esté por encima del consumo previsto.

7) La densidad de corriente vale

$$j = \frac{I}{S} = A/mm$$

**NOTA.-** Se observa en estos dos cálculos, que: Para distancias superiores a los 100 metros, las secciones son bastantes considerables; mientras que para distancias inferiores a los 10 metros, las secciones salen exageradamente pequeñas. Mientras que en el primer caso no hay forma de reducirlas, en el segundo hay que aumentarlas; de aquí la importancia de la tabla de las tablas las cuales, **obligatoriamente** deben ser consultadas, por cada cálculo que se efectúe.

## 8. FÓRMULA PARA CALCULAR LA SECCIÓN

En todo proceso de cálculo que se emplee divisiones, y se opera decimales, se llegan a resultados muy distintos según el número de decimales usados; y según las veces que se tenga que usar este resultado, para efectuar otras nueva divisiones, y luego otras; por ello, es mejor encontrar una sola fórmula, para obtener un resultado único final, que emplear una cascada de ellas para el mismo fin.

Teniendo en cuenta esto, conviene obtener una fórmula que combine todas los que intervienen en el proceso del calculo de la sección.

Crear una fórmula consiste en sustituir en una ecuación el valor de otra equivalente y luego reducirla.

$$u = \frac{V \cdot \%}{100}$$

El valor de **u** se colocará en la fórmula que determina la resistencia, y se reduce, con lo que se obtendrá una nueva ecuación.

$$r = \frac{u}{I} = \frac{\frac{V \cdot \%}{100}}{I} = \frac{V \cdot \%}{100 I} = \frac{\% V}{100 I}$$

El valor **u** ha desaparecido habiendo sido sustituido por su equivalente.

A continuación se introduce el valor  $r$  en la fórmula (28), que se utiliza para hallar el valor de la sección.

$$s = \frac{\rho \cdot 2 \cdot L}{r} = \frac{2\rho \cdot L}{\frac{\% \cdot V}{100I}} = \frac{2 \times 100 \rho \cdot L \cdot I}{\% V}$$

Reduciendo, la fórmula se queda así:

$$s = \frac{200 \rho \cdot L \cdot I}{\% V}$$

(30)

La sección de un conductor es igual a: doscientos, por el coeficiente de resistividad del conductor, por la longitud de la línea en metros, y por la intensidad de la corriente en amperios, dividido; todo ello, por el producto del tanto por ciento máximo de la pérdida de tensión permitido, por el voltaje en el principio de la línea.

Aún es posible simplificar más la fórmula; sustituyendo el valor de la intensidad de corriente por los vatios (empleando la fórmula 8); puesto que el dato de la potencia es mucho más fácil de obtener, que el del amperaje

$$I = \frac{P}{V}$$

en la fórmula 30 se introducirá el valor de la potencia en sustitución del valor **I** obteniéndose el valor equivalente en una nueva fórmula:

$$s = \frac{200 \rho L I}{\% V} = \frac{200 \rho L \frac{P}{V}}{\% V} = \frac{200 \rho L P}{\% V V}$$

es decir:

$$= \frac{200 \rho L P}{\% V^2} \text{ en } mm$$

(31)

Siempre que se emplee conductores de cobre, se tendrá que multiplicar **200 x 0'018** que dará un resultado de **3'6** si este valor se coloca en la fórmula 31 y ésta aparecerá ahora transformada en una nuevas fórmula:

$$s = \frac{3'6 L P}{\% V^2} \text{ en } mm^2$$

La sección en milímetros cuadrados de **una línea de cobre de dos conductores**, es igual al resultado de multiplicar **3'6** por la longitud de la línea en metros, por la potencia en vatios, y dividirlo todo por el producto de la caída de tensión, por el voltaje al cuadrado de la red.

**Fórmula 32 Cálculo de una línea de cobre de dos conductores**

## CÁLCULO DE LÍNEAS INTERIORES APLICANDO LA FORMULA

En la figura 16, aparecen las distancias de las distintas líneas interiores del mismo edificio para el que ya se ha calculado la acometida, calcúlese ahora las líneas de alumbrado y las de otros usos distintos del alumbrado. Obsérvese que en el alumbrado se han incluido algunas variaciones y por tanto no exactamente igual al cálculo de la figura 15.

El **motor** de **3'5 C.V.** ya se vio que equivale a **2.576 W**, por lo que, al aplicar la fórmula, no debe de olvidarse la caída máxima de tensión permitida en la línea.

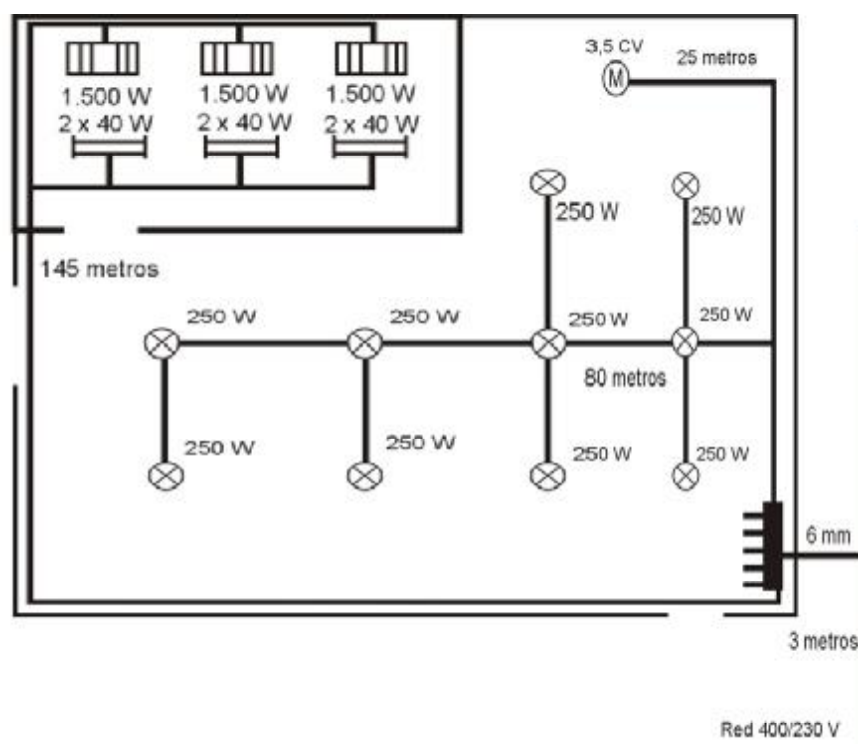


Figura 16. LÍNEAS INTERIORES

Sección para la línea del motor:

$$s = \frac{3'6 \ L \ P}{\% \ V^2} = \frac{3'6 \ x}{\% \ V^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

La instalación del motor se va a hacer con conductores de PVC, en tubo sin empotrar. La sección hallada hay que comprobarla en la **tabla 1** de la **ITC-BT 19**

Antes de comprobar en la tabla 1, previamente hay que averiguar la intensidad de corriente que consume el motor.

I =

Efectuada la comprobación la sección definitiva es de

mm<sup>2</sup>

Se repetirá el cálculo para el **alumbrado del taller** con 10 lámparas de 250 W cada una

$$s = \frac{3'6 \ L \ P}{\% \ V^2} = \frac{3'6 \ x}{\phantom{000000}} = \phantom{000000}$$

Sección para la línea del alumbrado del taller:

mm<sup>2</sup>

La sección hallada se comprobará en la **tabla 1** de la **ITC-BT 19** si la sección es adecuada. Previamente habrá que hallar la intensidad de corriente que consume este alumbrado.

I =

Efectuada la comprobación la sección definitiva es de

mm<sup>2</sup>

Se repetirá el cálculo para la **oficina**, teniendo en cuenta que el alumbrado y las estufas están en la misma línea. El cálculo se hará para la caída de tensión menor, que es la del alumbrado

$$s = \frac{3/6 \ L \ P}{\% \ V^2} = \frac{3/6 \ x}{\% \ V^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

La sección para la oficina es de:

$\text{mm}^2$

En la misma tabla anteriormente citada se comprobará si la sección hallada es la correcta, para lo que previamente se determinará el consumo de la oficina.

$I =$

Efectuada la comprobación la sección definitiva es de

$\text{mm}^2$

Si los cálculos son correctos las secciones serán:

|                                                |                                            |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Sección para la línea del motor :              | 2,5 $\text{mm}^2$ (por encima del cálculo) |
| Sección para la línea de alumbrado del taller: | 1,5 $\text{mm}^2$ (por encima del cálculo) |
| Sección para la línea de oficina:              | 16 $\text{mm}^2$ (por encima de la tabla)  |

Nótese la diferencia de sección entre el cable de acometida, que soportará casi 38 amperios y es de 6  $\text{mm}^2$  y el de salida para las oficinas que con casi 16 amperios y requiere 16  $\text{mm}^2$

## 9. CALCULO DE LÍNEAS CON FACTOR DE POTENCIA

Los cálculos que se acaban de realizar se han ejecutados como si fuesen receptores puros, es decir, que el factor de potencia vale **1**; pero, cuando se emplea lámparas que llevan reactancia, o bien los receptores son motores, el factor de potencia alcanzará un valor a tener en cuenta al tiempo de calcular la intensidad de la corriente, en todas las fórmulas se añadirá el factor **cos φ**, que tiene un valor de **0'5** cuando se trata de reactancias, **0'85** cuando se trata de motores y un valor máximo de **1** cuando son lámparas incandescentes o estufas eléctricas, la fórmula 6 de la potencia queda transformada en:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

(33)

Si en esta fórmula se despeja el valor de **I** quedará:

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

(34)

**NOTA:** No debe olvidarse que es lo mismo escribir la **P** de **Potencia** que la **W** de **vatio**, ya que ambas se mide y expresa en **vatios**.

## 10. DIFERENCIAS ENTRE CÁLCULO DE LÍNEA MONOFÁSICA Y TRIFÁSICA

Las **líneas monofásicas**, casi siempre se dedican a receptores puros; es decir, que no producen desfase; por lo tanto no existe el factor **cos φ**, mientras que, **en corriente trifásica**, casi siempre existe un desfase entre la intensidad y el voltaje; por lo que **siempre existirá un factor de potencia**.

En la línea trifásica la potencia será la suma algebraica de la intensidad de corriente que circula por cada fase, esta suma viene representada por el factor **√3 = 1'73**

En el cálculo de líneas trifásica **la longitud a tomar no se multiplica por dos**; puestos que, cuando la línea está perfectamente equilibrada, por el neutro no circula corriente. Por ello, **se toma sólo la longitud de ida, y para el neutro se coloca la mitad de la sección que resulte para la fase**.

## ELABORAR LA FORMULA PARA CALCULAR LA SECCIÓN DE UNA LÍNEA TRIFÁSICA

Las fórmulas que intervienen en el cálculo de una línea trifásica son:

1º) El tanto por ciento máximo permitido, se determina cuantos voltios se permite perder en la línea.

$$u = \frac{V \%}{100}$$

2º) Sabiendo los voltios de pérdida, a continuación se averigua la resistencia de la línea.

$$r = \frac{u}{I}$$

3º) Conocida la resistencia se halla la sección.

$$s = \frac{\rho L}{r}$$

Si en la presente fórmula, se sustituyen los valores de **r**, el de **u** y el de **I** por sus equivalentes esta formula queda:

$$= \frac{\rho L}{\frac{u}{I}} = \frac{\rho L I}{u}$$

Hasta aquí, la única variación con la **fórmula 30** es, que **no se ha multiplicado la longitud de la línea por dos**; y que todavía no se ha cambiado la pérdida en tantos por cientos; pero, a partir del punto en que se ha de determinar la intensidad de corriente, la fórmula sufre una pequeña alteración:

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{\rho L \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \phi}}{u} = \frac{\rho L P}{\sqrt{3} V \cos \phi u} = \\
 &= \frac{\rho L P}{\sqrt{3} V \cos \phi u} = \frac{\rho L P}{\sqrt{3} V \cos \phi \frac{\% V}{100}} = \\
 &= \frac{\rho L P}{\sqrt{3} V \cos \phi \% V} = \frac{100 \rho L P}{\sqrt{3} V^2 \cos \phi \%}
 \end{aligned}$$

Se ha elaborado una nueva fórmula de la sección, conociendo la **longitud**, los **voltios** los **vatios** y el **tanto por ciento** de pérdida máximo permitido.

$$= \frac{100 \rho L P}{\sqrt{3} V^2 \cos \phi \%} \quad \text{en } mn$$

Esta fórmula se puede reducir más dividiendo **100** entre  **$\sqrt{3}$**  da el cociente de **57'73** y la fórmula queda:

$$= \frac{57'73 \rho L P}{\cos \phi \% V^2} \quad \text{en } mn.$$

(35)

Fórmula para calcular la sección los conductores de fase en **corriente trifásica** que dice:  
La sección de una línea trifásica es igual al producto de multiplicar el coeficiente **57'73** por la resistividad del conductor, por la longitud en metros de la línea por los vatios instalados, y dividirlo todo ello, por el producto del coseno de  $\phi$ , por la caída de tensión, por el voltaje al cuadrado.

Si en la fórmula 35 se sustituye el coeficiente de resistividad por el valor que tiene para el conductor de cobre (0'018), se halla el valor de:  $0'018 \times 57'73 = 1'039$

$$s_{Cu} = \frac{1'039 \ L \ P}{\cos\phi \ \% \ V^2} \quad \text{en } mm^2 \text{ de Cobre}$$

En la práctica **1'039** es igual a **1** por lo que se puede quitar los decimales, y nos da una fórmula mucho mejor de recordar que la número 35

$$s_{Cu} = \frac{L \ P}{\cos\phi \ \% \ V^2} \quad \text{en } mm^2 \text{ de Cobre}$$

( 36 )

La sección del **conductor de cobre** para **las fases de una línea trifásica** es igual a la longitud en metros por los vatios, dividido, todo ello, por el producto del coseno de  $\phi$ , por la caída de tensión, por el voltaje al cuadrado.

Si en la misma **fórmula 35** se coloca el coeficiente **0'03**; que le que corresponde a la resistividad de los conductores de aluminio, quedará:  $0,03 \times 57,73 = 1,73$  que también es un número fácil de recordar porque coincide con el valor de la raíz cuadrada de **3**

$$s_{Al} = \frac{1'73 \ L \ P}{\cos\phi \ \% \ V^2} \quad \text{en } mm^2 \text{ de Aluminio}$$

(37)

La sección del **conductor de aluminio** para **las fases de una línea trifásica** es igual al coeficiente **1'73** por la longitud en metros por los vatios, dividido, todo ello, por el producto del coseno de  $\phi$ , por la caída de tensión, por el voltaje al cuadrado.

4º) Una vez hallada la sección hay que adaptarse a la sección comercial más próxima por encima del valor calculado. (**Tabla 1** de la **ITC-BT 19** si se trata de líneas interiores de cobre)

**NOTA:** La sección del cobre multiplicada por **1'73** es la que corresponde a la sección en aluminio. Por lo tanto, se calcula la sección y cobre y con multiplicar por 1,73 ya se tiene la sección para aluminio.

## 11. EJEMPLO DE CÁLCULO DE LÍNEAS TRIFÁSICAS

Calcular la línea interior de un almacén como el de la figura 17, que se colocará dentro de tubo sobre la pared.

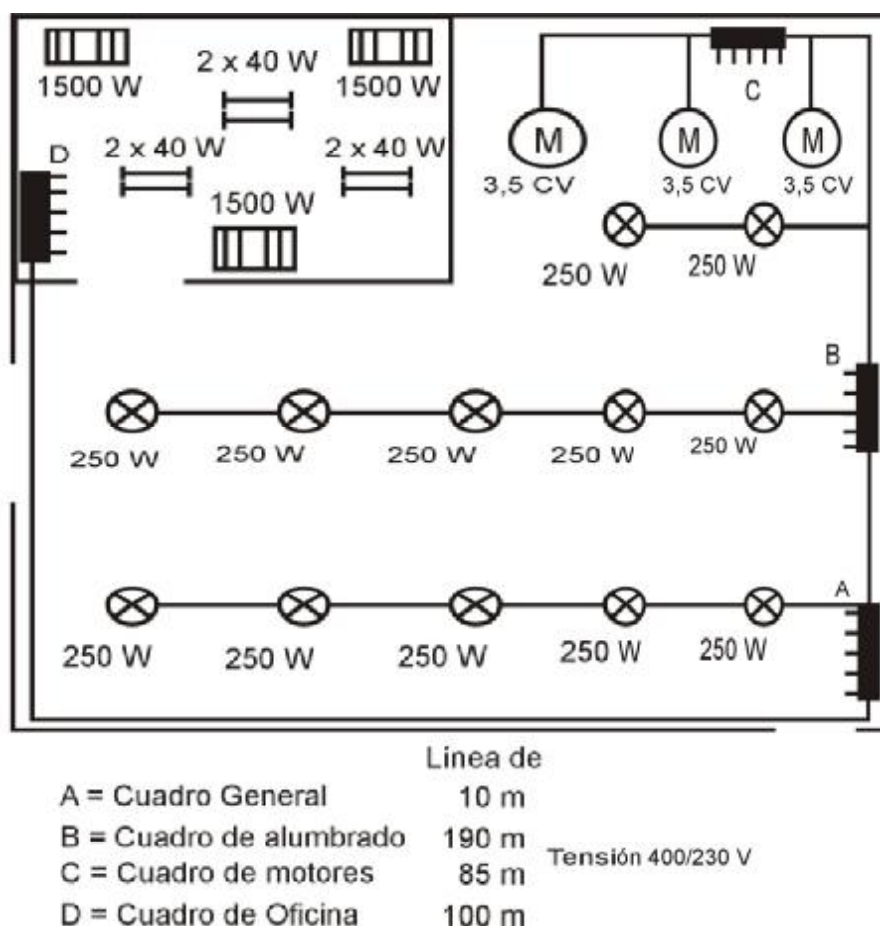


Figura 17 TALLER CON LÍNEAS TRIFÁSICAS

El consumo es la suma de:

- 3 motor trifásico de 3'5 C.V. a 400 V
- 12 lámparas de vapor de mercurio 125 W/230 V, para el alumbrado del almacén
- 6 tubos fluorescentes de 40 W / 230 V, para la oficina
- 3 aires acondicionado de 1500 W / 230 V, cada uno, para la oficina.

El factor de potencia resultante es de  $\cos \varphi = 0'87$

Si se instalan tres líneas habrá que calcular cada una de ellas independientemente, por cualquiera de los dos sistemas, fórmula directa, o sucesión de fórmulas.

## CARGAS EN LAS LÍNEAS

1) En primer lugar hallar la Intensidad de corriente que van a soportar los distintos conductores

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

Alumbrado I =

Oficina I =

Para calcular la línea de los motores hay que tener en consideración la siguiente regla: El motor de mayor potencia se calcula para una carga del 125 % al que se le suma el 100 % de los otros motores (ITC-BT 47).

$$P = 3,5 \times 736 = 2.576 \text{ W}$$

$$I = \frac{2.576}{1,73 \times 400 \times 0,87} = 4,278 \text{ A} \quad I_{\%} = \frac{4,278 \times 125}{100} = 5,348 \text{ A}$$

$$I_{\text{motores}} = 5,348 + 4,278 + 4,278 = 13,9 \approx 14 \text{ A}$$

Los tres motores consumen  $2.576 \times 3 = 7.728 \text{ W}$  pero, para el cálculo serán  $8.372 \text{ W}$

Potencia de los motores

8.372 W

|                                                   |                                               |   |   |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---|---|
|                                                   | Suma consumo distinto alumbrado =             |   | W |
| Pot. en alumbrado taller                          | W = n° . W =                                  | = | W |
| Pot. en alumbrado + aire acondicionado de oficina | W = n° . W =                                  | = | W |
|                                                   | W = n° . W =                                  | = | W |
|                                                   | Suma consumo en alumbrado =                   |   | W |
|                                                   | Suma consumo total (Alumbrado + otros usos) = |   | W |

## CALCULO DE LA SECCIÓN APLICANDO LA FORMULA

$$s = \frac{L P}{\cos\phi \% V^2} = \text{mm}^2 \text{ Alumbrado}$$

$$s_{Cu} = \frac{L P}{\cos\phi \% V^2} = \text{mm}^2 \text{ Motores}$$

$$s_{Cu} = \frac{L P}{\cos\phi \% V^2} = \text{mm}^2 \text{ Oficina}$$

## ELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

La sección comercial, por encima de este valor; es, según vemos en la **tabla 1** de la **ITC-BT 19**, de:

|                  |                                |
|------------------|--------------------------------|
| <b>ALUMBRADO</b> | <b>mm<sup>2</sup> en cobre</b> |
| <b>MOTORES</b>   | <b>mm<sup>2</sup> en cobre</b> |
| <b>OFICINA</b>   | <b>mm<sup>2</sup> en cobre</b> |

Los resultados deberán ser:

|                                     |                                      |                                  |
|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| S <sub>Cu</sub> alumbrado = 2,49 A, | sección teórica 0,68 mm <sup>2</sup> | Sección real 1,5 mm <sup>2</sup> |
| S <sub>Cu</sub> motores = 14 A,     | sección 1,02 mm <sup>2</sup>         | 2,5 mm <sup>2</sup>              |
| S <sub>Cu</sub> oficina = 7,89 A,   | sección 1,13 mm <sup>2</sup>         | 2,5 mm <sup>2</sup>              |

Como la sección de la fase es menor de 4 mm<sup>2</sup>, la del neutro y la del conductor de protección será la misma que la de la fase.

Si no le da estos resultados, revise si ha utilizado 400 para la tensión V de la fórmula o 230, que es la tensión entre fase y neutro.

Por otro lado, véase que aunque se ha aumentado el consumo la sección en la línea trifásica ha disminuido.

## 12. CÁLCULO DEL TUBO PROTECTOR

Una vez determinada las secciones se seleccionará los tubos protectores conforme a la **ITC-BT 21** tabla 2

Para dentro de tubo las secciones halladas requieren:

Tubo para motores  
Tubo para alumbrado  
Tubo para oficina

Elegido el conductor y el tubo, tan sólo resta por confeccionar la lista de materiales, con la ayuda de catálogos comerciales. Para no tener que manejar muchos catálogos, se procurará hacerlo todo de la misma marca, esto además facilita los recambios; pero, no siempre es posible ya que las marcas no abarcan todo el abico de material utilizado en una instalación eléctrica, lo que complica, un poco las listas, pues en cada párrafo hay que repetir la marca, una y otra vez.

Si ha escogido bien, el diámetro de los tubos será:

Tubo para motores 20. Tubo para alumbrado 16, Tubo para oficina 20

**Nota:** Si se desea, se puede utilizar diámetros mayores, el inconveniente es que son más caros, tanto el tubo como la abrazadera, por lo que tampoco se debe sobrepasar en mucho la medida recomendada en la tabla.

## INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA

### ITC-BT-28

#### INDICE

1. CAMPO DE APLICACIÓN
2. AUMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD
  - 2.1 Generalidades y fuentes de alimentación
  - 2.2 Fuentes propias de energía
  - 2.3 Suministros complementarios o de seguridad
3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA
  - 3.1 Alumbrado de seguridad
    - 3.1.1 Alumbrado de evacuación
    - 3.1.2 Alumbrado ambiente o anti-pánico
    - 3.1.3 Alumbrado de zonas de alto riesgo
  - 3.2 Alumbrado de reemplazamiento
  - 3.3 Lugares en que deberán instalarse alumbrado de emergencia
    - 3.3.1 Con alumbrado de seguridad
    - 3.3.2 Con alumbrado de reemplazamiento
  - 3.4 Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia
    - 3.4.1 Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia
    - 3.4.2 Luminaria alimentada por fuente central
4. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL
5. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE ESPECTÁCULOS y ACTIVIDADES RECREATIVAS
6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE REUNIÓN Y TRABAJO

#### 1 CAMPO DE APLICACIÓN

La presente instrucción se aplica a locales de pública concurrencia como:

##### **Locales de espectáculos y actividades recreativas:**

-Cualquiera que sea su capacidad de ocupación, como por ejemplo, cines, teatros, auditorios, estadios, pabellones deportivos, plazas de toros, hipódromos, parques de atracciones y ferias fijas, salan de fiesta, discotecas, salas de juegos de azar.

##### **Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios:**

- Cualquiera que sea su ocupación, los siguientes: Templos, Museos, Salas de conferencias y congresos, casinos, hoteles, hostales, bares, cafeterías, restaurantes o similares, zonas comunes en agrupaciones de establecimientos comerciales, aeropuertos, estaciones de viajeros, estacionamientos cerrados y cubiertos **para más de 5 vehículos**, hospitales, ambulatorios y sanatorios, asilos y guarderías

- Si la ocupación prevista es de **más de 50 personas**: bibliotecas, centros de enseñanza, consultorios médicos, establecimientos comerciales, oficinas con presencia de público, residencias de estudiantes, gimnasios, salas de exposiciones, centros culturales, clubes sociales y deportivos

La ocupación prevista de los locales se calculará como **1 persona por cada 0,8 m<sup>2</sup> de superficie útil**, a excepción de pasillos, repartidores, vestíbulos y servicios.

Para las instalaciones en quirófanos y salas de intervención se establecen requisitos particulares en la **ITC-BT-38**

Igualmente se aplican a aquellos locales clasificados en condiciones **BD2, BD3 y BD4**, según la norma **UNE 20.460 -3** y a todos aquellos locales no contemplados en los apartados anteriores, cuando tengan una capacidad de ocupación de más de **100 personas**.

Esta instrucción tiene por objeto garantizar la correcta instalación y funcionamiento de los servicios de seguridad, en especial aquellas dedicadas a alumbrado que faciliten la evacuación segura de las personas o la iluminación de puntos vitales de los edificios.

## 2) ALIMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD

En el presente apartado se definen las características de la alimentación de los servicios de seguridad tales como alumbrados de emergencia, sistemas contra incendios, ascensores u otros servicios urgentes indispensables que están fijados por las reglamentaciones específicas de las diferentes Autoridades competentes en materia de seguridad.

La alimentación para los servicios de seguridad, en función de lo que establezcan las reglamentaciones específicas, puede ser automática o no automática.

**En una alimentación automática la puesta en servicio de la alimentación no depende de la intervención de un operador.**

Una alimentación automática se clasifica, según la duración de conmutación, en las siguientes categorías:

- **Sin corte**: alimentación automática que puede estar asegurada de forma continua en las condiciones especificadas durante el periodo de transición, por ejemplo, en lo que se refiere a las variaciones de tensión y frecuencia.
- **Con corte muy breve**: alimentación automática disponible en **0,15 segundos** como máximo.
- **Con corte breve**: alimentación automática disponible en **0,5 segundos** como máximo.
- **Con corte mediano**: alimentación automática disponible en **15 segundos** como máximo.
- **Con corte largo**: alimentación automática disponible en **mas de 15 segundos**.

## 2.1 Generalidades y fuentes de alimentación

Para los servicios de seguridad la fuente de energía debe ser elegida de forma que la alimentación esté asegurada durante un tiempo apropiado.

Para que los servicios de seguridad funcionen en caso de incendio, los equipos y materiales utilizados deben presentar, por construcción o por instalación, una resistencia al fuego de duración apropiada.

Se elegirán preferentemente medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático al primer defecto. En el **esquema IT** debe preverse un controlador permanente de aislamiento que al primer defecto emita una señal acústica o visual.

Los equipos y materiales deberán disponerse de forma que se facilite su verificación periódica, ensayos y mantenimiento.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- **Baterías de acumuladores**. Generalmente las baterías de arranque de los vehículos no satisfacen las prescripciones de alimentación para los servicios de seguridad
- **Generadores independientes**
- Derivaciones separadas de la red de distribución, efectivamente **independientes de la alimentación normal**

Las fuentes para servicios para servicios complementarios o de seguridad deben estar instaladas en lugar fijo y de forma que no puedan ser afectadas por el fallo de la fuente normal. Además, con excepción de los equipos autónomos, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- se instalarán en emplazamiento apropiado, accesible solamente a las personas cualificadas o expertas.
- el emplazamiento estará convenientemente ventilado, de forma que los gases y los humos que produzcan no puedan propagarse en los locales accesibles a las personas.
- no se admiten derivaciones separadas, independientes y alimentadas por una red de distribución pública, salvo si se asegura que las dos derivaciones no puedan fallar simultáneamente.
- cuando exista una sola fuente para los servicios de seguridad, ésta no debe ser utilizada para otros usos. Sin embargo, cuando se dispone de varias fuentes, pueden utilizarse igualmente como fuentes de reemplazamiento, con la condición, de que en caso de fallo de una de ellas, la potencia todavía disponible sea suficiente para garantizar la puesta en funcionamiento de todos los servicios de seguridad, siendo necesario generalmente, el corte automático de los equipos no concernientes a la seguridad.

## 2.2 Fuentes propias de energía

Fuente propia de energía es la que esta constituida por **baterías de acumuladores, aparatos autónomos o grupos electrógenos**.

La puesta en funcionamiento se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la Empresa o Empresas distribuidoras de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del **70%** de su valor nominal.

La capacidad mínima de una fuente propia de energía será, como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de seguridad en las condiciones señaladas en el apartado 3.1. de esta instrucción.

### 2.3 Suministros complementarios o de seguridad

**Todos los locales de pública concurrencia** deberán disponer de **alumbrado de emergencia**.

Deberán disponer de **suministro de socorro** los locales de espectáculos y actividades recreativas cualquiera que sea su ocupación y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de **más de 300 personas**.

Deberán disponer de **suministro de reserva**:

- Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud
- Estaciones de viajeros y aeropuertos
- Estacionamientos subterráneos para **más de 100 vehículos**
- Establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de **más de 2.000 m<sup>2</sup> de superficie**
- Estadios y pabellones deportivos

Cuando un local se pueda considerar tanto en el grupo de locales, que requieren suministro de socorro como en el grupo que requieren suministro de reserva, se instalará **suministro de reserva**

En aquellos locales singulares, tales como los establecimientos sanitarios, grandes hoteles de **más de 300 habitaciones**, locales de espectáculos con capacidad para **mas de 1.000 espectadores**, estaciones de viajeros, estacionamientos subterráneos con **más de 100 plazas**, aeropuertos y establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de **más de 2.000 m<sup>2</sup>** de superficie, las fuentes propias de energía deberán poder suministrar, con independencia de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes indispensables cuando sean requeridos por la autoridad competente.

## 3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, **la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas**, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del **alumbrado de emergencia** será **automática con corte breve**.

Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

### 3.1 Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto **para garantizar la seguridad de las personas que evacuen** una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para **entrar en funcionamiento automáticamente** cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del **70%** de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores aparatos autónomos automáticos.

#### 3.1.1 Alumbrado de evacuación.

Es la parte del **alumbrado de seguridad** previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de **1 lux**.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de **5 lux**.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales **será menor de 40**.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo **durante una hora**, proporcionando la iluminancia prevista.

#### 3.1.2 Alumbrado ambiente o anti-pánico

Es la parte del **alumbrado de seguridad** previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de **0,5 lux** en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de **1 m**.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será **menor de 40**.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo **durante una hora**, proporcionando la iluminancia prevista.

### 3.1.3 Alumbrado de zonas de alto riesgo

Es la parte del **alumbrado de seguridad** previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de **15 lux** el **10% de la iluminancia normal**, tomando siempre el mayor de los valores.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será **menor de 10**.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

### 3.2 Alumbrado de reemplazamiento

Parte del **alumbrado de emergencia** que permite la continuidad de las actividades normales.

Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

### 3.3 Lugares en que deberán instalarse alumbrado de emergencia

#### 3.3.1 Con alumbrado de seguridad

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- a) en todos los recintos cuya ocupación sea mayor de **100 personas**
- b) los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de **más de 100 personas**.
- c) en los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- d) en los estacionamientos cerrados y cubiertos para **más de 5 vehículos**, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- f) en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- g) en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- h) en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- i) en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida
- j) cerca <sup>(1)</sup> de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- k) cerca <sup>(1)</sup> de cada cambio de nivel.
- l) cerca <sup>(1)</sup> de cada puesto de primeros auxilios.
- m) cerca <sup>(1)</sup> de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- n) en los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente

(1) Cerca significa a una distancia inferior a **2 metros**, medida horizontalmente

En las zonas incluidas en los apartados m) y n), el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de **5 lux** al nivel de operación.

Solo se instalará alumbrado, de seguridad para zonas de alto riesgo, en las zonas que asilo requieran, según lo establecido en 3.1.3.

También será necesario instalar **alumbrado de evacuación**, aunque no sea un local de pública concurrencia, en todas las escaleras de incendios, en particular toda escalera de evacuación de edificios para uso de viviendas excepto las unifamiliares; así como toda zona clasificada como de riesgo especial en el **Artículo 19** de la Norma Básica de Edificación **NBE-CPI-96**

### **3.3.2 Con alumbrado de reemplazamiento**

En las zonas de hospitalización, la instalación de alumbrado de emergencia proporcionará una iluminancia no inferior de **5 lux y durante 2 horas como mínimo**. Las salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, las salas de curas, paritorios, urgencias dispondrán de un alumbrado de reemplazamiento que proporcionará un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante **2 horas** como mínimo.

## **3.4 Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia**

### **3.4.1 Aparatos autónomos ara alumbrado de emergencia**

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a **1 m** de ella.

Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las normas **UNE-EN 60.598 -2 -22** y la norma **UNE 20.392** o **UNE 20.062** según sea la luminaria para lamparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente.

### **3.4.2 Luminaria alimentada cor fuente central**

Luminaria que proporciona **alumbrado de emergencia** de tipo permanente o no permanente y que está alimentada, a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria.

Las luminarias que actúan como aparatos de emergencia alimentados por fuente central deberán cumplir lo expuesto en la **UNE-EN 60.598 -2-22**.

Los distintos aparatos de control, mando y protección generales para las instalaciones del alumbrado de emergencia por fuente central entre los que figurará un voltímetro **de clase 2,5** por lo menos, se dispondrán en un cuadro único, situado fuera de la posible intervención del público.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de **10 A como máximo**. Una misma línea **no podrá alimentar más de 12 puntos de luz** o, si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz para, alumbrado de emergencia, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre **dos líneas diferentes**, aunque su número sea inferior a doce.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, **a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas** y, cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de éstas por tabiques incombustibles no metálicos.

#### 4. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

Las instalaciones en los locales de pública concurrencia, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan.

- a) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocará junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción **ITC-BT-17**. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará en dicho punto un dispositivo de mando y protección. Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de **16 amperios** se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.
- b) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.
- c) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
- d) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas **no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas** instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.
- e) Las canalizaciones deben realizarse según lo dispuesto en las **ITC-BT-19** e **ITC-BT-20** y estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a **450/750 V**, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.
- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a **450/750 V**, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción totalmente contruidos en materiales incombustibles de resistencia al fuego **RF-120**, como mínimo.
- Conductores rígidos aislados, de tensión asignada no inferior a **0,6/1 Kv**, armados, colocados directamente sobre las paredes.

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

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma **UNE 21.123 parte 4 o 5**; o a la norma **UNE 21.1002** (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas **UNE-EN 50.085 -1** y **UNE-EN 50.086 -1**, cumplen con esta prescripción.

Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios como fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma **UNE-EN 50.200** y tendrán emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma **UNE-EN 21.123 partes 4 o 5, apartado 3.4.6**, cumplen con la prescripción de emisión de humos y opacidad reducida.

- g) Las fuentes propias de energía de corriente alterna a **50 Hz**, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de Baja Tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.

## **5. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE ESPECTÁCULOS Y ACTIVIDADES RECREATIVAS**

Además de las prescripciones generales señaladas en el capítulo anterior, se cumplirán en los locales de espectáculos las siguientes prescripciones complementarias:

- a) A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores onnipolares con la debida protección al menos, para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:
- Sala de público
  - Vestíbulo, escaleras y pasillos de acceso a la sala desde la calle, y dependencias anexas a ellos.
  - Escenario y dependencias anexas a él, tales como camerinos, pasillos de acceso a éstos, almacenes, etc.
  - Cabinas cinematográficas o de proyectores para alumbrado.

Cada uno de los grupos señalados dispondrá de su correspondiente cuadro secundario de distribución, que deberá contener todos los dispositivos de protección. En otros cuadros se ubicarán los interruptores, conmutadores, combinadores, etc. que sean precisos para las distintas líneas, baterías, combinaciones de luz y demás efectos obtenidos en escena.

- b) En las cabinas cinematográficas y en los escenarios así como en los almacenes y talleres anexos a éstos, se utilizarán únicamente canalizaciones constituidas por conductores aislados, de tensión asignada no inferior a **450/750 V**, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados. Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes estarán constituidos siempre por interruptores automáticos magnetotérmicos; las canalizaciones móviles estarán constituidas por conductores con aislamiento del tipo doble o reforzado y los receptores portátiles tendrán un aislamiento de la **clase II**.
- c) Los cuadros secundarios de distribución deberán estar colocados en locales independientes o en el interior de un recinto construido con material no combustible.
- d) Será posible cortar, mediante interruptores onipolares, cada una de las instalaciones eléctricas correspondientes a:
  - Camerinos
  - Almacenes
  - Talleres
  - Otros locales con peligro de incendio
  - Los reóstatos, resistencias y receptores móviles el equipo escénico.
- e) Las resistencias empleadas para efectos o juegos de luz o para otros usos, estarán montadas a suficiente distancia de los telones, bambalinas y demás material del decorado y protegidas suficientemente para que una anomalía en su funcionamiento no pueda producir daños. Estas precauciones se hacen extensivas a cuantos dispositivos eléctricos se utilicen y especialmente a las linternas de proyección y a las lámparas de arco de las mismas.
- f) El alumbrado general deberá ser completado por un alumbrado de evacuación, conforme a las disposiciones del apartado 3.1.1, el cual funcionará permanentemente durante el espectáculo y hasta que el local sea evacuado por el público.
- g) Se instalará iluminación de balizamiento en cada uno de los peldaños o rampas con una inclinación superior al **8%** del local con la suficiente intensidad para que puedan iluminar la huella. En el caso de pilotos de balizado, se instalará **a razón de 1 por cada metro lineal** de la anchura o fracción. La instalación de balizamiento debe estar construida de forma que el paso de alerta al de funcionamiento de emergencia se produzca cuando el valor de la tensión de alimentación descienda por debajo del **70%** de su valor nominal.

## **6. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LOCALES DE REUNIÓN Y TRABAJO**

Además de las prescripciones generales señaladas en el [capítulo 5](#), se cumplirán en los locales de reunión las siguientes prescripciones complementarias:

- A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores onipolares, al menos para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:

- Salas de venta o reunión, por planta del edificio
- Escaparates
- Almacenes
- Talleres
- Pasillos, escaleras y vestíbulos