

# Seguretat i manteniment en les instal·lacions interiors de locals, oficines i indústries

Juan Manuel Borromeo Macareno

**Adaptació de continguts:** Yolanda Parejo Romero i Joseba Zubiaurre Luso

Instal·lacions elèctriques d'interior



# Índex

<b>Introducció</b>	<b>5</b>
<b>Resultats d'aprenentatge</b>	<b>7</b>
<b>1 Normes de prevenció de riscos laborals</b>	<b>11</b>
1.1 Conceptes bàsics sobre seguretat i salut	11
1.2 Normativa legal espanyola relacionada amb la prevenció de riscos laborals	12
1.3 Factors de risc laboral	13
1.3.1 Factors de risc laborals ambientals d'origen físic, químic i biològic	13
1.3.2 Factors de risc laboral derivats de la càrrega de treball	14
1.3.3 Factors de risc laboral derivats de l'organització del treball	14
1.4 Drets i deures del treballador en la protecció davant els riscos laborals	14
1.5 Riscos genèrics i mesures preventives	15
1.5.1 Caiguda de persones a diferent nivell	15
1.5.2 Caiguda de persones al mateix nivell	16
1.5.3 Caiguda d'objectes per enderrocament o esfondrament	16
1.5.4 Caiguda d'objectes en manipulació	17
1.5.5 Projecció de fragments o partícules	17
1.5.6 Atrapament o xafada per objectes o entre objectes	18
1.5.7 Atrapament o xafada per bolcada de màquines o vehicles	18
1.5.8 Sobresforços, càrrega física	19
1.5.9 Exposició a temperatures ambientals extremes	19
1.5.10 Contactes tèrmics	20
1.5.11 Contactes elèctrics	20
1.5.12 Exposició a substàncies nocives o tòxiques	21
1.5.13 Exposicions a radiacions	21
1.5.14 Atropellaments o cops amb vehicles	22
1.6 Protecció col·lectiva i individual	22
1.7 Prevenció dels riscos elèctrics	23
1.8 Cinc regles d'or	24
1.9 Receptors elèctrics	25
1.10 Factors de risc en instal·lacions elèctriques	25
1.11 Protecció de les instal·lacions contra efectes tèrmics	26
1.11.1 Materials elèctrics davant el foc	26
1.12 Índex de protecció (IP)	26
1.13 Grau de protecció (IK)	29
<b>2 Sistemes i elements de protecció elèctrica en instal·lacions interiors de locals, oficines i indústries</b>	<b>31</b>
2.1 Protecció contra xoc elèctric	31
2.1.1 Protecció contra contactes directes	31
2.1.2 Protecció contra contactes indirectes	32
2.1.3 Sistemes de protecció per tall automàtic de l'alimentació	34
2.2 Protecció de les instal·lacions	37

2.2.1	Sobreintensitat per sobrecàrrega . . . . .	38
2.2.2	Sobreintensitat per curtcircuit . . . . .	38
2.3	Elements de protecció contra sobreintensitats . . . . .	39
2.3.1	Fusibles . . . . .	40
2.3.2	Interruptor magnetotèrmic . . . . .	44
2.4	Elements de protecció contra sobretensions . . . . .	56
2.4.1	Sobretensions permanents . . . . .	57
2.4.2	Sobretensions transitòries . . . . .	57
2.4.3	Protectors contra sobretensions . . . . .	58
<b>3</b>	<b>Instal·lacions de concurrència pública. ITC-BT-28</b>	<b>61</b>
3.1	Àmbit d'aplicació . . . . .	61
3.1.1	Locals d'espectacles i activitats recreatives . . . . .	61
3.1.2	Locals de reunió, treball i usos sanitaris . . . . .	62
3.1.3	Locals classificats segons la UNE 20460-3 . . . . .	62
3.1.4	Altres locals . . . . .	62
3.2	Càlcul de la capacitat . . . . .	63
3.3	Serveis de seguretat . . . . .	64
3.3.1	Alimentació . . . . .	65
3.3.2	Enllumenats . . . . .	66
3.4	Aparells d'enllumenat d'emergència . . . . .	73
3.4.1	Normes d'acompliment dels aparells d'emergència . . . . .	73
3.4.2	Marcatge dels aparells d'emergència . . . . .	73
3.4.3	Tipus de llums per a enllumenat . . . . .	74
3.4.4	Instal·lació dels aparells d'emergència . . . . .	77
3.5	Conductors i conductes de l'enllumenat d'emergència . . . . .	79
3.6	Sectorització de les dependències . . . . .	82

## Introducció

Les instal·lacions elèctriques tenen associat, en general, dos tipus de risc: un d'electrocució de les persones o animals domèstics i l'altre d'incendi. Així doncs, podem parlar de mesures de protecció cap a les persones i animals o de la protecció de les instal·lacions. És possible reduir aquest risc si fem una instal·lació ben dissenyada i si també hi fem revisions periòdicament.

El compliment del reglament electrotècnic per a baixa tensió garanteix la seguretat en el disseny. Però és feina del bon instal·lador fer el manteniment de les instal·lacions que ho requereixen.

En les instal·lacions de locals, oficines i indústries, s'ha de tenir més cura a l'hora d'escollir les proteccions, ja que una mala protecció pot provocar danys molt importants.

Les proteccions de les instal·lacions elèctriques són necessàries per poder evitar el deteriorament dels conductors i, en conseqüència, accidents per incendi. És tan important o més la protecció de les instal·lacions que la protecció contra el xoc elèctric.

Un instal·lador que té coneixements amplis d'electricitat no acaba de ser un bon professional si no té coneixements de com s'ha de protegir contra els perills que es trobarà en l'entorn de treball.

En el sector industrial, sobretot, són múltiples els perills que un instal·lador pot trobar, a part dels derivats dels mateixos perills elèctrics.

En el manteniment industrial és important que el tècnic electricista conegui quins són els perills i els riscos que l'envolten. No només els perills derivats de la seva activitat com a electricista, sinó també com a treballador que comparteix els mateixos riscos que la resta del personal que treballa en la indústria. Per exemple: un instal·lador que ha de fer el manteniment d'una instal·lació elèctrica d'una indústria del sector químic ha de conèixer els perills que comporta conviure en ambients perillosos per a la seva salut, i se n'ha de saber protegir adequadament.

És d'importància vital que el treballador conegui els factors de risc i la manera com es poden prevenir, i també que conegui la senyalització referida als perills que pot trobar en una indústria.

L'instal·lador ha de conèixer els tipus d'enllumenats auxiliars i les senyalitzacions que han de tenir les instal·lacions d'un local de concurrència pública.

Aquesta unitat té com a funció dins del mòdul proporcionar coneixements a l'alumne sobre els perills i els riscos. Proporcionar-li eines per poder evitar aquests riscos amb les proteccions adequades, sempre pensant en el sector on es treballa: sector industrial, comercial o d'oficines.

L'apartat "Normes de prevenció de riscos laborals" explica la normativa i la nomenclatura que es fa servir en els riscos laborals, així com les senyalitzacions associades als perills i la prevenció d'aquests riscos. En el reglament per a baixa tensió es fa referència molt sovint al grau de protecció dels elements elèctrics que s'han d'instal·lar respecte de l'entrada d'objectes sòlids o d'aigua. En aquesta unitat veurem també la protecció dels elements elèctrics respecte de l'entrada d'objectes sòlids o d'aigua i respecte d'impactes. És necessari conèixer aquests graus de protecció per poder protegir una instal·lació contra aquests factors externs i saber fer complir el reglament.

L'apartat "Sistemes i elements de protecció elèctrica en instal·lacions interiors de locals, edificis i indústries" consta dels elements de protecció, sobretot orientats a la protecció industrial, per a una protecció adequada contra sobreintensitats, contra contactes indirectes i també contra sobretensions. Els elements de protecció contra sobreintensitats i contra sobretensions són els encarregats de protegir les instal·lacions, tant els conductors com també els receptors. És molt important escollir correctament la protecció adequada per a cada cas.

L'apartat "Les instal·lacions de concurrència pública. ITC-BT-28" fa referència als mitjans de protecció per a edificis de concurrència pública. En instal·lacions qualificades de concurrència pública, en cas de fallada elèctrica, s'ha de preveure la bona evacuació de les persones sense que pateixin cap accident. En aquesta unitat veurem quines són les instal·lacions auxiliars i d'emergència necessàries per a cada tipus d'edifici, i també veurem els tipus d'enllumenat necessaris per a cada cas.

## Resultats d'aprenentatge

En finalitzar aquesta unitat l'alumne/a:

1. Munta la instal·lació elèctrica d'un local de pública concurrència, aplicant la normativa i justificant cada element en el seu conjunt.

- Realitza l'esquema de la instal·lació atenent al REBT i les especificacions del client.
- Identifica les característiques dels elements dins del conjunt de la instal·lació i en catàlegs comercials.
- Realitza el pla de muntatge de la instal·lació.
- Realitza la previsió dels mecanismes i elements necessaris.
- Comprova el correcte funcionament de l'enllumenat d'emergència (seguretat, reemplaçament i abalisament, si procedeix)
- Instal·la la font d'alimentació secundària adequada al tipus de local.
- Comprova el funcionament de la commutació entre els subministraments normal i complementari
- Comprova el correcte funcionament de tots els circuits.
- Respecta els criteris de qualitat establerts.
- Realitza el quadre general de protecció atenent el tipus d'instal·lació i el REBT.
- Instal·la els quadres de distribució secundaris necessaris.
- Utilitza les canalitzacions adequades atenent al seu ús i localització.
- Aplica les normes tecnològiques adequades al tipus de local.
- Elaborar la llista de materials i el pressupost corresponent a la solució adoptada amb suport informàtic.
- Resol satisfactòriament els problemes que es presenten.
- Actua amb responsabilitat.
- Demostra coneixement suficient de la reglamentació aplicable a les instal·lacions elèctriques en locals de pública concurrència.

2. Munta la instal·lació elèctrica d'un local destinat a ús industrial, atenent el REBT.

- Realitza l'esquema elèctric de la instal·lació a partir del REBT i especificacions del client.
- Realitza el pla de muntatge de la instal·lació.
- Realitza els càlculs necessaris (potències, seccions, entre d'altres).
- Realitza el càlcul necessari per a la col·locació de llums.

- Realitza la previsió dels mecanismes i elements necessaris.
  - Instal·la l'enllumenat adequat dependent dels usos dels diferents espais.
  - Instal·la les preses de corrent d'ús industrial dependent dels usos dels diferents espais.
  - Utilitza el tipus de canalització més adient a cada part de la instal·lació tenint en compte el seu entorn i utilització.
  - Utilitza l'eina adequada en cada moment.
  - Té en compte els temps previstos atenent un procediment de qualitat acordat.
  - Comprova el correcte funcionament de tota la instal·lació.
  - Respecta els criteris de qualitat establerts.
  - Elabora la llista de materials i el pressupost corresponent a la solució adoptada amb suport informàtic.
  - Resol satisfactòriament els problemes que es presenten.
  - Actua amb responsabilitat.
  - Demostra coneixement suficient de la reglamentació aplicable a les instal·lacions elèctriques en locals industrials.
3. Manté instal·lacions interiors de locals, oficines, i indústries aplicant tècniques de mesuraments elèctrics i relacionant la disfunció amb la causa que la produeix.
- Comprova els símptomes d'avaries a través de les mesures realitzades i l'observació de la instal·lació.
  - Formula hipòtesis raonades de les possibles causes i la seva repercussió en la instal·lació.
  - Localitza l'avaria utilitzant un procediment tècnic d'intervenció.
  - Opera amb autonomia en la resolució de l'avaria.
  - Proposa mesures de manteniment que és precís realitzar en cada circuit o element de la instal·lació.
  - Comprova el correcte funcionament de les proteccions.
  - Realitza comprovacions de les unions i dels elements de connexió.
  - Demostra coneixement suficient de la reglamentació aplicable al manteniment d'instal·lacions elèctriques interiors.
4. Verifica la posada en servei d'una instal·lació de locals, oficines o indústries, aplicant la metodologia especificada en el REBT.
- Verifica l'adequació de la instal·lació a les instruccions del REBT.
  - Comprova els valors d'aïllament de la instal·lació, d'acord amb el procediment i valors establerts en l'ITC-BT-19.
  - Mesura la resistència de la presa de terra i el corrent de fuga de la instal·lació.
  - Mesura i registra els valors dels paràmetres característics.



- Verifica la sensibilitat de disparament dels interruptors diferencials.
  - Mesura la continuïtat dels circuits.
  - Utilitza l'anàlitzador- registrador de potència i energia per a corrent alterna trifàsica amb capacitat de mesura de les següents magnituds: potència activa, tensió alterna, intensitat alterna i factor de potència.
  - Utilitza el luxímetre per mesurar l'enllumenat normal i d'emergència
  - Aplica la norma UNE 20460-6-61 en la verificació de la instal·lació.
  - Utilitza els mitjans tècnics per a categoria bàsica relacionats al REBT.
  - Opera amb autonomia en la verificació de la instal·lació.
  - Demuestra coneixement suficient de la reglamentació aplicable a la verificació de la posada en servei d'instal·lacions en locals, oficines i indústries.
5. Compleix les normes de prevenció de riscos laborals i de protecció ambiental en el muntatge i manteniment d'instal·lacions elèctriques interiors de locals, oficines i indústries, identificant els riscos associats, les mesures i equips per a prevenir-los.
- Identifica els riscos laborals en les tasques de muntatge i manteniment d'instal·lacions elèctriques interiors de locals, oficines i indústries (manipulació de materials, equips, eines, utensilis, màquines, entre d'altres).
  - Determina les mesures de seguretat i de protecció personal que s'han d'adoptar.
  - Realitza les operacions de muntatge i manteniment d'instal·lacions elèctriques interiors de locals, oficines i indústries de respectant les normes de seguretat i les mesures de prevenció de riscos.
  - Identifica les possibles fonts de contaminació de l'entorn ambiental.
  - Classifica els residus generats per a la seva retirada selectiva.
  - Valora l'ordre i la netedat d'instal·lacions i equips com a primer factor de prevenció de riscos.



## 1. Normes de prevenció de riscos laborals

En el manteniment industrial és important que el tècnic electricista conegui els perills i els riscos que l'envolten. No només els perills derivats de la seva activitat com a electricista, sinó també com a treballador que comparteix els mateixos riscos que la resta del personal que treballa en la indústria. Per aquest motiu, és important tenir coneixement de quines són les senyalitzacions, els equips de protecció individual i col·lectiu i els riscos derivats de l'activitat que es desenvolupa en aquell entorn on es troba el tècnic desenvolupant la seva activitat com a instal·lador elèctric. No és competència del tècnic electricista avaluar els riscos, sinó conèixer-los de manera pràctica i aplicar aquest coneixement en la feina del dia a dia.

### 1.1 Conceptes bàsics sobre seguretat i salut

És important conèixer quins són els conceptes bàsics i familiaritzar-se amb el tecnicisme relacionat amb la prevenció de riscos laborals:

- **Salut laboral:** l'Organització Mundial de la Salut (OMS) la defineix com l'“estat de benestar físic, mental i social complet”. És a dir, la salut en el treball no sols es refereix a l'absència de danys o malaltia, sinó també a la salut psicològica i mental del treballador en el seu lloc de treball.
- **Perill:** capacitat o propietat d'alguna cosa per ocasionar un dany.
- **Risc laboral:** possibilitat que un treballador pateixi un dany derivat de la seva activitat laboral des d'una triple dimensió: física psíquica i social.
- **Danys derivats del treball:** malalties, patologies o lesions patides amb motiu o en ocasió del treball. A l'efecte de la Llei general de Seguretat Social es pot diferenciar entre:
  - **Accident de treball:** lesió corporal que es pateix en ocasió o conseqüència de la feina, de forma imprevista, no desitjada i espontània; s'inclouen en aquest epígraf els accidents ocorreguts *initinere* (en desplaçar-se el treballador o treballadora al seu lloc de treball o en tornar-ne).
  - **Malaltia professional:** malaltia contreta com a conseqüència de la feina. És el deteriorament lent i gradual de la salut del treballador o treballadora produït per una exposició contínua a determinats factors produïts per les condicions en què s'exerceix l'activitat laboral o la seva organització.

- **Incident o accident blanc:** esdeveniment o fet no desitjat en què no es produeixen lesions en el treballador o treballadora. És un accident amb potencial lesiu que no arriba a produir un dany.
- **Tècniques de prevenció:** mesures encaminades a minimitzar, reduir i/o eliminar els riscos que hi ha en tot lloc de treball, així com a estudiar i corregir tots els factors que poden arribar a produir un accident laboral i controlar-ne les conseqüències.
- **Equip de protecció individual (EPI):** qualsevol material o equipament destinat a evitar o minimitzar un risc individual o més d'un de cada treballador.
- **Equip de treball:** qualsevol màquina, aparell, instrument o instal·lació utilitzat en la feina.
- **Llocs de treball:** àrees del centre de treball, edificades o no, en què els treballadors hagin de romandre o a què puguin accedir en la seva feina.

## 1.2 Normativa legal espanyola relacionada amb la prevenció de riscos laborals

El nucli bàsic de la normativa de prevenció de riscos laborals està basat en la Llei 31/1995, de 8 de novembre (d'ara en avant Llei de PRL).

La Llei de PRL, comprèn set capítols:

- Capítol I. Objecte, àmbit d'aplicació i definicions
- Capítol II. Política en matèria de prevenció de riscos laborals
- Capítol III. Drets i obligacions
- Capítol IV. Serveis de prevenció
- Capítol V. Consulta i participació dels treballadors
- Capítol VI. Obligacions dels fabricants, importadors i subministradors
- Capítol VII. Responsabilitats i sancions

Per tal de desenvolupar d'una manera més detallada la Llei de PRL, posteriorment es publica el Reial decret 39/1997, de 17 de gener, pel qual s'aprova el Reglament dels serveis de prevenció, així com la Llei 54/2003, de reforma de la Llei de PRL. Així mateix, i d'acord amb el que estableix la Llei de PRL, s'han publicat diversos reglaments tècnics, dels quals destaquen, entre altres, els següents:

- Sobre llocs de treball:
  - Reial decret 485/1997, sobre senyalització de seguretat i salut en el treball

- Reial decret 486/1997, sobre seguretat i salut en els llocs de treball
  
- Sobre equipament:
  - Reial decret 773/1997, sobre equipaments de protecció individual
  - Reial decret 1215/1997, sobre utilització d'equipaments de treball
  
- Sobre riscos ambientals:
  - Reial decret 664/1977, sobre exposició a agents biològics
  - Reial decret 374/2001, sobre exposició a agents químics
  
- Sobre operacions i riscos específics:
  - Reial decret 487/1997, sobre manipulació de càrregues
  - Reial decret 488/1997, sobre pantalles de visualització de dades

### 1.3 Factors de risc laboral

Quan un treballador està sotmès a un soroll molt fort, inhala un gas tòxic, carrega molt de pes a l'esquena o és obligat a treballar a ritmes forçats, s'està sotmetent a un risc laboral.

Els factors de risc es poden dividir en tres grups.

#### 1.3.1 Factors de risc laborals ambientals d'origen físic, químic i biològic

Els **factores de risc ambientals** d'origen físic, químic o biològic es refereixen a l'exposició prolongada en un ambient perjudicial per a la salut.

L'origen del risc pot ser físic, com per exemple una vibració o un soroll molt fort. També pot ser d'origen químic, com per exemple gasos tòxics, pols perjudicials per a la salut i altres agents químics que poden perjudicar la salut de les persones. Per últim, es pot parlar d'un risc biològic per exposició a un ambient contaminat de microorganismes biològics perjudicials per a la salut, com poden ser bacteris, fongs o virus.

### 1.3.2 Factors de risc laboral derivats de la càrrega de treball

Els **factors derivats** de la càrrega de treball es refereixen a les exigències psicofísiques de la labor exercida.

Hi ha dos tipus de càrregues:

- Càrrega física
- Càrrega mental o psíquica

La conseqüència d'una càrrega excessiva de treball és la fatiga, entesa com la disminució de la capacitat física i mental d'un treballador després d'haver realitzat una activitat durant un període de temps.

### 1.3.3 Factors de risc laboral derivats de l'organització del treball

Es refereixen a factors d'organització del treball:

- Ritme de treball
- Estil de comandament
- Estatus social
- Característiques de la tasca per exercir (automatisme)
- Identificació amb la tasca
- Participació, informació i comunicació

Els seus efectes són els més difícils de quantificar, ja que poden manifestar-se com a problemes d'estrès, fatiga i insatisfacció laboral.

## 1.4 Drets i deures del treballador en la protecció davant els riscos laborals

Cada treballador ha de conèixer quins són els seus drets, deures i responsabilitats. Es per això que a continuació enumerarem quins són els drets del treballador, per que així poder reclamar quins són els seus drets debant d'una situació laboral. També els treballadors han de conèixer els seus deures, per conèixer quines són les actuacions que ha de realitzar en un lloc laboral. Finalment tot dret o deure comporta una responsabilitat per part del treballador.

- Drets del treballador:
  - Tenir protecció eficaç davant dels riscos.
  - Ser informat dels riscos i de les mesures de protecció.
  - Estar sotmès a un programa de vigilància de la salut.
  - Utilitzar sistemes adequats i protegits.
  - Utilitzar EPI adequats a la tasca.
  - Interrompre el treball davant de riscos greus.
  - Realitzar una activitat adequada a la seva condició psicofísica.
  - Gaudir d'un sistema de prevenció a l'empresa.
- Deures del treballador:
  - Vetllar per la seva seguretat i la dels altres.
  - Usar correctament els mitjans i equips de protecció.
  - Usar correctament l'equip de treball.
  - Emprar correctament els dispositius de seguretat.
  - Informar ràpidament sobre situacions que comportin risc.
  - Complir les mesures de seguretat establertes.
  - Cooperar per garantir condicions laborals segures.
  - Rebre la formació pertinent.
- Responsabilitats del treballador:
  - Derivades de l'incompliment laboral.
  - Derivades d'actuacions culpables amb efectes en l'àmbit civil i/o penal.

## 1.5 Riscos genèrics i mesures preventives

Tot seguit es representen alguns dels riscos més comuns, les seves mesures preventives i els símbols més utilitzats per representar alguns dels perills i alguns dels equips de protecció individuals més utilitzats.

### 1.5.1 Caiguda de persones a diferent nivell

Un dels perills més habituals és la caiguda de persones des de llocs elevats. A continuació s'especifiquen els perills associats i les possibles accions preventives.

- Perill: escales fixes i de mà, entresolats, plataformes, buits de muntacàrregues, arbres, etc. (vegeu la figura 1.1).

- Prevenció: Baranes, senyalització, equipaments de treball adequats, EPIS, etc.

**FIGURA 1.1.** Perill de caiguda a un altre nivell



### 1.5.2 Caiguda de persones al mateix nivell

Uns dels accidents més comuns i als quals menys importància donem són els que es produeixen a un mateix nivell, ja que comporten pocs danys personals, generalment. A continuació s'especifiquen els perills associats i les possibles accions preventives.

- Perill: quan hi ha objectes abandonats als pisos (caixes, ines, materials, draps, retalls...), cables i/o tubs creuant corredors o zones de pas, estores o moquetes amb arrugues, paviments amb desnivells o irregulars, presència d'aigua, oli, etc. (vegeu la figura 1.2).
- Prevenció: orde i neteja, sòls i/o soles de sabata antilliscants.

**FIGURA 1.2.** Perill de caiguda al mateix nivell, ús obligatori de calçat de seguretat i perill de caigudes per lliscament



### 1.5.3 Caiguda d'objectes per enderrocament o esfondrament

En el cas de la construcció i en feines en què es manipulen grans càrregues amb màquines elevadores o en llocs on hi ha càrregues pesants a gran alçària, s'ha de prevenir una possible caiguda de la càrrega. Hi ha altres perills associats a la caiguda d'objectes, i un seguit d'accions preventives que podem adoptar, tal com s'especifica a continuació.

- Perill: estructures elevades, prestatgeries, piles de materials, barandats, esfondrament de pisos per sobrecàrrega, rases, etc.(vegeu la figura 1.3).



- Previsió: ordre i apilaments estables, col·locació de les prestatgeries amb molta càrrega al costat de parets fortes.

**FIGURA 1.3.** Perill de caiguda de càrregues suspeses i obligatori l'ús de casc



#### 1.5.4 Caiguda d'objectes en manipulació

La caiguda d'objectes en manipulació no comporta tants danys per a les persones com la caiguda d'un objecte molt pesant, però no per això és menys important. A més, cal destacar l'alta freqüència amb què es produeix, motiu pel qual se li dóna importància en aquest apartat. A continuació s'especifiquen els perills associats i les possibles accions preventives.

- Perill: la manipulació d'objectes i eines.
- Previsió: netejar les eines i els objectes, fer servir guants (vegeu la figura 1.4).

**FIGURA 1.4.** Perill de caiguda d'objectes i ús obligatori de guants



#### 1.5.5 Projecció de fragments o partícules

En algunes feines, l'especialista electricista ha de dur a terme les accions de tallar o esmolar, casos en què apareix el perill. A continuació esmentem el perill i les prevencions que s'han d'adoptar per evitar accidents per projecció de fragments o partícules.

- Perill: pols present en els objectes que es manipulen, espurnes d'esmolar, estelles, etc. (vegeu la figura 1.5).
- Previsió: ús d'ulleres o pantalles.

**FIGURA 1.5.** Perill de projecció de partícules i obligatori l'ús d'ulleres



### 1.5.6 Atrapament o xafada per objectes o entre objectes

Sovint, el tècnic electricista s'ha de bellugar entre màquines dins d'una indústria. Ha de saber que apropar-se a una màquina pot ser perillós i, encara més, quan és advertit del perill d'atrapament (vegeu la figura 1.6).

- Perill: engranatges, corrons, corretges de transmissió, arbres de transmissió, rodes i turbines, transportadors, mecanismes en moviment, cadenes d'arrossegament, premses, peces pesades, etc.
- Prevenció: els equipaments de treball han de tenir les mesures de seguretat adequades, per tal d'assegurar un manteniment adequat.

**FIGURA 1.6.** Perill d'atrapament



### 1.5.7 Atrapament o xafada per bolcada de màquines o vehicles

Quan, normalment, una persona no treballa en una zona determinada ha de saber quins perills hi ha. A continuació s'indiquen els perills i la possible prevenció d'aquests.

- Perill: girs de carretons elevadors en rampes, excessos de velocitat, treballs prop de rases o desnivells, etc. (vegeu la figura 1.7).
- Prevenció: no girar en rampes amb carretons elevadors, no circular pels cantells de rases, respectar la velocitat, disposar de l'ancoratge adequat de les grues, etc.

**FIGURA 1.7.** Perill circulació de carretons



### 1.5.8 Sobresforços, càrrega física

- Perill: maneig de càrregues a braç, escatat manual, treballs en cadena, treball en postures inadequades i amb moviments repetitius, etc.
- Prevenició: utilitzar, si és possible, mitjans mecànics; alçar les càrregues flexionant els genolls i mantenint la columna recta; establir pauses; obtenir l'ajuda de tercers, etc.

### 1.5.9 Exposició a temperatures ambientals extremes

L'accés a zones on s'ha de fer un manteniment elèctric, i la temperatura ambient hi és molt alta o molt baixa, requereix que l'instal·lador estigui preparat per treballar en aquesta zona i conegui les indicacions necessàries per poder desenvolupar la feina. A continuació s'especifiquen els perills i la prevenició d'aquests.

- Perill: forns, calderes, foses, túnels, cambres frigorífiques, etc. (vegeu la figura 1.8).
- Prevenició: beure aigua amb isotònics, per tal d'evitar la deshidratació quan es treballi a altes temperatures; utilitzar roba adequada en situacions de fred. Adequar el temps d'exposició.

**FIGURA 1.8.** Els senyals que estan per ordre: perill de molta baixa temperatura, perill de molt alta temperatura, utilització d'indumentària especial i ús de protecció per altes temperatures.



### 1.5.10 Contactes tèrmics

El treball de reparació i instal·lació en indústries ens obliga a conèixer el perill de treballar al costat de màquines i canonades a altes temperatures. Ara veurem els perills que es pot trobar un instal·lador en una indústria i les maneres com pot prevenir un accident.

- Perill: forns, estufes, calderes, canonades, fuites de vapor, líquids calents, flames, bufadors, metalls en fusió, resistències elèctriques, gasos líquats (nitrogen, extintors de diòxid de carboni, etc.), instal·lacions frigorífiques, etc. (vegeu la figura 1.9).
- Prevenció: cobrir les parts calentes amb material aïllant; allunyar-se, si és possible, dels punts calents; senyalitzar i utilitzar guants o roba adequada, etc.

**FIGURA 1.9.** ús obligatori de guants.



### 1.5.11 Contactes elèctrics

Els contactes elèctrics són un dels perills que es troba l'instal·lador, si bé no és el més freqüent, però és el perill que coneix més bé i del qual està més protegit. A continuació veurem els perills i les prevencions adoptades.

- Perill: parts actives dels materials i equipaments (cables, clavilles, bases d'endolls en mal estat, etc.) o en contactar amb masses posades accidentalment en tensió (maquinària, eines d'accionament elèctric, etc.) (vegeu la figura 1.10).
- Prevenció: comprovar el bon estat dels cables, endolls, connexions, etc.; no efectuar reparacions provisionals, les reparacions les ha de fer un electricista professional.

**FIGURA 1.10.** Ús obligatori de botes aïllants, ús obligatori de guants aïllants i perill d'electrocució



### 1.5.12 Exposició a substàncies nocives o tòxiques

En algunes zones és obligatori utilitzar proteccions per evitar la inhalació de partícules perjudicials per a la salut. Per això, el desconeixement dels productes químics emmagatzemats i de les reaccions químiques obliga a senyalitzar en la zona l'obligatorietat de l'ús de mascareta. A continuació podeu veure els perills i els mètodes de prevenció.

- Perill: ús o manipulació de productes químics, com ara pintures, dissolvents, pols de sílice, amiant, vapors àcids, monòxid de carboni, clorur de vinil, fluids frigorífics, formaldehid, fums de soldadura, fitosanitaris, etc. (vegeu la figura 1.11).
- Prevenció: llegir les etiquetes i demanar les fitxes de seguretat dels productes per manipular; no fer barreges incontrolades de productes químics (lleixiu, sulfurant); fer ús de les mesures de protecció col·lectiva (ventilació, etc.) i, si fa al cas, utilitzar l'EPI adequat (màscara de protecció, etc.).

**FIGURA 1.11.** Matèries nocives, productes tòxics i ús obligatori de màscara



### 1.5.13 Exposicions a radiacions

Quan un instal·lador accedeix a una zona on hi pot haver radiacions ha de ser conscient dels perills que comporta. A continuació s'esmenten els perills i la prevenció necessària per evitar els accidents.

- Perill: instal·lacions i treballs on s'empren rajos X (sanitat, assajos no destructius, etc.), rajos gamma, radiació ultraviolada (soldadura, túnels de polimerització, cambres de selecció, etc.) (vegeu la figura 1.12).

- **Prevenció:** utilitzar les mesures de protecció col·lectives i individuals adequades (apantallaments, màscara, ulleres, guants i roba de protecció). Senyalitzar les instal·lacions.

**FIGURA 1.12.** Perill de radiacions electromagnètiques, perill de camps magnètics elevats i perill de radiació laser



### 1.5.14 Atropellaments o cops amb vehicles

De la mateixa manera que una persona que circula pel carrer ha de conèixer els perills que hi ha, un instal·lador que circula per un entorn industrial o una obra civil ha de saber que hi ha el perill d'atropellament. Els senyals que ens indiquen la presència i la circulació de certs vehicles ens informen dels perills (vegeu la figura 1.13).

- **Perill:** maneig de tractors, carretons elevadors, carros de transport interior, pales excavadores i vehicles en general.
- **Prevenció:** utilitzar roba molt visible; senyalitzar corredors per a vianants i vehicles; evitar circular o treballar al voltant de maquinària en moviment; disposar, en la maquinària mòbil, de miralls retrovisors que eviten els punts morts i miralls convexos en zones de pas.

**FIGURA 1.13.** Perill de circulació de camions, perill de circulació de carretons



## 1.6 Protecció col·lectiva i individual

Per protegir un treballador d'un perill es pot fer de dues maneres:

- **Equips de protecció individual (EPI):** protecció només per a una persona.
- **Protecció col·lectiva:** protecció per a totes les persones que accedeixen a la zona de perill.

Els equips de protecció individual sempre van lligats a l'ús del treballador. Si el treballador no utilitza la protecció individual, queda desprotegit. Però si el que es fa és protegir amb una protecció col·lectiva, el treballador queda protegit encara que no adopti les mesures de protecció. Les proteccions individuals s'utilitzen en treballs en què sigui obligatori utilitzar-les, com per exemple un guants aïllants elèctricament en reparacions en tensió.

Els **equips de protecció individuals** són equips que porta l'operari per protegir-se dels perills a què queda exposat en la seva feina.

Els equips més comuns en un instal·lador autoritzat són els següents:

- Casc de seguretat: per protegir el cap de caigudes d'objectes o cops amb elements de la construcció.
- Taps: per protegir-se contra sorolls forts de l'entorn.
- Orelleres: per protegir-se contra sorolls molt alts continus i propers.
- Casc antisoroll: combinació de casc i orelleres.
- Ulleres: protecció per als ulls contra radiacions perilloses o contra partícules.
- Pantalla per soldar: protecció imprescindible per a la protecció de la pell de la cara i la visió, protegeix contra les radiacions UV i les guspises.
- Pantalla de protecció facial: per protegir la cara d'espurnes o petits objectes que puguin sortir disparats durant la feina de l'operari.
- Equips filtrants de partícules: mascaretes especials destinades a filtrar un determinat tipus de partícules que floten en l'atmosfera o que poden sortir disparades en l'execució d'una determinada feina.
- Faixa: element indispensable per aixecar grans càrregues o manipular-les.
- Guants: protecció mecànica i també protecció elèctrica per a les mans.
- Calçat antielectricitat: protecció contra contactes directes o indirectes.
- Botes reforçades: protecció mecànica del peu contra l'esclafament o contra punxades amb objectes punxants.
- Arnesos, cinturons de subjecció: protecció contra caigudes de grans alçades.

## 1.7 Prevenció dels riscos elèctrics

Els riscos elèctrics derivats del manteniment i l'ús de les instal·lacions elèctriques d'interior en indústries, comerços i oficines són els mateixos que hi ha en una

altra instal·lació d'interior. Hi ha més perills en una instal·lació industrial que en qualsevol instal·lació interior. Per evitar qualsevol accident l'instal·lador ha de prendre algunes mesures de protecció; com l'ús d'equips de protecció individual i el bon ús de la instal·lació. En les instal·lacions elèctriques els factors de risc són majoritàriament per contactes elèctrics. És per això que la prevenció sempre està destinada a evitar el contacte elèctric amb les parts metàl·liques de la instal·lació susceptibles d'estar en tensió respecte de terra. En el manteniment de les instal·lacions elèctriques és bàsic i imprescindible tenir coneixement de les cinc regles d'or.

## 1.8 Cinc regles d'or

Les **cinc regles d'or** són accions que ha de fer un instal·lador autoritzat abans de començar a fer una reparació elèctrica sense tensió.

En instal·lacions d'alta tensió són les regles més importants que s'han de seguir en termes de seguretat. En instal·lacions interiors de baixa tensió moltes vegades no podem complir totes les regles, però sempre s'ha d'intentar complir-les totes. Un reparador d'instal·lacions elèctriques ha de conèixer les cinc regles d'or per treballar sense tensió i també saber aplicar-les:

1. **Obrir amb tall visible totes les fonts de tensió:** en primer lloc, sempre s'ha de tallar el circuit d'una manera que sigui visible. L'accionament de la palanca d'un magnetotèrmic per desconnectar un circuit és un exemple de com es pot obrir un circuit de manera visible.
2. **Enclavar o bloquejar, si és possible, els aparells de tall:** per evitar que una altra persona torni a tancar el circuit mentre l'operari treballa amb la línia seccionada, s'ha de bloquejar l'interruptor. Els interruptors magnetotèrmics d'ús industrial permeten l'enclavament mecànic amb clau.
3. **Reconèixer l'absència de tensió:** aquest pas és necessari, ja que encara que en seguir els dos passos anteriors semblaria que no hi hauria d'haver tensió, pot ser que s'hagi desconnectat una altra línia per equivocació. Per això és necessari comprovar amb el multímetre si tenim tensió o no.
4. **Posar a terra i en curtcircuit totes les fonts de tensió:** en cas que siguin línies molt llargues o línies que alimenten condensadors, s'han de descarregar cap a terra. El curtcircuit és una mesura més de protecció que fa que en cas que aparegui accidentalment una tensió en la línia aquesta queda en curtcircuit i fa saltar les proteccions. El curtcircuit s'ha de fer allunyat de la zona de treball per evitar cremades provocades pel curtcircuit.
5. **Senyalitzar i delimitar la zona:** aquesta última mesura és necessària per evitar l'accés d'altres persones a la zona on s'està fent la reparació. S'han






de posar barreres i cartells que indiquin que es fan reparacions elèctriques a la zona.

## 1.9 Receptors elèctrics

Els receptors elèctrics estan classificats en funció de la seva protecció elèctrica en quatre classes, començant des de la classe 0 fins a la classe 3 (vegeu la taula 1.1). La classe 0 no té cap tipus de protecció, la protecció de classe 1 té una protecció mitjançant un conductor de protecció. La classe 2 té una doble protecció i és per això que no cal conductor de protecció (connexió a terra), ja que no hi ha cap element metàl·lic que pugui estar en contacte amb les persones. Per últim, la classe 3 tampoc té connexió a terra i a més funciona amb molt baixa tensió de seguretat (MBTS).

TAULA 1.1. Classe de protecció dels receptors

	Classe 0	Classe I	Classe II	Classe III
<b>Característiques principals dels aparells</b>	Sense mitjans de protecció (la protecció es basa només en l'aïllament funcional)	Mitjans de connexió a terra previstos (mitjançant un conductor de protecció)	Aïllament suplementari però sense mitjans de protecció per posada a terra	Previstos per ser alimentats amb tensió de seguretat (MBTS)
<b>Precaucions de seguretat</b>	Entorn aïllat de terra	Connexió a la presa de terra de protecció	No és necessària cap protecció	Connexió a molt baixa tensió de seguretat
<b>Símbol</b>	Classe 0 o sense indicació			

## 1.10 Factors de risc en instal·lacions elèctriques

En les instal·lacions elèctriques els factors de risc són majoritàriament per contactes elèctrics. És per això que la prevenció sempre estarà destinada a evitar el contacte elèctric amb les parts metàl·liques de la instal·lació susceptibles d'estar en tensió respecte de terra. Hi ha altres factors de risc pròpiament elèctrics que no deriven dels contactes elèctrics, com poden ser les exposicions a camps electromagnètics intensos.

## 1.11 Protecció de les instal·lacions contra efectes tèrmics

La majoria de fallades en instal·lacions elèctriques causen incendis. Per evitar que una instal·lació elèctrica produeixi un incendi és important que les connexions estiguin ben fetes. També és important que els materials que es fan servir siguin no propagadors de la flama. En instal·lacions industrials han de coexistir amb altres instal·lacions no elèctriques. Quan la instal·lació elèctrica ha d'anar al costat d'una canalització d'aigua calenta, vapor o altre fluid a temperatures altes, aquesta instal·lació ha d'estar convenientment protegida contra les temperatures altes amb els mètodes següents:

- Pantalla de protecció calorífuga.
- Allunyament suficient de les fonts de calor.
- Elecció de la canalització adequada que suporti els efectes nocius que es puguin produir.
- Modificació del material aïllant que s'ha de fer servir.

Aquestes mesures són les que ens marca l'REBT a la ITC BT 21.

### 1.11.1 Materials elèctrics davant el foc

Amb el reglament electrotècnic de baixa tensió és obligatori l'ús de cables no propagadors de la flama i de baixa opacitat. Les canalitzacions elèctriques també han de ser no propagadores de la flama.



Cable de General Cable RZ1

També és molt important que els conductors i canalitzacions no generin fums de gran opacitat, ja que podrien fer que les sortides d'emergència no fossin visibles. En instal·lacions en locals de concurrència pública i en instal·lacions industrials on el projecte ho especifiqui s'ha de fer la instal·lació elèctrica amb conductors lliures d'halògens, no propagadors de la flama i fums d'opacitat reduïda.

## 1.12 Índex de protecció (IP)

L'**índex de protecció** és un sistema de codificació per indicar els graus de protecció proporcionats per l'embolcall contra l'accés a les parts perilloses, contra la penetració de cossos sòlids estranys, contra la penetració d'aigua i per subministrar informació addicional unida a la protecció referida.

El codi IP està format per dos nombres d'una xifra cadascun, situats immediatament després de les lletres "IP", i independents l'un de l'altre. El nombre que va en primer lloc, normalment denominat "primera xifra característica", indica la protecció de les persones contra l'accés a parts perilloses (típicament parts sota tensió o peces en moviment que no siguin eixos rotatius i anàlegs), i limita o impedeix la penetració d'una part del cos humà o d'un objecte agafat per una persona, i garanteix simultàniament la protecció de l'equip contra la penetració de cossos sòlids estranys. La primera xifra característica està graduada de 0 (zero) a 6 (sis) i a mesura que va augmentant el valor d'aquesta xifra, indica que el cos sòlid que l'embolcall deixa penetrar és menor (vegeu la taula 1.2).

**TAULA 1.2.** Graus de protecció indicats per la primera xifra característica

Xifra	Descripció abreviada	Indicació breu sobre els objectes que no poden penetrar en l'embolcall
0	No protegida	Sense protecció particular
1	Protegida contra cossos sòlids de més de 50 mm	Cossos sòlids amb un diàmetre superior a 50 mm
2	Protegida contra cossos sòlids de més de 12 mm	Cossos sòlids amb un diàmetre superior a 12 mm
3	Protegida contra cossos sòlids de més de 2,5 mm	Cossos sòlids amb un diàmetre superior a 2,5 mm
4	Protegida contra cossos sòlids de més d'1 mm	Cossos sòlids amb un diàmetre superior a 1 mm
5	Protegida contra penetració de pols	No s'impedeix totalment l'entrada de pols, però la pols no hi entra en quantitat suficient per arribar a perjudicar el funcionament satisfactori de l'equip.
6	Totalment estanc a la pols	Cap entrada de pols

El nombre que va en segon lloc, normalment denominat "segona xifra característica" (vegeu la taula 1.3), indica la protecció de l'equip a l'interior de l'embolcall contra els efectes perjudicials causats per la penetració d'aigua. La segona xifra característica està graduada de manera similar a la primera, de 0 (zero) a 8 (vuit). A mesura que en va augmentant el valor, la quantitat d'aigua que intenta penetrar a l'interior de l'embolcall és més gran i també es projecta en més direccions (xifra 1 caiguda de gotes en vertical i xifra 4 projecció d'aigua en totes direccions).

**TAULA 1.3.** Graus de protecció indicats per la segona xifra característica

Xifra	Descripció abreviada	Indicació breu sobre els objectes que no poden penetrar en l'embolcall
0	No protegida	Sense protecció particular
1	Protegida contra la caiguda vertical de gotes d'aigua	La caiguda vertical de gotes d'aigua no ha de tenir efectes perjudicials.
2	Protegida contra la caiguda de gotes d'aigua amb una inclinació màxima de 15°	La caiguda vertical de gotes d'aigua no ha de tenir efectes perjudicials quan l'embolcall està inclinat fins a 15° respecte de la posició normal.

TAULA 1.3 (continuació)

Xifra	Descripció abreujada	Indicació breu sobre els objectes que no poden penetrar en l'embolcall
3	Protegida contra la pluja fina (polvoritzada)	L'aigua polvoritzada de pluja que cau en una direcció que forma un angle de fins a 60° amb la vertical no ha de tenir efectes perjudicials.
4	Protegida contra dolls d'aigua	L'aigua projectada en totes direccions sobre l'embolcall no ha de tenir efectes perjudicials.
5	Protegida contra dolls d'aigua	L'aigua projectada amb l'ajuda d'un broc, en totes les direccions, sobre l'embolcall, no ha de tenir efectes perjudicials.
6	Protegida contra forts dolls d'aigua o contra mar gruixuda	Sota els efectes de forts dolls d'aigua o amb mar gruixuda, l'aigua no ha de penetrar en l'embolcall en quantitats perjudicials.
7	Protegida contra els efectes de la immersió	Quan se submergeix l'embolcall en aigua en unes condicions de pressió i amb una duració determinada, no ha de ser possible la penetració d'aigua en l'interior de l'embolcall en quantitats perjudicials.
8	Protecció contra la immersió prolongada	L'equip és adequat per a la immersió prolongada en aigua sota les condicions especificades pel fabricant.

Adicionalment, de manera opcional i per tal de proporcionar informació suplementària sobre el grau de protecció de les persones contra l'accés a parts perilloses, pot complementar-se el codi IP amb una lletra col·locada immediatament després de les dues xifres característiques. Aquestes lletres addicionals (A, B, C o D), a diferència de la primera xifra característica que proporciona informació de com l'embolcall prevé la penetració de cossos sòlids, proporcionen informació sobre l'accessibilitat de determinats objectes o parts del cos a les parts perilloses a l'interior de l'embolcall (vegeu la taula 1.4).

TAULA 1.4. Descripció de la protecció proporcionada per les lletres addicionals

Lletra	L'embolcall impedeix accedir a parts perilloses amb:
A	Una gran superfície del cos humà, com podria ser la mà (però no impedeix la penetració deliberada). Prova amb: esfera de 50 mm.
B	Els dits o objectes anàlegs que no excedeixin una longitud de 80 mm. Prova amb: dit de 12 mm de diàmetre i 80 mm de longitud.
C	Eines, filferros, etc. amb diàmetre o espessor superior a 2,5 mm. Prova amb: vareta de 2,5 mm de diàmetre i 100 mm de longitud.
D	Filferros o cintes amb una espessor superior a 1 mm. Prova amb: vareta d'1 mm de diàmetre i 100 mm de longitud.

En ocasions, alguns embolcalls no tenen especificada una xifra característica, bé perquè no és necessària per a una aplicació concreta, bé perquè no han estat assajats en aquest aspecte. En aquest cas, la xifra característica corresponent se substitueix per una “X”, com per exemple, IP2X, que indica que l’embolcall proporciona una determinada protecció contra la penetració de cossos sòlids, però que no ha estat assajat referent a la protecció contra la penetració de l’aigua. Pot donar-se el cas que un determinat embolcall proporcioni dos graus de protecció diferents en funció de la posició de muntatge. Si aquest fos el cas, sempre s’ha d’indicar aquest aspecte en les instruccions que subministri el fabricant. El marcatge del grau de protecció IP en els embolcalls sol adoptar la forma de les mateixes xifres, per exemple “IP 54”. No obstant això, en algunes ocasions les xifres característiques poden substituir-se per símbols, com s’indica en la taula 1.5 següent.

TAULA 1.5. Símbols utilitzats normalment per als graus de protecció

IP5X	Malla sense requadre
IP6X	Malla amb requadre
IPX1	Una gota
IPX3	Una gota dintre d'un requadre
IPX4	Una gota dintre d'un triangle
IPX5	Dues gotes, cadascuna dintre d'un triangle
IPX7	Dues gotes
IPX8	Dues gotes seguides d'una indicació de la profunditat màxima d'immersió en metres

### 1.13 Grau de protecció (IK)

El **grau de protecció** és un sistema de codificació per indicar el grau de protecció proporcionat per l’embolcall contra els impactes mecànics nocius, de manera que salvaguarda els materials o equips que hi ha a l’interior.

El codi IK es designa amb un nombre graduat de zero (0) a deu (10); a mesura que el nombre va augmentant indica que l’energia de l’impacte mecànic sobre l’embolcall és més gran. Aquest nombre sempre es mostra format per dues xifres. Per exemple, el grau de protecció IK 05 indica únicament que és el número 5. Malgrat que aquest és un sistema que pot utilitzar-se per a la gran majoria dels tipus d’equips elèctrics, no es pot suposar que tots els graus de protecció possibles siguin aplicables a tots els equips elèctrics. Generalment, el grau de protecció s’aplica a l’embolcall íntegrament. Si alguna part d’aquest embolcall té un grau de protecció diferent, s’ha d’indicar per separat en les instruccions o documentació del fabricant de l’embolcall. En la taula 1.6 s’indiquen els diferents graus de protecció \*IK amb l’energia de l’impacte associada a cadascun. També s’indica l’equivalència en pes i altura de caiguda de la peça que colpeja sobre l’embolcall, de manera que, per

exemple, un grau de protecció IK 07 és aquell en el qual l'embolcall, en els punts que es consideressin més febles, suportaria un impacte d'una peça de poliamida o d'acer arrodonida, de 500 g de pes, que caigués des d'una altura de 400 mm.

**TAULA 1.6.** Graus de protecció IK

<b>Grau IK</b>	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
<b>Energia (J)</b>	–	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
<b>Massa i alçada de la peça de colpeig</b>	–	0,2 kg 70 mm	0,2 kg 100 mm	0,2 kg 175 mm	0,2 kg 250 mm	0,2 kg 350 mm	0,5 kg 200 mm	0,5 kg 400 mm	1,7 kg 295 mm	5 kg 200 mm	5 kg 400 mm

## 2. Sistemes i elements de protecció elèctrica en instal·lacions interiors de locals, oficines i indústries

Les instal·lacions elèctriques tenen associat, en general, dos tipus de risc: un d'electrocució de les persones o animals domèstics i l'altre d'incendi. Així doncs, podem parlar de mesures de protecció cap a les persones i animals o de la protecció de les instal·lacions. És possible reduir aquest risc si fem una instal·lació ben dissenyada i si hi fem revisions periòdicament. El compliment del reglament electrotècnic per a baixa tensió garanteix la seguretat en el disseny. Però és feina del bon instal·lador fer el manteniment de les instal·lacions que així ho requereixen. En les instal·lacions de locals, oficines i indústries, s'ha de tenir més cura a l'hora d'escollir les proteccions, ja que una mala protecció pot provocar danys molt importants. La protecció contra el xoc elèctric és la manera de protegir les persones i animals domèstics contra l'electrocució.

### 2.1 Protecció contra xoc elèctric

L'única manera que una persona pot patir un xoc elèctric és si dues parts del seu cos estan sotmeses a diferents potencials elèctrics. Si evitem que es produeixi aquesta diferència de potencial, protegim la persona contra un xoc elèctric. Quan una persona entra en contacte amb una part de la instal·lació sotmesa a un potencial elèctric, direm que ha efectuat un contacte elèctric. Els contactes elèctrics poden ser de dos tipus:

- Contacte directe: contacte de persones o animals amb parts actives dels materials i equips.
- Contacte indirecte: contacte de persones o animals domèstics amb parts que s'han posat sota tensió com a resultat d'una fallada de l'aïllament.

#### 2.1.1 Protecció contra contactes directes

Per poder protegir una persona contra l'electrocució derivada d'un contacte directe hem d'impedir que la persona pugui tocar la part activa en qüestió de forma accidental. Per aquest motiu podem evitar un contacte directe, segons l'REBT ITC-BT-24, de les maneres següents:

- Protecció per aïllament de les parts actives.
- Protecció mitjançant barreres o embolcalls.

- Protecció mitjançant obstacles.
- Protecció per ubicació fora de l'abast per allunyament.

## 2.1.2 Protecció contra contactes indirectes

Un contacte indirecte es produeix en tocar una part de la instal·lació no activa i que està sotmesa a una tensió o potencial respecte de terra, de manera accidental. Aquest potencial s'anomena tensió de contacte ( $U_c$ ). Entre els tipus de protecció per evitar el contacte indirecte, tenim les anomenades proteccions per eliminació del risc d'electrocució i els sistemes per tall automàtic de l'alimentació.

### Sistemes de protecció per eliminació de risc d'electrocució

Consisteixen a eliminar el risc d'electrocució, de manera que és molt poc probable que es produeixi un accident per contacte indirecte. Es pot eliminar el risc si tenim la seguretat que no pot aparèixer mai una tensió de contacte perillosa.

La **tensió de contacte ( $U_c$ )** apareix entre parts accessibles simultàniament, quan hi ha una fallada de l'aïllament.

#### a) Protecció per connexió equipotencial local no connectada a terra

Podem assegurar que no hi ha una diferència de potencial entre les masses i les altres parts conductores de la instal·lació si totes les parts de la instal·lació tenen el mateix potencial. Ho podem aconseguir mitjançant una connexió equipotencial.

La **connexió equipotencial** és una connexió elèctrica que posa al mateix potencial, o a potencials pràcticament iguals, les parts conductores accessibles i els elements conductors.

Aquest sistema de protecció consisteix a connectar totes les masses i tots els elements conductors que siguin simultàniament accessibles mitjançant un conductor d'equipotencialitat.

La connexió equipotencial local feta d'aquesta manera no ha d'estar connectada a terra, ni directament ni a través de masses o elements conductors.

S'han d'adoptar disposicions per assegurar l'accés de persones a l'emplaçament considerat sense que estiguin exposades a una diferència de potencial perillosa.

#### b) Protecció per separació de circuits

En cas que el circuit separat només alimenti un aparell, les masses del circuit no han d'estar connectades a un conductor de protecció. En el cas d'un circuit separat que alimenti molts aparells, s'han de satisfer les prescripcions següents:

La norma UNE 20460 4-41 enuncia el conjunt de prescripcions que ha de garantir aquesta protecció.



- Les masses del circuit separat s'han de connectar entre si mitjançant conductors d'equipotencialitat aïllats, no connectats a terra. Aquests conductors no s'han de connectar ni a conductors de protecció ni a masses d'altres circuits ni a elements conductors.
- Totes les bases de preses de corrent han d'estar proveïdes d'un contacte de terra, que ha d'estar connectat al conductor d'equipotencialitat descrit a l'apartat anterior.
- Tots els cables flexibles d'equips que no siguin de classe II han de tenir un conductor de protecció utilitzat com a conductor d'equipotencialitat.
- En cas que hi hagi dos errors francs que afectin dues masses i que estiguin alimentats per dos conductors de polaritat diferent, hi ha d'haver un dispositiu de protecció que garanteixi el tall del subministre en un temps com a màxim igual al que indica la taula 2.1:

**TAULA 2.1.** Temps màxim d'interrupció dels dispositius de protecció

U <sub>o</sub> (V)	Temps d'interrupció (s)
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

### c) Sistema de protecció per a l'ús d'equips de classe II o per a aïllament equivalent

L'aïllament de classe II d'un material elèctric consisteix a protegir contra xocs elèctrics mitjançant un doble aïllament o aïllament reforçat. Aquestes mesures no suposen la utilització del sistema de posada a terra per a la protecció i no depenen de les condicions de la instal·lació. S'assegura aquesta protecció per:

- Utilització d'equips amb un aïllament doble o reforçat (classe II).
- Conjunts d'aparellatge construïts en fàbrica i que tinguin aïllament equivalent (doble o reforçat).
- Aïllaments suplementaris muntats en el curs de la instal·lació elèctrica que aïllin equips elèctrics que tinguin únicament un aïllament principal.
- Aïllaments reforçats muntats en el curs de la instal·lació elèctrica que aïllin les parts actives descobertes, quan per construcció no sigui possible utilitzar un doble aïllament.

El símbol que s'utilitza per expressar la presència d'un doble aïllament és un quadrat dins d'un altre quadrat.

Un material elèctric de classe II no té cap connexió a terra, ja que el seu doble aïllament no deixa accedir la persona a les parts metàl·liques del material, susceptibles d'estar sotmeses a un potencial elèctric perillós.

### 2.1.3 Sistemes de protecció per tall automàtic de l'alimentació

Aquest tipus de protecció per si sol no té sentit, sinó que ha d'anar combinat amb el sistema de connexió a terra de la instal·lació. Consisteix a tallar el subministrament elèctric en el moment en què es produeix un contacte indirecte. El dispositiu que s'encarregarà de tallar el subministrament dependrà de l'esquema de distribució de l'energia elèctrica. Els esquemes de distribució es defineixen en funció del següent:

- Connexions a terra del neutre de la xarxa d'alimentació.
- Connexió de les masses de la instal·lació receptora a terra.

Els esquemes de distribució es denominen amb un codi de lletres, que tenen el significat següent:

La primera lletra: es refereix a la situació de l'alimentació respecte de terra.

- T = Connexió directa d'un punt d'alimentació a terra.
- I = Aïllament de totes les parts actives de l'alimentació respecte de terra o connexió d'un punt a terra mitjançant una impedància.

La segona lletra: es refereix a la situació de les masses de la instal·lació receptora respecte de terra.

- T = Masses connectades directament a terra, independentment de l'eventual posada a terra de l'alimentació.
- N = Masses connectades directament al punt de l'alimentació posat a terra (en corrent alterna, aquest punt és normalment el neutre).

Altres lletres (eventuals): es refereixen a la situació relativa del conductor neutre i el conductor de protecció.

- S = Les funcions de neutre i de protecció, assegurades per conductors separats.
- N = Les funcions de neutre i de protecció, combinades en un sol conductor (conductor CPN).

#### a) Esquema TN

Els esquemes TN tenen el neutre connectat directament a terra i les masses de la instal·lació receptores connectades en aquest mateix punt, mitjançant conductors de protecció. Es distingeixen tres tipus d'esquemes TN segons la disposició relativa del conductor neutre i del conductor de protecció:

---

En la ITC BT 08 es defineixen aquest tipus de sistemes de connexió del neutre i de les masses en les xarxes de distribució d'energia elèctrica.

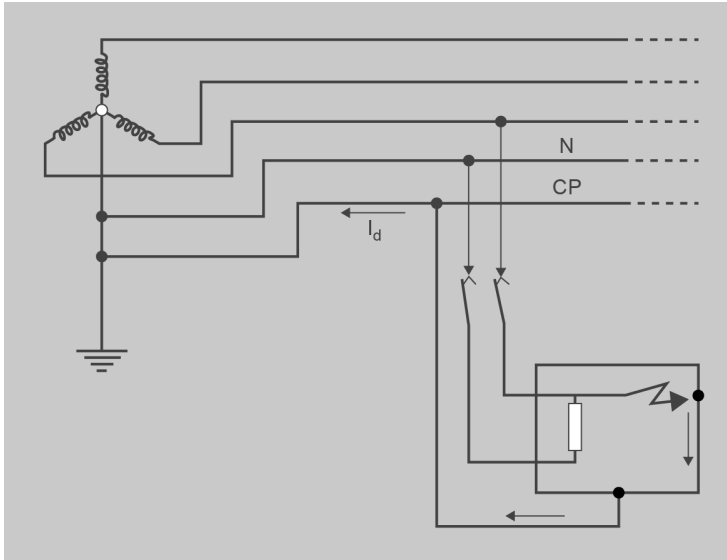
---

A la Norma UNE 20460-4-41:1998 s'especifica més sobre les proteccions contra els xocs elèctrics.

---

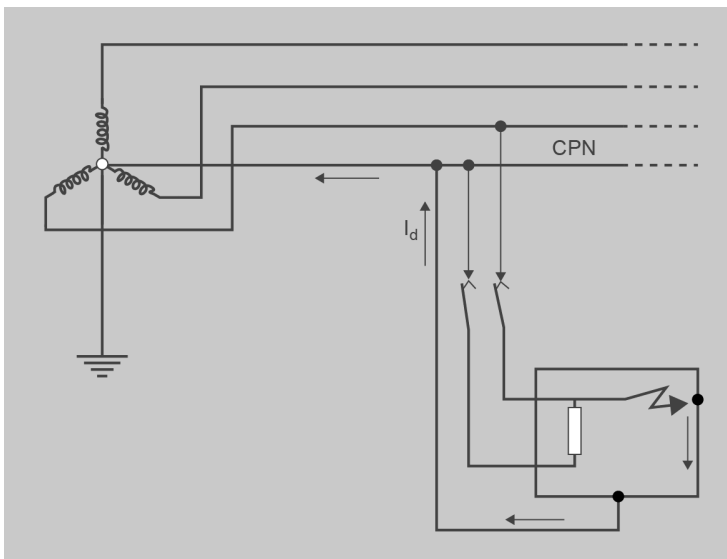
Esquema TN-S: en què el conductor neutre i el de protecció són diferents en tot l'esquema (figura 2.1).

FIGURA 2.1. Esquema TN-S



Esquema TN-C: en què el conductor neutre i el de protecció són un únic conductor (CPN) (figura 2.2).

FIGURA 2.2. Esquema TN-C



En aquests tipus d'esquema les derivacions són curtcircuits.

La protecció s'assegura amb un curtcircuit quan apareix un defecte cap a la massa del receptor. El tall es produeix quan es produeix un primer defecte. Les proteccions i les seccions dels conductors s'han de dissenyar de manera que si es produeix una fallada en qualsevol punt de la instal·lació, d'impedància molt baixa, entre un conductor de fase i el conductor de protecció o una massa, el tall automàtic s'efectuï en un temps igual, com a màxim, al valor especificat, i es compleixi la condició següent:

$$Z_s \cdot I_a = U_0$$

On:

- $Z_s$  és la impedància del bucle de defecte.
- $I_a$  és el corrent que assegura el funcionament del dispositiu de tall automàtic en un temps com a màxim igual al definit en la taula 2.1. En cas de fer servir un dispositiu de corrent diferencial-residual,  $I_a$  és el corrent diferencial assignat.
- $U_0$  és la tensió nominal entre fase i terra, valor eficaç en corrent altern.

La **impedància de bucle de defecte ( $Z_s$ )** és la suma de les impedàncies que es va trobant el corrent de defecte al seu pas.

En l'esquema TN poden utilitzar-se els dispositius de protecció següents:

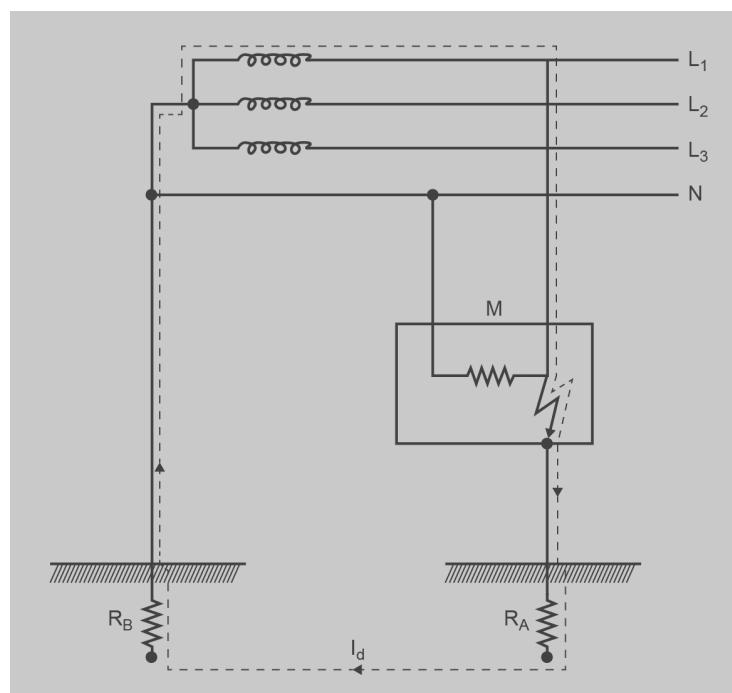
- Fusibles o interruptors automàtics.
- Dispositius de protecció de corrent diferencial-residual. (Aquesta protecció no es pot fer servir quan hi ha el conductor CPN.)

Esquema TN-C-S: en què el conductor neutre i el de protecció són un únic conductor (CPN) i en un punt de la instal·lació se separen en dos conductors separats.

### b) Esquema TT

L'esquema TT té un punt de l'alimentació, generalment el neutre o compensador, connectat directament a terra. Les masses de la instal·lació receptora estan connectades a una presa de terra separada de la presa de terra de l'alimentació (vegeu la figura 2.3).

FIGURA 2.3. Esquema TT



### c) Esquema IT

Aquest tipus d'esquema té un neutre aïllat de terra o connectat mitjançant una impedància de valor alt. Les masses de la instal·lació receptora estan connectades a terra. En cas que hi hagi un primer defecte, el corrent és molt petit i no és necessari tallar-lo immediatament. Aquest corrent pot ser detectat per un controlador d'aïllament que actui sobre un senyal acústic o visual. D'aquesta manera queda advertit l'usuari de la instal·lació que hi ha un defecte cap a terra. Si un altre receptor pateix un defecte (segon defecte), llavors s'ha d'interrompre l'alimentació. Les condicions de tall per al segon defecte depenen de la distribució o no del neutre:

- Quan les masses estan posades a terra separatament, s'apliquen les regles de l'esquema TT.
- Quan les masses estan interconnectades (conductor CPN), s'aplicaran les mateixes regles que en l'esquema TN, amb protecció mitjançant un dispositiu contra sobreintensitats, de manera que compleixi les condicions següents:

Aquest tipus d'esquema s'utilitza majoritàriament en indústries.

## 2.2 Protecció de les instal·lacions

Una de les finalitats de protegir una instal·lació és indirectament la protecció de les persones i els animals domèstics. En el sector industrial s'han d'afegir també les condicions adverses a què poden estar sotmeses les línies, com poden ser temperatures molt altes o molt baixes, atmosferes amb gasos corrosius, etc. La forma de fer la instal·lació i el tipus de canalització també influeixen en l'escalfament dels circuits. Un escalfament excessiu d'un circuit pot provocar la pèrdua d'aïllament i, per tant, provocar un curtcircuit. Aquest pot ser el detonant d'un incendi. Aquí radica la importància d'un bon disseny de la instal·lació i del dimensionament correcte de la instal·lació mateixa. I tot això per evitar un sobreescalfament de les línies. És de vital importància prestar molta atenció al dimensionament de les línies i el disseny de la instal·lació en general, per poder evitar un sobreescalfament dels conductors.

Una **sobreintensitat** és un augment del corrent elèctric, que circula per un conductor, i que se situa per sobre del valor normal de funcionament de la línia.

Hi ha dues maneres de provocar una sobreintensitat:

- Sobreintensitat per sobrecàrrega.
- Sobreintensitat per curtcircuit.

## 2.2.1 Sobreintensitat per sobrecàrrega

La sobrecàrrega es produeix per una demanda de consum elèctric superior al que normalment ofereix aquesta línia i que supera el 80% del valor de corrent màxim admissible dels conductors.

El **corrent màxim admissible** és el corrent màxim que pot suportar l'aïllament d'un conductor, a partir del qual l'aïllament comença a deteriorar-se i perdre les seves qualitats.

### Actualització

Les taules de corrent màxim admissible de l'REBT de l'any 2002 es van actualitzar en la norma UNE 20.460-5-523. La darrera actualització es va fer l'any 2004.

Per determinar quin és el valor del corrent màxim admissible d'un conductor, primer s'ha de tenir coneixement de la manera com s'ha d'instal·lar i del tipus de canalització. A la norma UNE 20.460-5-523 s'especifiquen quins són els corrents màxims admissibles per a cada tipus d'instal·lació i per a cada tipus de cable. Un conductor tripolar instal·lat a l'aire lliure, soterrat dins d'un tub o encastat a la paret dins d'una canalització no té en cap cas la mateixa capacitat de dissipació de calor. Per tant, el seu valor de corrent màxim admissible serà diferent per a cada cas.

### Corrents màxims admissibles

A la ITC BT 06 trobareu els corrents màxims admissibles per a conductors instal·lats de manera aèria. A la ITC BT 07 trobareu les taules dels corrents màxims admissibles per a cables soterrats. A la ITC BT 19 trobareu la taula dels corrents màxims admissibles per a instal·lacions interiors.

Per saber si una línia està sobrecarregada podem calcular el factor de càrrega ( $f_c$ ). És la relació que hi ha entre el corrent previst i el corrent màxim admissible. Aquest factor no ha de superar el valor de 0,8. Si en la fase de disseny trobem que una línia està sobrecarregada hem d'augmentar-ne la secció. D'aquesta manera augmenta el corrent màxim admissible i, així, disminueix el factor de càrrega.

### Exemple de càlcul de factor de càrrega d'un conductor

Per una línia que alimenta una màquina circula un corrent de 14,5 A. El conductor de la línia és multiconductor tripolar d'aïllament de PVC i d'una secció de 2,5 mm<sup>2</sup>. Està instal·lat dins de tub en muntatge superficial, mètode d'instal·lació B2. Calculeu quin és el factor de càrrega de la línia.

$$f_c = \frac{I}{I_{max}}$$

$$f_c = \frac{14,5 \text{ A}}{17,5 \text{ A}} = 0,83$$

Això vol dir que la línia està carregada en un 83% del corrent màxim que pot suportar. Aquesta línia està una mica sobrecarregada.

## 2.2.2 Sobreintensitat per curtcircuit

Una sobreintensitat generada per un curtcircuit pot provocar danys seriosos en la instal·lació i pot ser el començament d'un incendi. Hi ha molts factors que poden provocar un curtcircuit, però generalment són produïts per un deteriorament de l'aïllament de les línies. En les instal·lacions interiors, el càlcul de corrent de curtcircuit es calcula tenint en compte un defecte entre fase i terra, com a cas

més desfavorable, i es considera insignificant la inductància del cable. També es considera que el començament de la instal·lació dels usuaris és 0,8 vegades la tensió de subministrament. Amb aquestes consideracions tenim l'expressió següent per calcular el corrent de curtcircuit:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$

On:

- $I_{cc}$  és la intensitat de curtcircuit màxima en el punt considerat.
- $U$  és la tensió d'alimentació entre fase i neutre (230 V).
- $R$  és la resistència del conductor de fase entre el punt considerat i l'alimentació.

---

La comprovació d'una línia per curtcircuit té molta importància en circuits molt curts, en què la resistència és molt petita.

---

#### Exemple de càlcul de corrent de curtcircuit en un quadre de comandament i protecció d'una indústria

Es desitja calcular el corrent de curtcircuit en un quadre de comandament i protecció d'una indústria. Des del quadre de protecció i mesura fins al quadre de comandament i protecció hi ha una longitud de 50 m i la secció de la línia és de 16 mm<sup>2</sup>.

$$R = \frac{\rho \cdot l}{s}$$

$$R = \frac{0,018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \cdot 50 \text{ m}}{16 \text{ mm}^2} = 0,056 \Omega$$

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot 230 \text{ V}}{0,056 \Omega} = 3286 \text{ A}$$

El corrent de curtcircuit sempre s'expressa en kiloamperes (kA). Són valors molt grans de corrent, hem d'evitar que durin gaire temps i hem de poder tallar el circuit amb un aparell que sigui capaç de suportar aquests corrents i extingir-los sense cap complicació.

---

Els analitzadors de xarxes poden calcular el corrent de curtcircuit previst en el punt de mesura.

---

## 2.3 Elements de protecció contra sobreintensitats

La finalitat dels dispositius de protecció contra sobreintensitats és protegir la instal·lació. Les proteccions contra sobreintensitats poden ser només per protegir contra una sobrecàrrega, només per protegir contra un curtcircuit o, fins i tot, totes dues sobreintensitats. Podem utilitzar diferents tipus de protecció contra sobreintensitats:

- Fusibles i interruptors fusibles.
- Interruptors magnetotèrmics.

### 2.3.1 Fusibles

El dispositiu de protecció més antic és el fusible. A la indústria és molt utilitzat el fusible i els interruptors fusibles com els de la figura 2.4.

El fusible és un dispositiu de protecció que s'utilitza per protegir les instal·lacions contra sobrecàrregues o un curtcircuit.

FIGURA 2.4. Fotografia de fusibles industrials de fulla (gG)



#### Components d'un fusible

Un fusible està compost dels elements següents:

- Cos del fusible: part externa del fusible que suporta els contactes i els elements de fusió. Pot ser de vidre o de ceràmica.
- Material de rebliment: sorra de quars o silícica que té com a funcions l'extinció de l'arc elèctric i la dissipació de la calor.
- Contactes del cartutx fusible: elements que connecten el filament amb la base fusible.
- Element de fusió o element fusible: cinta de coure o plata, amb reduccions de secció per afavorir la fusió en aquests punts. En el filament també hi ha uns punts de soldadura que serveixen per assegurar la fusió en cas de sobrecàrrega.
- Indicador de fusió i/o percussor: testimoni que el fusible s'ha fos. El color de l'indicador està relacionat amb l'amperatge del fusible. El percussor és un element que actua quan el filament s'ha fos i proporciona actuació mecànica.

#### La base fusible

La base fusible està formada per un suport que conté els contactes per al cartutx fusible i els borns per connectar l'element protector a la instal·lació mitjançant cargols i terminals.



## Funcionament del fusible

Un fusible està format per un filament d'un material conductor pel qual passa el corrent de la línia. Quan apareix un corrent molt alt el filament s'escalfa fins a arribar a la temperatura de fusió. Les seccions reduïdes del fusible fonen simultàniament, i divideixen l'arc elèctric en petits arcs, amb la qual cosa es garanteix l'extinció ràpida i eficaç. El filament queda dividit en petits fragments, de manera que el circuit queda obert i sense continuïtat elèctrica. Un cop el filament s'ha fos no es pot reparar el fusible i s'ha de canviar per un fusible nou.

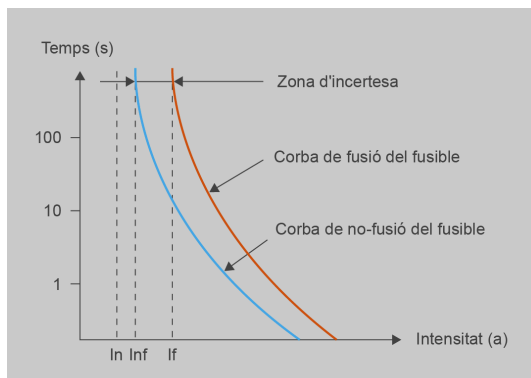
## Característiques del fusible

Les característiques elèctriques dels fusibles s'han de conèixer per poder escollir el millor fusible per protegir la nostra instal·lació.

Les característiques elèctriques les donen els paràmetres següents:

- Tensió nominal ( $U_n$ ): tensió màxima de funcionament del fusible en valor eficaç.
- Intensitat nominal ( $I_n$ ): intensitat que pot suportar de manera indefinida en condicions normals sense que es deteriori el filament. Correspon al calibre del fusible.
- Intensitat de no-fusió ( $I_{nf}$ ): valor del corrent que el filament pot suportar durant un temps determinat sense fondre.
- Intensitat de fusió ( $I_f$ ): valor del corrent que provoca la fusió en un temps convencional.
- Poder de tall ( $I_l$ ): intensitat que és capaç de tallar sota la tensió especificada sense que es deteriori el cartutx. El valor d'aquest corrent és al voltant del kA.
- Corba de fusió: corba característica del fusible en què els eixos són el temps i la intensitat. En la figura 2.5 podem veure una corba característica amb els valors més significatius.

FIGURA 2.5. Corba temps-intensitat d'un fusible



## Tipus de fusibles

Els fusibles es poden classificar per la seva forma i per l'element que protegeixen. Per la forma que tenen poden ser de tres tipus:

- Tipus de fulla (NH) d'alta capacitat de ruptura
- Tipus cilíndrics
- Tipus d'ampolla (D) o (DO)

Els tipus de fusibles també es poden classificar per l'element que protegeixen i estan determinats per dues lletres. La primera lletra determina què fa el fusible dins de la instal·lació. La segona lletra indica l'element que protegeix.

### a) Primera lletra:

- **g**: fusibles d'ús general que protegeixen de sobrecàrrega i de curtcircuit.
- **a**: fusibles d'acompanyament que només protegeixen d'un curtcircuit.

### b) Segona lletra:

- **G**: protecció de conductors.
- **M**: protecció de motors.
- **B**: protecció de línies molt llargues.
- **D**: protecció amb disjuntors.
- **R**: protecció de semiconductors (fusibles ràpids).
- **C**: protecció de condensadors.
- **Tr**: protecció de transformadors.

### c) Exemples:

- **gTr**: fusible d'ús general per protegir transformadors.
- **gG**: els antics gL són fusibles d'ús general (protecció de conductors).
- **gR**: fusibles d'ús general ultra ràpids per protegir semiconductors.

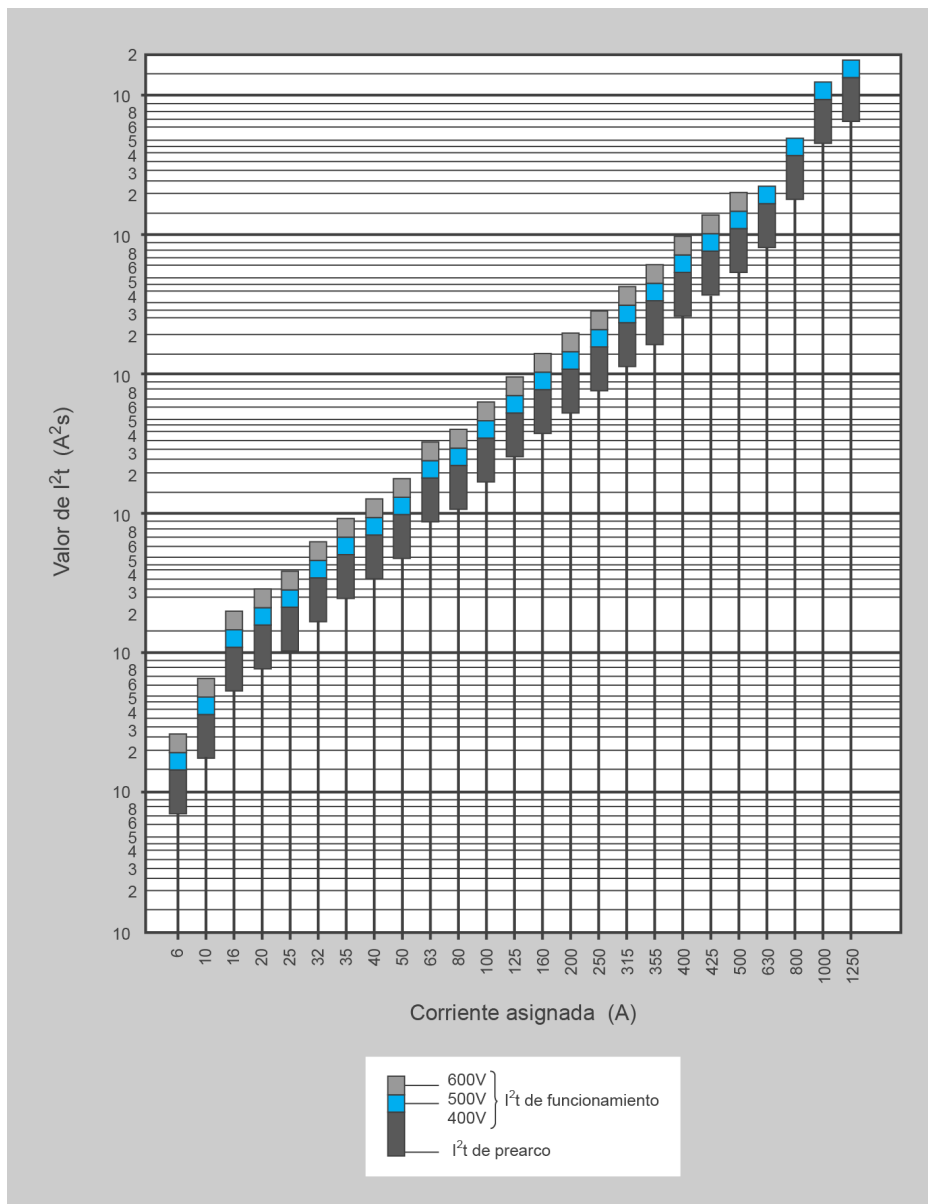
## Elecció d'un fusible

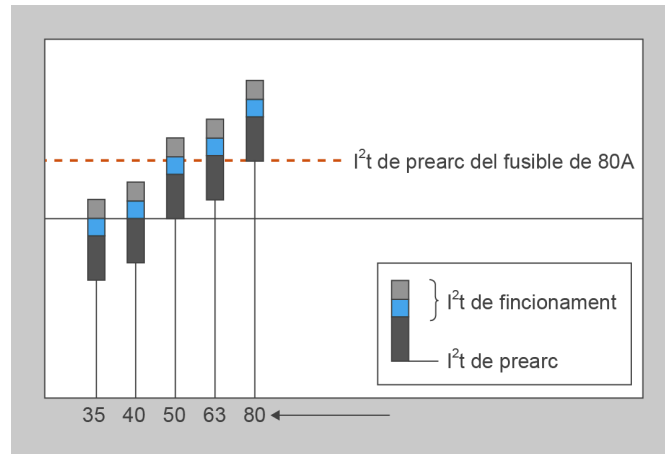
Per escollir un fusible és important conèixer el corrent màxim que pot suportar l'aparell que ha de protegir i també quina serà la intensitat del corrent que circularà amb normalitat per la línia que alimenta l'aparell per protegir (intensitat de disseny). Per escollir el corrent nominal d'un fusible és necessari que el corrent de disseny quedi per sota seu i que el corrent màxim que pot aguantar l'element que s'ha de protegir sigui superior al corrent nominal.

## Selectivitat en fusibles

Es parla de selectivitat entre fusibles quan queda assegurada la protecció d'un circuit, en cas de sobreintensitat, i no afecta el circuit general. Quan s'instal·la un fusible general i en les derivacions posteriors fem servir també fusibles per protegir un circuit o una màquina, s'ha d'estar segur que són selectius. Si no són selectius pot ser que el fusible general fongui el primer i deixi sense subministrament elèctric la resta de circuits o derivacions. Per poder aconseguir la selectivitat entre dos fusibles s'ha d'escollir mirant les corbes característiques  $I^2t$ . En aquestes gràfiques podem saber quina quantitat d'energia deixarà passar el fusible i, per tant, l'energia calorífica que dissiparà la línia que protegeix. Amb la gràfica de la figura 2.6 podem saber quin és el valor de  $I^2t$  en el moment del prearc i en quin valor de  $I^2t$  funciona el fusible. Per tant, dos fusibles són selectius si el valor de  $I^2t$  de prearc del fusible de més calibre no coincideix amb el valor de  $I^2t$  de funcionament del fusible aigües avall.

FIGURA 2.6. corba característica  $I^2t$



**FIGURA 2.7.** Detall de la gràfica  $I^2t$  d'un fusible

Per tant, a la figura 2.7 es pot assegurar la selectivitat del fusible de 80 A amb els fusibles de 40 A i els de calibre inferior, però no és selectiu amb el de 50 ni tampoc amb el de 63 A.

### 2.3.2 Interruptor magnetotèrmic

L'interruptor magnetotèrmic és un dispositiu de tall que té la capacitat de detectar una sobrecàrrega o un curtcircuit i poder tallar la continuïtat del circuit en un temps extremadament curt. Després de tallar el circuit és pot tornar a restablir el pas del corrent si rearmem l'interruptor. El rearmament pot ser manual o automàtic. Per detectar una sobrecàrrega fa servir una làmina bimetall i per detectar un curtcircuit té un electroimant. En els quadres de comandament i protecció sempre s'utilitza un interruptor magnetotèrmic general, anomenat interruptor general automàtic (IGA), és l'element protector de tot el quadre. Els interruptors magnetotèrmics que s'utilitzen per protegir un receptor o un circuit de la instal·lació s'anomenen petits interruptors automàtics (PIA). Tots dos són interruptors magnetotèrmics amb finalitats totalment diferents.

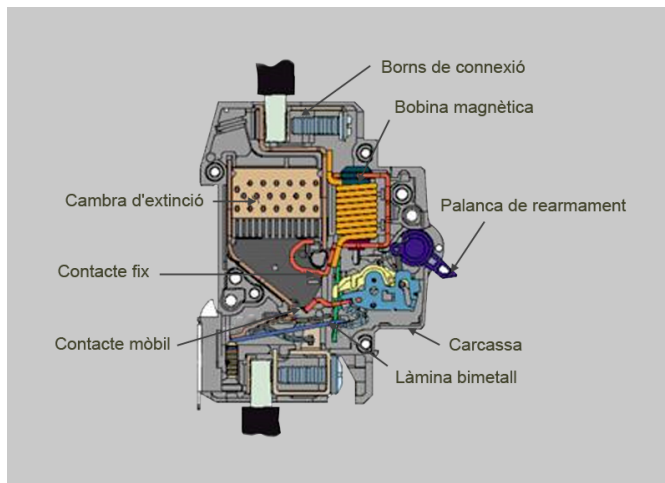
#### Components d'un interruptor magnetotèrmic

L'interruptor magnetotèrmic està compost per les parts internes següents (vegeu la figura 2.8):

- Carcassa: normalment de plàstic i formada per dues meitats. És la part que suporta tots els elements que formen l'interruptor magnetotèrmic.
- Borns de connexió: per a cada pol hi ha dos borns de connexió, un d'entrada i un de sortida. Al born d'entrada connectem l'alimentació i al born de sortida, el circuit que s'ha de protegir.
- Palanca de rearmament: permet la connexió i desconexió manual de l'interruptor.

- **Bobina magnètica:** bobina de coure aïllat amb una secció molt gran i poques espires. En el nucli hi ha un cilindre d'acer mòbil desplaçat gràcies a la força d'una molla. Aquest cilindre és el percussor que acciona el mecanisme de la palanca de rearmament i així queda obert el circuit.
- **Làmina bimetall:** element format per dues làmines unides de diferent tipus de metall que presenten diferents coeficients de dilatació.
- **Cambra d'extinció:** zona formada per plaques metàl·liques separades elèctricament, encarregades de separar un arc elèctric en petits arcs elèctrics més fàcils d'extingir.
- **Contactes:** hi ha dos contactes, un de fix i un de mòbil. Els contactes són els elements encarregats d'obrir i tancar el circuit elèctric. El contacte mòbil està accionat per un mecanisme.

**FIGURA 2.8.** Parts d'un interruptor magnetotèrmic



### Funcionament d'un interruptor magnetotèrmic

Quan es produeix un curtcircuit en un punt del circuit, apareix un corrent molt alt. Aquest corrent travessa l'interruptor magnetotèrmic i passa per la bobina magnètica. El corrent és tan gran que provoca un camp magnètic capaç d'atraure la barra metàl·lica que està ubicada al centre de la bobina. Aquesta barra està fixada a un enclavament mecànic que manté fixa la palanca de rearmament. Quan la barra és atreta l'enclavament es desenclava i la palanca de rearmament es mou i desconnecta el circuit. Tot aquest procés passa en mil·lèsimes de segon. Temps suficientment curt perquè el corrent de curtcircuit no deteriori el circuit. El corrent de curtcircuit també travessa la protecció tèrmica, però l'interruptor actua tan ràpid que el bimetal·lí no té temps de dilatar. Quan el corrent que circula pel circuit és un corrent lleugerament per sobre del nominal, es pot parlar d'un corrent de sobrecàrrega. Aquests corrents són perjudicials a llarg termini, per això és convenient que no talli el circuit de manera instantània. La protecció tèrmica està constituïda per dues làmines metàl·liques de dos metalls de factor de dilatació diferent. Les dues làmines estan soldades, de manera que formen una de sola. Quan circula un corrent elèctric pel bimetal·lí, aquest s'escalfa, i cada material es

prolonga de manera diferent. Però com que les làmines estan soldades, no tenen més remei que flexionar. Aquest moviment de flexió s'aprofita per desencallar la palanca de rearmament i així poder desconnectar el circuit.

### Tipus d'interruptors magnetotèrmics

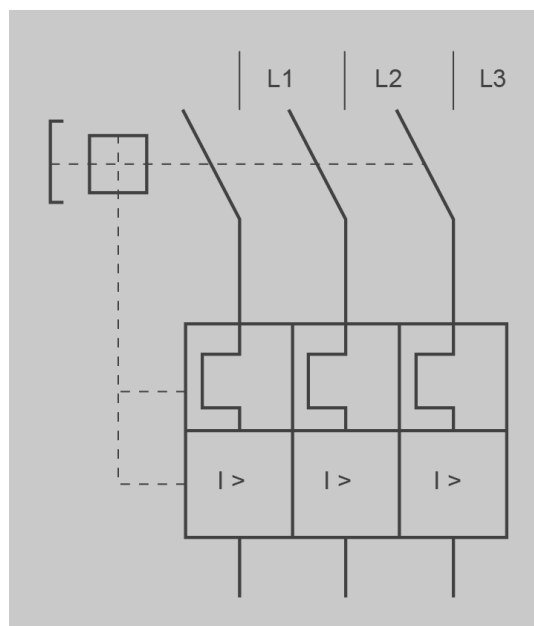
Els interruptors magnetotèrmics es classifiquen principalment per la seva corba característica. Cada magnetotèrmic té una corba diferent, destinada a protegir un tipus de receptor o instal·lació concreta. Les corbes característiques de desconnexió són les següents:

- Corba B: sector terciari i industrial per protegir grans longituds de cables.
- Corba C: instal·lacions domèstiques i protecció de circuits.
- Corba D: sector terciari i industrial per protegir línies amb puntes de corrent elevades.
- Corba Z: protecció de circuits electrònics.
- Corba MA: protecció de motors industrials i del sector terciari.
- Corba ICP (Unesa): interruptor de control de potència.

Les corbes característiques dels magnetotèrmics tenen a l'eix de les ordenades el temps en què es dispara en segons i a les abscisses, els múltiples del corrent nominal del magnetotèrmic.

Vegeu en la figura 2.9 el símbol elèctric d'un magnetotèrmic trifàsic.

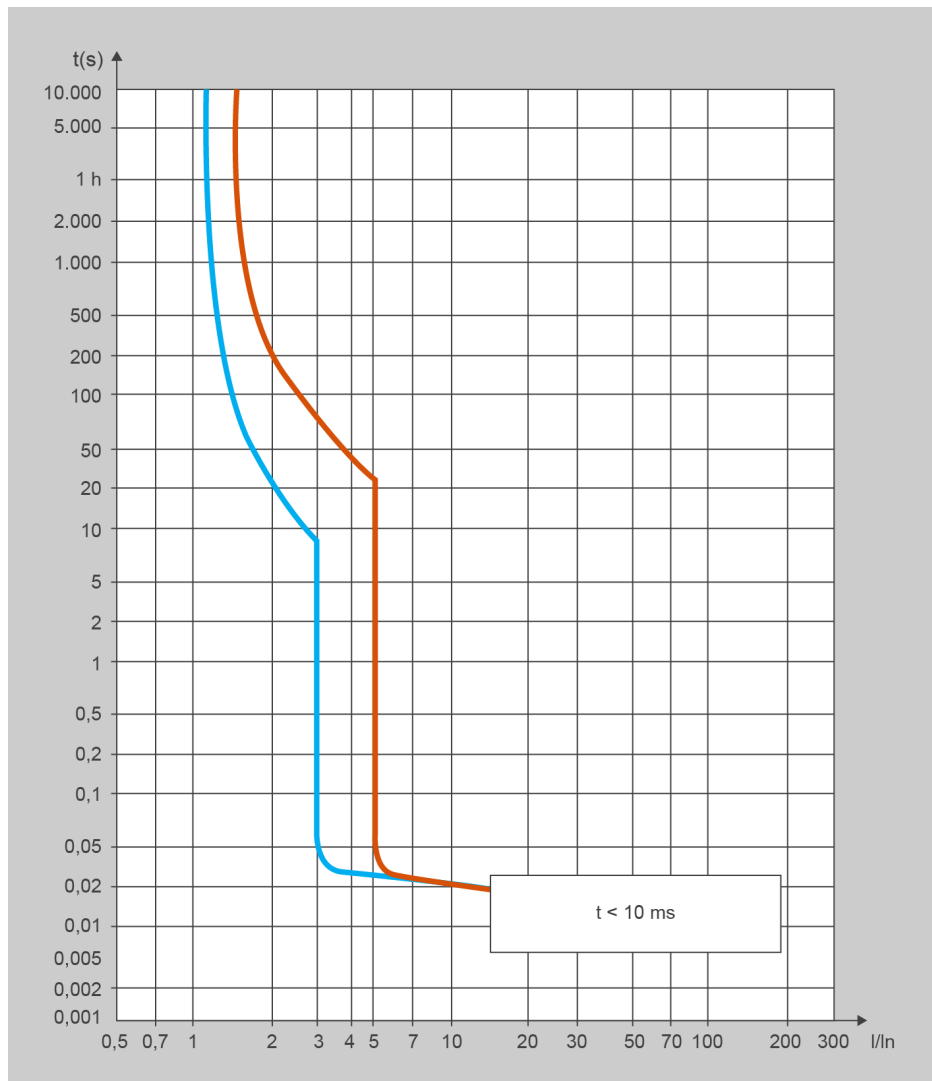
**FIGURA 2.9.** Símbol d'un interruptor magnetotèrmic tripolar



## Interruptor magnetotèrmic amb corba B

Aquests magnetotèrmics actuen entre 1,1 i 1,4 vegades el corrent nominal en la zona tèrmica, i entre 3 i 5 vegades el corrent nominal en la zona magnètica.

**FIGURA 2.10.** Corba B d'un magnetotèrmic Merlin Gerin



S'utilitzen els magnetotèrmics amb corba B per protegir generadors i línies llargues.

Si s'observa la figura 2.10 podem saber que, per exemple, un magnetotèrmic de 10 A d'intensitat nominal, pel qual passen 20 A, es pot disparar entre 20 s i 200 s per la part tèrmica de la corba. Però per a un corrent de 70 A el magnetotèrmic salta a la corba magnètica entre 0,005 s i 0,015 s.

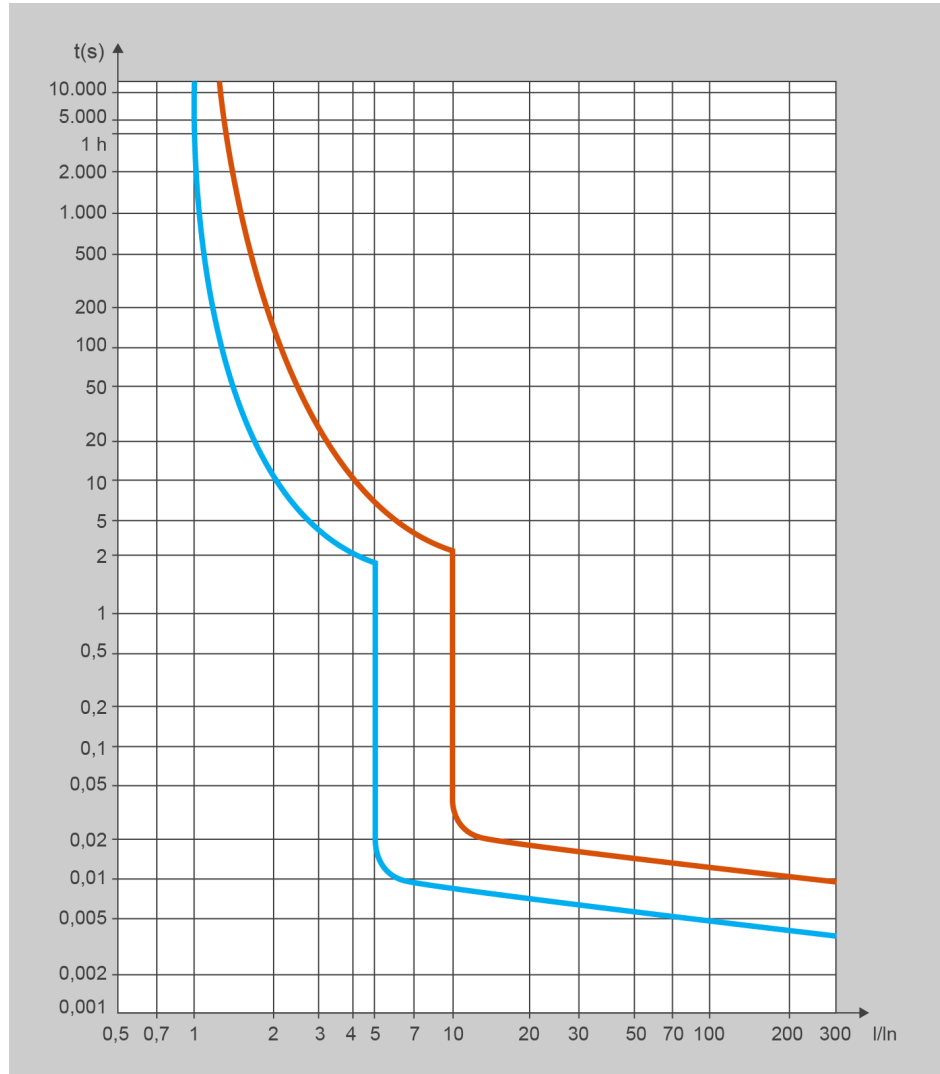
## Interruptor magnetotèrmic amb corba C

Aquests magnetotèrmics actuen entre 1,1 i 1,4 vegades el corrent nominal a la zona tèrmica, i entre 5 i 10 vegades el corrent nominal en la zona magnètica.

S'utilitzen els magnetotèrmics amb corba C per protegir circuits d'instal·lacions interiors principalment.

Si observem la figura 2.11 es pot deduir que un magnetotèrmic de 10 A d'intensitat nominal, pel qual passen 20 A, es pot disparar entre 16 s i 180 s per la part tèrmica de la corba. Però si apareix un corrent de 200 A, el magnetotèrmic salta a la corba magnètica entre 0,007 i 0,018 s.

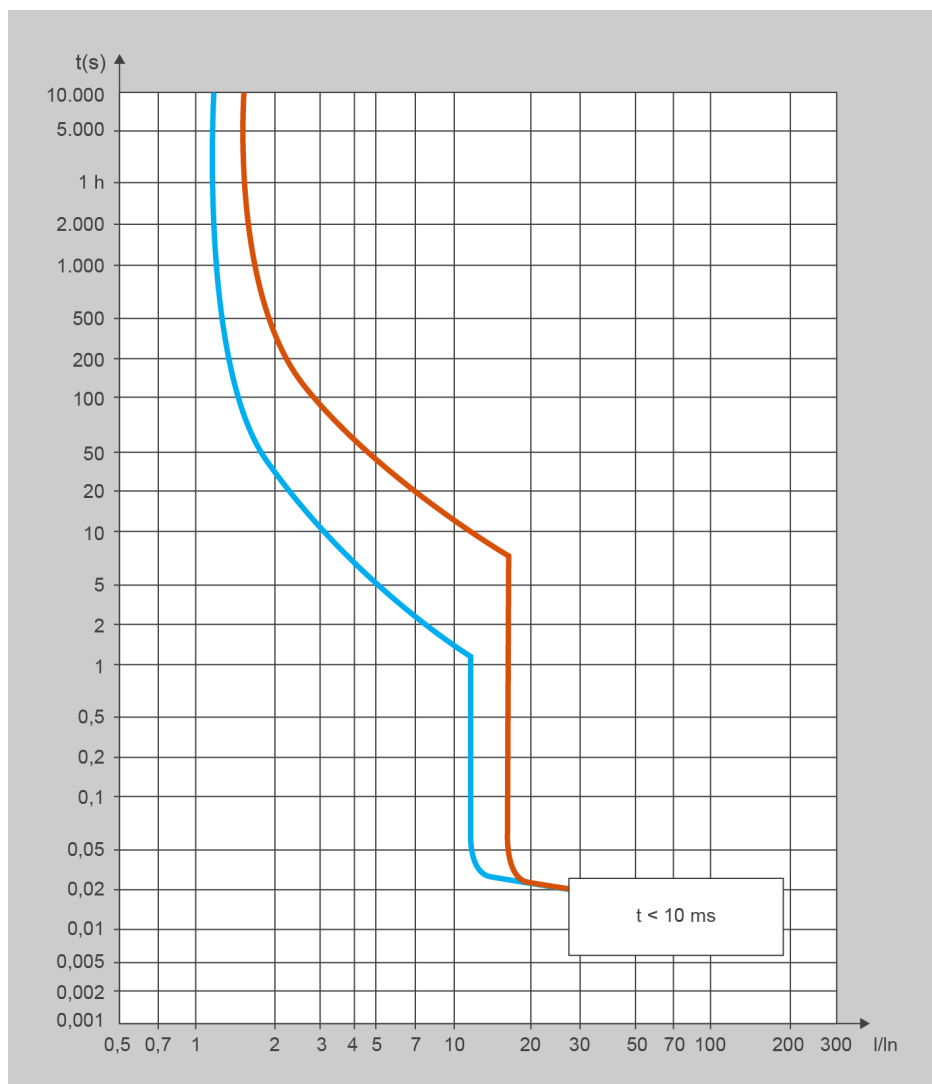
**FIGURA 2.11.** Corba C



### Interruptor magnetotèrmic amb corba D

Aquests magnetotèrmics actuen entre 1,1 i 1,4 vegades el corrent nominal a la zona tèrmica, i entre 10 i 14 vegades el corrent nominal en la zona magnètica.

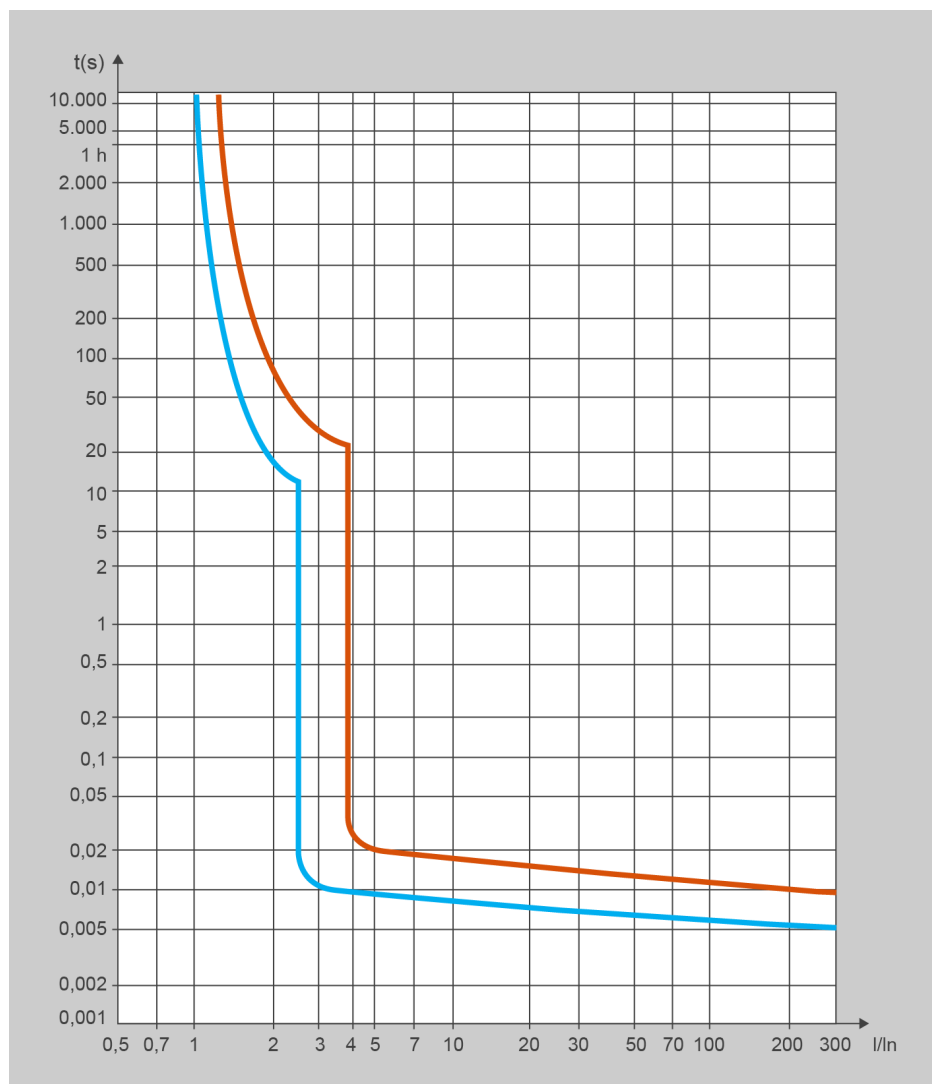


**FIGURA 2.12.** Corba D d'un magnetotèrmic Merlin Gerin C60L

S'utilitzen els magnetotèrmics amb corba D per protegir circuits d'instal·lacions amb puntes de corrent altes, com poden ser circuits que alimenten motors elèctrics. Si observem la figura 2.12 es pot deduir que un magnetotèrmic de 10 A d'intensitat nominal, pel qual passen 70 A, pot disparar entre 2 ms i 15 ms per la part tèrmica de la corba. Però si apareix un corrent de 200 A, el magnetotèrmic salta a la corba magnètica entre 0,009 s i 0,02 s.

### Interruptor magnetotèrmic amb corba Z

Aquests magnetotèrmics actuen entre 2,4 i 3,6 vegades el corrent nominal a la zona tèrmica i s'utilitzen per protegir circuits electrònics. Tenen poca zona tèrmica i la resta de la gràfica és protecció magnètica. Es tracta d'un interruptor magnetotèrmic per actuar amb rapidesa (vegeu la figura 2.13).

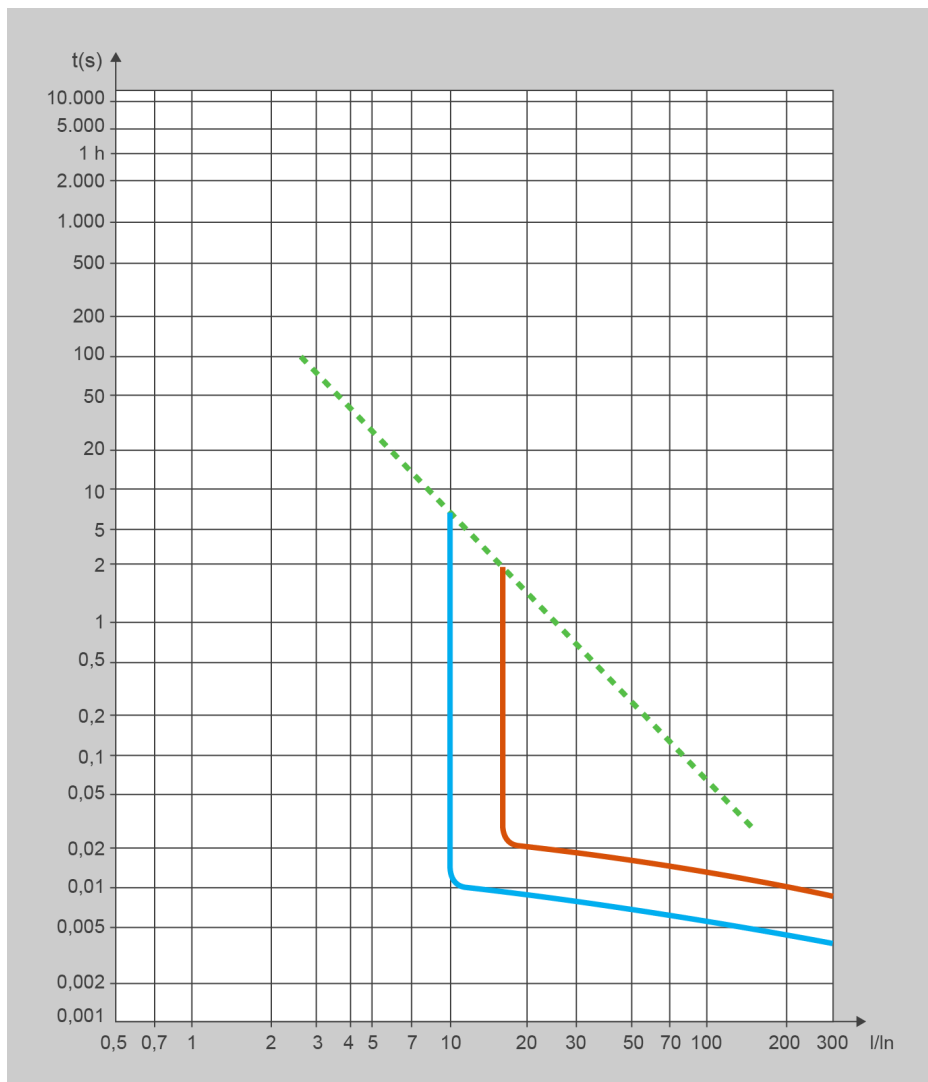
**FIGURA 2.13.** Corba Z d'un magnetotèrmic Merlin Gerin C60N

### Interruptor automàtic amb corba MA

Aquests magnetotèrmics actuen a partir de 12 vegades el corrent nominal a la zona magnètica segons la norma EN 60947.2. No tenen protecció tèrmica, per tant no es pot dir que sigui un interruptor magnetotèrmic.

Atès que no tenen protecció tèrmica, la corba és totalment vertical (figura 2.14). En un interruptor automàtic de 10 A de corba MA, quan hi circula un corrent de 200 A, l'interruptor actua entre 0,008 s i 0,02 s.

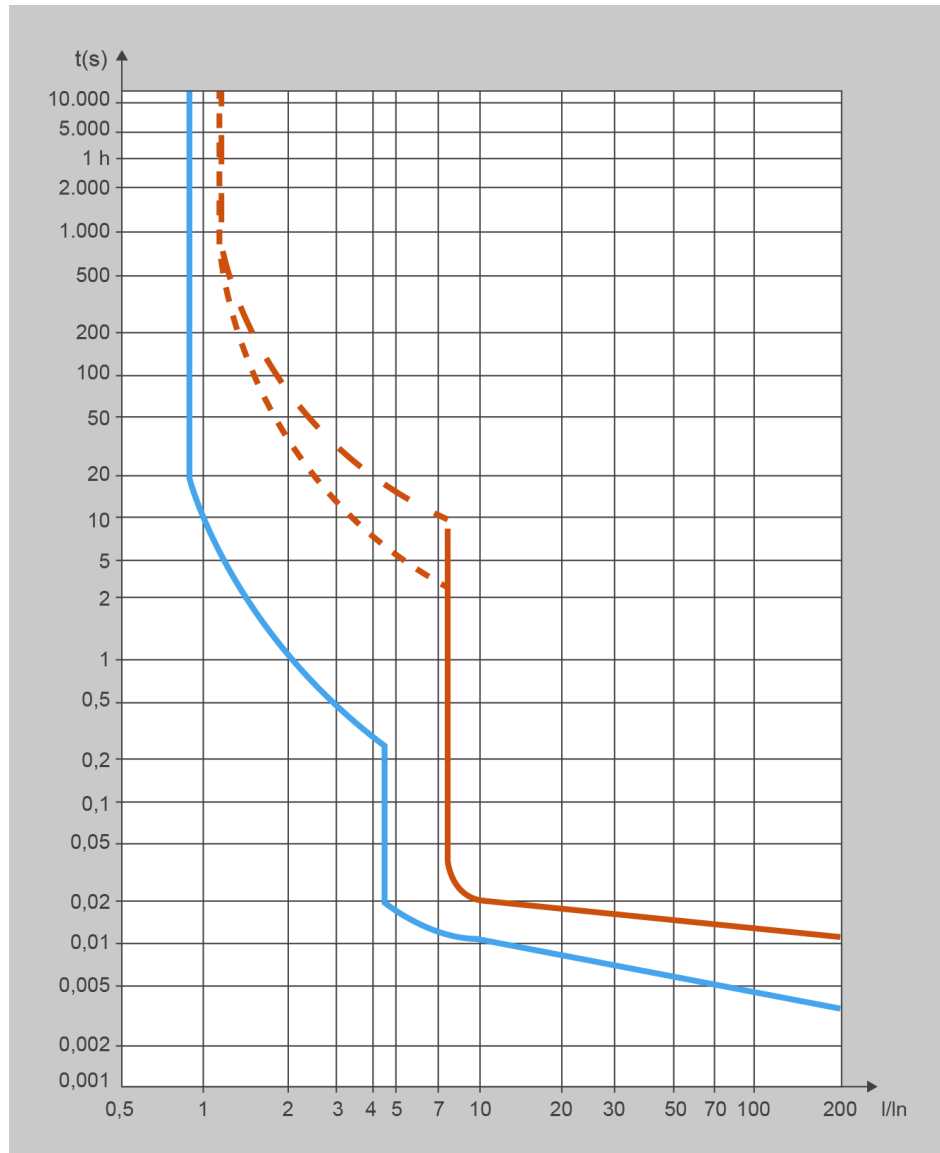
En alguns casos és imprescindible, per motius de seguretat, que una sobrecàrrega no desconnecti l'alimentació; com per exemple, una grua elevadora amb electroimant o un sistema d'extinció d'incendis, entre d'altres.

**FIGURA 2.14.** Corba MA d'un magnetotèrmic NG125LMA de Merlin Gerin

### Interruptor automàtic amb corba ICP

Aquests magnetotèrmics actuen entre 1,13 i 1,45 vegades el corrent nominal a la zona tèrmica, i entre 5 i 8 vegades el corrent nominal en la zona magnètica. Es tracta d'un interruptor magnetotèrmic dissenyat per tallar el circuit elèctric quan hi ha un excés de corrent lleugerament per sobre del corrent nominal (vegeu la figura 2.15).

**FIGURA 2.15.** Corba de dispar ICP-M d'un magnetotèrmic de Merlin Gerin



Per a un interruptor magnetotèrmic amb corba ICP-M de 25 A, actua quan passin 50 A entre 2 s i 200 s.

### Elecció d'un interruptor magnetotèrmic

Els dispositius de protecció han d'estar previstos per interrompre qualsevol corrent de sobrecàrrega en els conductors del circuit abans que la sobrecàrrega pugui provocar un escalfament perjudicial per a l'aïllament dels conductors. Per seleccionar el magnetotèrmic correctament primer s'ha de conèixer l'element que s'ha de protegir per poder determinar la corba de desconexió. També s'han de complir tres condicions marcades per la norma UNE 20460-4-43, que són les següents:

- a) El corrent de disseny de la instal·lació ha de ser inferior al corrent nominal del magnetotèrmic, però també el corrent nominal del magnetotèrmic ha de ser inferior al corrent màxim admissible del conductor.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

On :

- $I_b$ : és el corrent de disseny de la instal·lació.
- $I_n$ : és el corrent nominal del magnetotèrmic.
- $I_z$ : és el corrent màxim admissible del conductor.

b) El corrent que produeix la desconexió segura del magnetotèrmic ( $I_f$ ) ha de ser inferior al corrent màxim admissible del conductor o element per protegir, augmentat un 45%.

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

On:

- $I_f$  és el corrent que garanteix el funcionament efectiu del dispositiu (corba de la dreta).
- $I_z$  és el corrent màxim admissible del conductor.

c) En el corrent de curtcircuit inferior a 0,1 s, el valor  $k^2 \cdot S^2$  ha de ser superior a l'energia que deixa passar el dispositiu de protecció  $I^2 \cdot t$  donat pel fabricant.

**TAULA 2.2.** Taula de alguns valors k per un conductor actiu.

Aïllament del conductor		
Material Conductor	PVC ( $S \leq 300 \text{ mm}^2$ )	PR/EPR
Coure	115	143
Alumini	76	94

El fabricant de magnetotèrmics dona unes guies per escollir el dispositiu de protecció en funció del corrent de curtcircuit. Mireu els catàlegs a l'apartat "Annexos".

El valor del coeficient k es pot trobar a la norma UNE 20460-4-43, a la taula 43A.

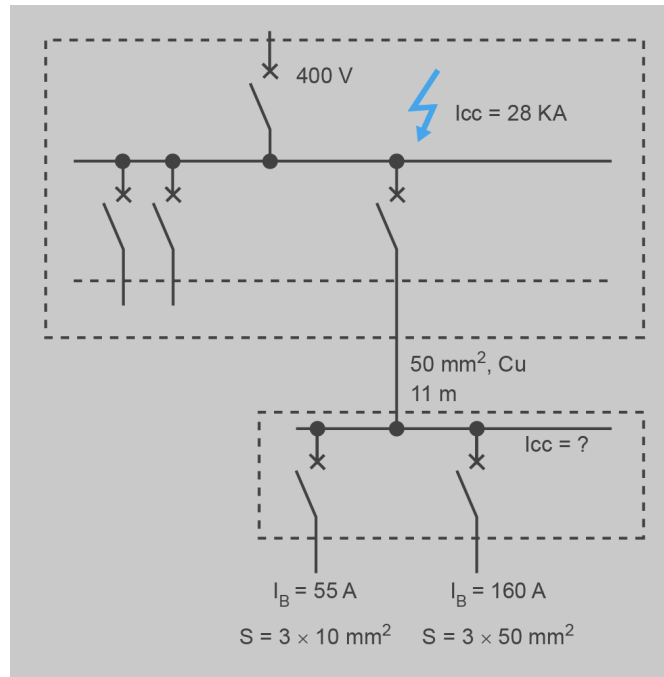
On:

- $k$  és el coeficient que té en compte la resistivitat, el coeficient de temperatura i la capacitat d'escalfament del material conductor.
- $S$  és la secció del conductor en  $\text{mm}^2$ .

També s'ha de tenir en compte l'efecte de la temperatura ambient sobre la protecció tèrmica. Per tant, el calibre del magnetotèrmic pot quedar reduït pels efectes de la temperatura ambient. Els fabricants de magnetotèrmics ens faciliten les taules de decalatge del calibre en funció de la temperatura.

#### Exemple de selecció d'interruptor magnetotèrmic

Una xarxa representada pel dibuix adjunt. Cal escollir els interruptors automàtics apropiats. Tot dos magnetotèrmics han de protegir una línia que alimenta màquines elèctriques industrials. El sistema d'instal·lació és sobre safata horitzontal perforada. Els conductors tenen aïllament EPR (vegeu la figura 2.16).

**FIGURA 2.16.** Exemple de selecció de magnetotèrmic

Primer s'ha de saber que els magnetotèrmics per escollir han de ser de corba C, ja que hem de protegir una línia industrial. Escollim el calibre dels magnetotèrmics en funció del corrent de disseny de la línia:

- Magnetotèrmic 1 :  $I_b = 55A$   $I_n = 63A$
- Magnetotèrmic 2 :  $I_b = 160A$   $I_n = 160A$

Pel conductor de  $10 \text{ mm}^2$  tenim un corrent màxim admissible de 76 A, segons la taula 1 de l'ITC BT 19 de l'REBT, mètode d'instal·lació F, columna 10.

Pel conductor de  $50 \text{ mm}^2$  tenim un corrent màxim admissible de 188 , segons la taula 1 de l'ITC BT 19 de l'REBT, mètode d'instal·lació F, columna 10.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

- Magnetotèrmic 1 :  $55A \leq 63A \leq 76A$
- Magnetotèrmic 2 :  $160A \leq 160A \leq 188A$

El corrent que produeix la desconexió segura del magnetotèrmic ( $I_f$ ) ha de ser inferior al corrent màxim admissible del conductor o element per protegir, augmentat un 45%.

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

En el cas del magnetotèrmic 1 es pot observar en la figura 2.17 que la desconexió de forma segura del magnetotèrmic es produeix a partir d'1,45 vegades el corrent nominal per la corba tèrmica.

Per tant:

- Magnetotèrmic 1:  $1,45 \cdot 63 A \leq 1,45 \cdot 76 A$

En el cas del magnetotèrmic 2, es pot observar que la desconexió segura del magnetotèrmic es produeix a partir d'1,45 vegades el corrent nominal.

Per tant:



La secció del conductor és de 50 mm<sup>2</sup>. Seguint la fila del 50 marcada en verd fins a la longitud de la línia d'11 m.

El corrent de curtcircuit aigües amunt és de 28 kA, escollim per excés el corrent de curtcircuit de 30 kA i seguim la fila del 30 fins als 19 kA, que coincideix amb la vertical dels 11 m.

Per tant, el corrent de curtcircuit és de 19 kA.

Mirant el catàleg dels magnetotèrmics escollits es pot comprovar que el corrent de curtcircuit és inferior al poder de tall.

- Magnetotèrmic 1: multi 9 NG125N calibre 63A (Poder de tall: 25 kA)
- Magnetotèrmic 2: Compact NS160N calibre 160A (Poder de tall: 36 kA)

### Selectivitat entre interruptors magnetotèrmics

La selectivitat entre interruptors magnetotèrmics és una característica que han de complir totes les proteccions que es troben en sèrie amb altres. Consisteix a assegurar la desconexió del circuit en el qual ha aparegut una sobreintensitat i a assegurar que aquesta sobreintensitat no afecti proteccions més generals. Hi ha tres tipus de selectivitat entre interruptors magnetotèrmics.

- Selectivitat amperimètrica: s'aconsegueix quan el corrent que fa desconectar el magnetotèrmic més pròxim al curtcircuit no afecta el corrent de desconexió del magnetotèrmic aigües amunt. Això es pot aconseguir amb l'elecció dels magnetotèrmics amb corbes diferents o amb magnetotèrmics de la mateixa corba amb calibres diferents (selectivitat amperimètrica parcial).
- Selectivitat cronomètrica: s'aconsegueix escollint magnetotèrmics amb retard. Així, el temps de retard en magnetotèrmics regulables ha de ser superior a mida que ens anem allunyant del receptor.
- Selectivitat lògica: es tracta d'una selectivitat electrònica que només es pot aconseguir amb magnetotèrmics que es comuniquen entre ells. El magnetotèrmic més a prop del curtcircuit avisa el magnetotèrmic aigües amunt de la seva desconexió perquè no actui.

## 2.4 Elements de protecció contra sobretensions

És molt important la protecció contra sobretensions en el sector industrial i terciari. Una sobretensió pot provocar grans pèrdues econòmiques o fins i tot accidents en les indústries. Per aquest motiu la protecció sempre és necessària. Hi ha dos tipus de sobretensions:



La **sobretensió permanent** és aquella que apareix durant un temps indeterminat i té un valor augmentat de la tensió de centenes de volts. Aquestes sobretensions apareixen quan la línia d'alimentació pateix la desconnexió inesperada del conductor neutre. La **sobretensió transitòria** és una sobretensió molt elevada, en termes de kV, i de molt curta durada ( $\mu s$ ); aquest tipus de sobretensió destrueix tots els receptors que troba per allà on passa.

### 2.4.1 Sobretensions permanents

En alguns casos les xarxes elèctriques pateixen avaries que poden provocar la desconnexió del neutre. Això provoca la descompensació de les fases en un sistema trifàsic. La fase que tingui menys receptors connectats patirà una sobretensió de centenars de volts per sobre de la tensió nominal de la línia. Aquestes sobretensions també són provocades per una mala maniobra de reparació de la xarxa.

### 2.4.2 Sobretensions transitòries

Són sobretensions produïdes principalment per caigudes de llamps en zones properes o també per maniobres elèctriques en la xarxa. Tenen una durada molt curta de temps i de potència en termes de kV. El reglament electrotècnic per a baixa tensió, instrucció tècnica complementària número 23, separa les sobretensions en quatre categories. Cada categoria suporta impulsos del tipus 1,2/50 de diferents nivells de tensions:

- Categoria I: s'aplica als equips molt sensibles a les sobretensions i que estan destinats a ser connectats a la instal·lació fixa; per exemple, ordinadors, equips electrònics, etc.
- Categoria II: s'aplica als equips destinats a connectar-se a una instal·lació elèctrica fixa; per exemple: electrodomèstics, eines portàtils i altres equips similars.
- Categoria III: s'aplica als equips destinats a connectar-se a una instal·lació elèctrica fixa i a altres equips per als quals es requereix un alt grau de fiabilitat; per exemple, quadres de distribució, aparellatge, motors amb instal·lació fixa, etc.
- Categoria IV: s'aplica als equips i materials que es connecten a l'origen o molt pròxims a l'origen de la instal·lació, aigües amunt del quadre de distribució.

---

Els protectors de sobretensió transitòria s'han d'instal·lar sempre abans de l'interruptor diferencial.

---

Aquestes crestes de sobretensió evidentment creen una cresta de corrent, que és la que hem de derivar cap a terra. Hi ha dues crestes de corrent que són més conegudes, les ones característiques de corrent:

- Ona de corrent 10/350  $\mu\text{s}$ : triga 10  $\mu\text{s}$  a pujar el corrent transitori fins a un 90% del màxim i 350  $\mu\text{s}$  a baixar. És una ona de molta durada i molt destructiva. És la ona que produeix un llamp en caure sobre una línia de BT.
- Ona de corrent 8/20  $\mu\text{s}$ : triga 8  $\mu\text{s}$  a pujar el corrent transitori fins a un 90% del màxim i 20  $\mu\text{s}$  a baixar. És una cresta de corrent menys destructiva que l'anterior, atesa la seva curta durada.

### 2.4.3 Protectors contra sobretensions

Són elements que protegeixen les instal·lacions contra sobretensions. El protector contra sobretensions pot ser dels tipus següents:

- Protector contra sobretensions transitòries
- Protector contra sobretensions permanents
- Protector contra sobretensions combinat

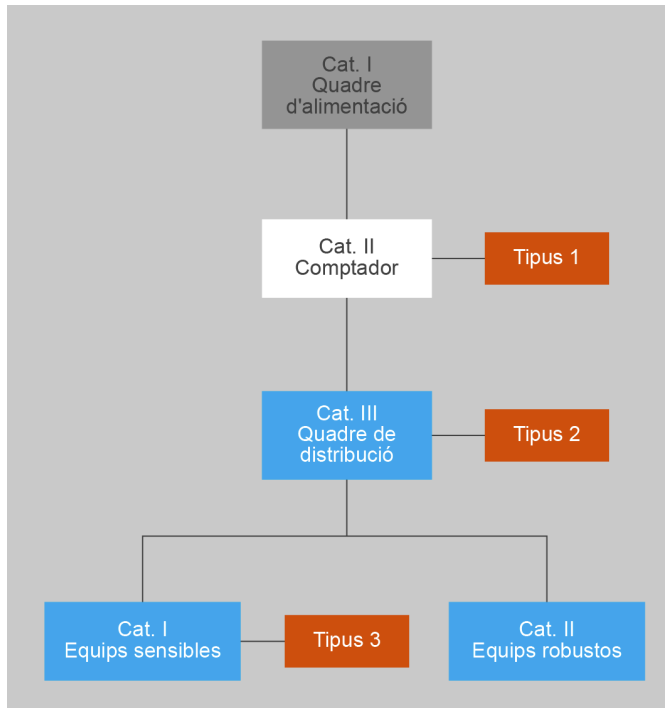
El protector contra sobretensions transitòries protegeix contra la sobretensió produïda per la caiguda d'un llamp en la línia. Per tant, a l'entrada de l'edifici que s'ha de protegir s'ha d'instal·lar un element capaç de derivar grans corrents transitoris.

Quan l'element que protegeix contra sobretensions transitòries s'instal·la al començament de la instal·lació i és capaç de derivar corrents 10/350  $\mu\text{s}$ , s'anomena de tipus 1. Aquests tipus de protectors no deriven tot el corrent, sinó que deixen un corrent transitori residual que continua per la línia. Per aquest motiu aquest tipus de protecció necessita el funcionament escalonat amb altres protectors contra sobretensions.

Quan l'element que protegeix contra sobretensions transitòries s'instal·la en el quadre de distribució i és capaç de derivar corrents 8/20  $\mu\text{s}$ , s'anomena de tipus 2. Aquests tipus de protectors no deriven tot el corrent, sinó que deixen un corrent transitori residual que continua per la línia.

L'element que protegeix contra sobretensions transitòries s'instal·la al costat dels equips sensibles i és capaç de derivar corrents 8/20  $\mu\text{s}$ , és de tipus 3, i no deixen un corrent transitori residual. Aquest tipus de protecció ha d'anar acompanyada d'una protecció de tipus 2.

Les pautes per protegir una instal·lació contra sobretensions es mostren en la figura [2.18](#).

**FIGURA 2.18.** Pautes per protegir una instal·lació contra sobretensions

En la secció "Annexos" trobareu més informació sobre els protectors contra sobretensions.

Els protectors contra sobretensions permanents no deriven el corrent cap a terra, sinó que fan actuar un dispositiu de tall. És imprescindible desconnectar l'alimentació quan hi ha una sobretensió permanent. L'element de tall no ha de ser necessàriament un magnetotèrmic, també pot ser un diferencial.

En alguns casos interessa que hi hagi una reconexió immediata i per això alguns tipus de protectors tenen la capacitat de reconnectar-se.

També hi ha protectors de sobretensions combinats, que protegeixen contra sobretensions transitòries i, al mateix temps, permanents. Aquests protectors s'instal·len just després d'un interruptor diferencial, i utilitzen aquest interruptor com a element de tall quan es deriva un corrent transitori cap a terra.



### 3. Instal·lacions de concurrència pública. ITC-BT-28

El nou REBT, que es caracteritza per la insistència especial que fa en la seguretat de persones, béns i equips, imposa una sèrie de característiques noves en les instal·lacions d'enllumenat i força en els anomenats *locals de concurrència pública*. Aquests canvis es recullen en la Instrucció tècnica ITC-BT-28, que regula i desenvolupa l'execució de les instal·lacions d'enllumenat i força en aquest tipus de locals, i posa un èmfasi especial en les qüestions referents a l'enllumenat, els serveis de seguretat, els cablatges i els circuits.

En aquest tipus de locals on l'afluència i la densitat de persones és considerable, el Reglament dedica un interès especial per evitar una catàstrofe o, si no n'hi ha, minimitzar les seves conseqüències facilitant l'evacuació correcta de les persones que hi hagi mitjançant receptors o dispositius que així ho facilitin.

#### 3.1 Àmbit d'aplicació

Per determinar si un local és de **concurrència pública** s'ha de considerar la possible presència de públic aliè, la capacitat d'ocupació del local i la facilitat d'evacuació en cas d'emergència.

##### Local de concurrència pública

La qualificació de local de concurrència pública es pot aplicar tant a un únic local o oficina, una agrupació de locals o oficines, un edifici complet com a una part o parts d'un edifici.

Atesa la dificultat per establir una definició precisa de local *de concurrència pública*, es pot definir una classificació del tipus:

- Locals d'espectacles i activitats recreatives.
- Locals de reunió, treball i usos sanitaris.
- Locals classificats segons UNE 20460-3.
- Altres locals.

##### 3.1.1 Locals d'espectacles i activitats recreatives

Es consideren **locals de concurrència pública** tots els **locals d'espectacles i activitats recreatives** sigui quina sigui la seva capacitat d'ocupació, com per exemple, cines, teatres, auditoris, estadis, pavellons esportius, places de toros, hipòdroms, parcs d'atraccions i fires fixes, sales de festa, discoteques, sales de jocs d'atzar.

---

Quan un edifici o local és considerat com de concurrència pública, totes les seves dependències estaran considerades també de concurrència pública.

---

### 3.1.2 Locals de reunió, treball i usos sanitaris

Dins del grup de locals de reunió, treball i usos sanitaris i, depenent de la seva ocupació, es poden dividir en dos tipus:

- Sigui quina sigui la seva ocupació, com per exemple: temples, museus, sales de conferències i congressos, casinos, hotels, hostals, bars, cafeteries, restaurants o similars, zones comunes en agrupacions d'establiments comercials, aeroports, estacions de viatgers, estacionaments tancats i coberts per a més de cinc vehicles, hospitals, ambulatoris i sanatoris, asils i guarderies.
- Si l'ocupació prevista és de **més de 50 persones**, com per exemple: biblioteques, centres d'ensenyament, consultoris mèdics, establiments comercials, oficines amb presència de públic, residències d'estudiants, gimnasos, sales d'exposicions, centres culturals, clubs socials i esportius.

### 3.1.3 Locals classificats segons la UNE 20460-3

Edificis i locals que es poden classificar, segons la UNE-20460-3, depenent de la possibilitat d'evacuació com figura en la taula 3.1.

TAULA 3.1. Classificació segons la UNE 20460-3

Classificació	Ocupació	Evacuació	Exemples
BD2	Baixa	Difícil	Edificis de gran alçada
BD3	Alta	Fàcil	Locals oberts al públic (teatres, cinemes, grans magatzems, etc.)
BD4	Alta	Difícil	Edificis de gran alçada oberts al públic (hotels, hospitals, etc.)

### 3.1.4 Altres locals

En aquest grup s'inclouen tots els locals no previstos en els altres grups: locals d'espectacles i activitats recreatives, locals de reunió, treball i usos sanitaris, i locals classificats segons la UNE 20460-3, quan tinguin una capacitat d'ocupació per a **més de 100 persones**.

En resum, es pot considerar *local de concurrència pública* el de lliure o fàcil accés que és utilitzat com a lloc de residència, reunió, esplai, comerç, treball i ús sanitari, i que entra dins d'aquesta categoria per la seva utilització, capacitat i dificultat d'evacuació, en funció d'uns valors que s'haurien de determinar

normativament amb una concreció total, i inclouen tots els seus elements annexos: escales, passadissos, vestíbuls, magatzems, vestuaris i habitacions de servei i instal·lacions. En la taula 3.2 es pot observar un resum dels tipus de locals de concurrència pública.

**TAULA 3.2.** Resum de tipus de locals de concurrència pública

Local	Exemples	Concurrència pública
Espectacles i activitats recreatives	Cinemes, teatres, auditoris, estadis, pavellons d'esports, places de toros, hipòdroms, parcs d'atraccions, fires, sales de festa, discoteques, sales de joc d'atzar	Sempre
Locals de reunió, treball i ús sanitari	Temples, sales de conferències i congressos, bars, cafeteries, restaurants, museus, casinos, hotels, hostals, hospitals, ambulatoris, sanatoris, zones comunes de centres comercials, aeroports, estacions de viatgers, pàrquings tancats de més de cinc vehicles, asils, guarderies	Sempre
Locals de reunió, treball i ús sanitari	Centres d'ensenyament, biblioteques, establiments comercials, consultoris mèdics, clíniques, oficines amb presència de públic, residències d'estudiants, gimnasos, sales d'exposicions, centres culturals, clubs socials i esportius	més de cinquanta persones
BD2: baixa densitat d'ocupació, condicions difícils d'evacuació	Edificis de gran alçada, soterranis	més de cent persones
BD3: alta densitat d'ocupació, condicions fàcils d'evacuació	Locals oberts al públic: grans magatzems	més de cent persones
BD4: alta densitat d'ocupació, condicions difícils d'evacuació	Edificis de gran alçada oberts al públic	més de cent persones

Quan un local es pugui considerar sota dos epígrafs, un d'ells "sempre obligatori" i l'altre "depèn de la seva ocupació", es pren la condició de "sempre obligatori".

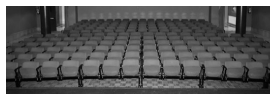
### 3.2 Càlcul de la capacitat

El càlcul de la capacitat resulta imprescindible a l'hora de projectar les instal·lacions d'aquests locals.

El Reglament actual estableix el criteri d'una persona per cada 0,8 m<sup>2</sup> de superfície útil, i queden exclosos els passadissos, repartidors, vestíbuls, lavabos, habitacions de neteja, parament i serveis, que inicialment no es consideren ocupats.

En els casos de locals de reunió, treball i ús sanitari on la capacitat sigui superior a 50 persones i locals que superin les 100 persones, no serà necessari aplicar aquesta relació si se'n pot determinar amb precisió l'ocupació prevista.

Aquesta aplicació resulta senzilla en casos com el d'un cinema la capacitat del qual es correspon amb el nombre de butaques incrementat amb els empleats que hi treballen o el d'un col·legi amb el seu nombre d'alumnes més el personal docent i de serveis.



Capacitat d'un cinema

Com que la densitat d'ocupació varia amb el tipus d'activitat, el **criteri d'ocupació a raó d'una persona per cada 0,8 m<sup>2</sup>** de superfície útil s'haurà d'aplicar com a supletori quan no sigui possible determinar l'ocupació real del local.

El CTE (codi tècnic de l'edificació) ens dóna un seguit de directrius més concretes en funció de l'activitat del local i estableix un nombre de metres quadrats per persona més reals que l'REBT (taula 3.3). Pel fet de tenir dos reglamentacions que afecten la mateixa causa, sempre s'haurà de comprovar quin dels dos reglaments és el més restrictiu.

**TAULA 3.3.** Ràtios d'ocupació segons CTE-DB-SI3

Local		m <sup>2</sup> /Persona
Residències d'estudiants	Habitacions	20
	Salons	1
Oficines	Despatxos	10
	Sales d'espera, vestíbuls..	2
Centres d'ensenyament	Aules	1,5
	Laboratoris, tallers ...	5
Consultoris mèdics	Sales d'espera	10
	Consulta, sala diagnòstic	10
Establiments comercials	Sòtans o planta baixa	2
	Altres plantes	3
Gimnàs	Amb aparells	5
	Sense aparells	1,5
Biblioteques		2
Sales d'exposicions		2
Clubs socials		2

### 3.3 Serveis de seguretat

Es consideren **serveis de seguretat** aquells essencials per mantenir la **seguretat de les persones**.

Serveis com enllumenats d'emergència, sistemes contra incendis (sistemes de detecció), bombes d'elevació, ascensors o altres serveis indispensables fixats per les reglamentacions específiques de les diferents autoritats competents en matèria de seguretat (com megafonia, sirenes d'evacuació, il·luminació antipànic,



il·luminació de senyalització per a l'evacuació, extractors i/o sistemes de ventilació, etc.); i també la línia d'alimentació des de l'inici de la font que alimenta aquests serveis fins al receptor.

### 3.3.1 Alimentació

Una alimentació per a serveis de seguretat pot ser:

- **No automàtica:** quan la posada en servei de l'alimentació és duta a terme per la intervenció d'un operador.
- **Automàtica:** quan la posada en servei de l'alimentació és independent d'un operador.

Una **alimentació automàtica** es classifica, segons la durada de la commutació, en les categories següents:

- **Sense tall:** alimentació automàtica que pot estar assegurada de manera contínua.
- **Amb tall molt breu:** alimentació automàtica disponible en 0,15 segons com a màxim.
- **Amb tall breu:** alimentació automàtica disponible en 0,5 segons com a màxim.
- **Amb tall mitjà:** alimentació automàtica disponible en 15 segons com a màxim.
- **Amb tall llarg:** alimentació automàtica disponible en més de 15 segons.

És possible aconseguir una **alimentació automàtica sense tall** quan es disposi d'una **UPS** (*uninterruptible power supply*), o aparell autònom que ens proporciona el consum elèctric requerit durant la commutació.

L'alimentació dels serveis de seguretat no implica necessàriament disposar d'un subministrament complementari o de seguretat com els definits en la ITC-BT-10 del REBT en tres tipus: socors, reserva i duplicat (vegeu la taula 3.4).

---

La commutació no automàtica es considera commutació amb tall llarg.

---



---

Quan es pugui considerar que un local requereix subministrament de socors i subministrament de reserva, s'hi instal·larà subministrament de reserva.

---

**TAULA 3.4.** Subministraments complementaris i locals per utilitzar-los

Subministraments complementaris	Potència mínima respecte al subministrament normal	Tipus de locals
Socors	15%	Locals d'espectacles i activitats recreatives Locals de reunió, treball i usos sanitaris de més de 300 persones

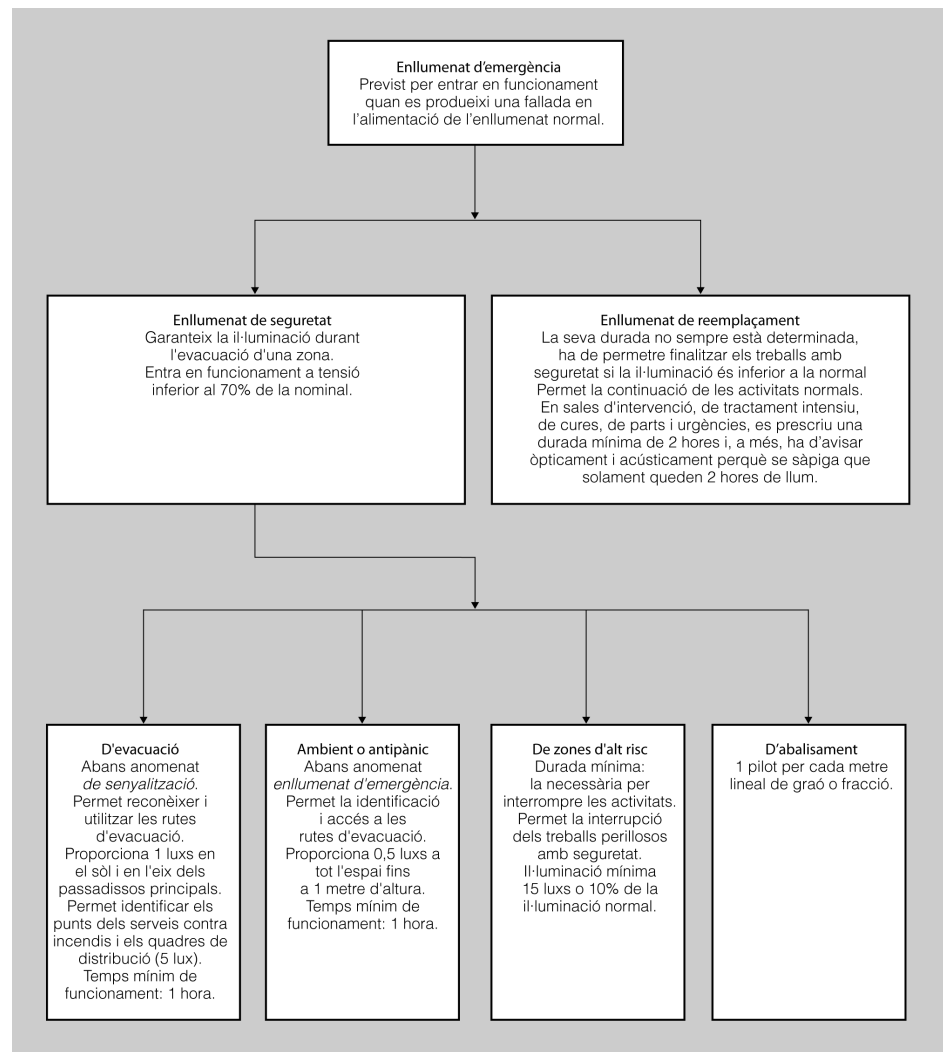
TAULA 3.4 (continuació)

Subministraments complementaris	Potència mínima respecte al subministrament normal	Tipus de locals
<b>Reserva</b>	25%	Hospitals, clíniques, sanatoris, ambulatoris i centres de salut Estacions de viatgers i aeroports Estacionaments subterranis per a més de 100 vehicles Establiments comercials o agrupacions d'aquests de més de 2.000 m2 de superfície Estadis i pavellons esportius
<b>Duplicat</b>	50%	Sales d'operacions i UVI Torres de control d'aeroports i altres

Es poden utilitzar també com a alimentació dels serveis de seguretat altres sistemes com bateries d'acumuladors i piles amb l'autonomia de funcionament requerida.

### 3.3.2 Enllumenats

FIGURA 3.1. Esquema resum d'enllumenat d'emergència



Les instal·lacions destinades a **enllumenat d'emergència** tenen com a finalitat assegurar, en el cas de fallada de l'alimentació a l'enllumenat normal, la il·luminació als locals i accessos fins a les sortides, per a una evacuació eventual del públic o il·luminar altres punts que s'assenyalin.

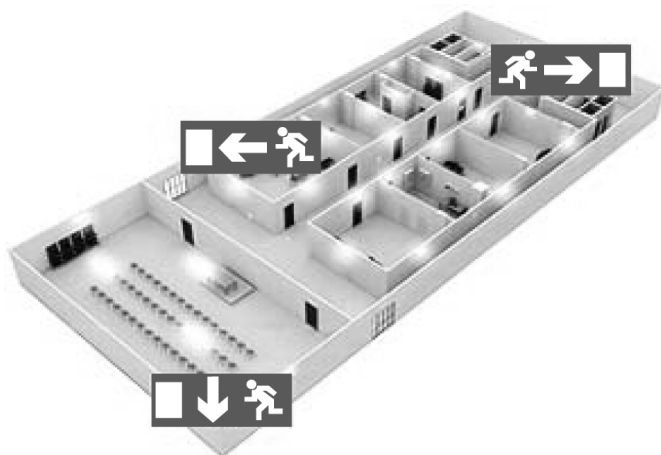
S'inclou dins de l'enllumenat d'emergència l'enllumenat de seguretat i l'enllumenat de reemplaçament (figura 3.1).

### Enllumenat de seguretat

L'**enllumenat de seguretat** és l'enllumenat d'emergència previst per garantir la seguretat de les persones que evacuïn una zona o que han d'acabar un treball potencialment perillós abans d'abandonar la zona.

Ha d'estar previst per entrar en funcionament automàticament quan es produeixi la **fallada de l'enllumenat general** o **quan la seva tensió baixi a menys del 70%** del seu valor nominal.

FIGURA 3.2. Distribució de l'enllumenat de seguretat i de senyalització



No n'hi ha prou de distribuir l'enllumenat de seguretat (figura 3.2) de manera que compleixi la lògica i una luminància en els eixos dels passadissos o vies d'evacuació, sinó que cal situar els llums amb summa cura i **calcular-ne les il·luminacions màxima i mínima**, i recol·locar posteriorment els punts de llum, i també la relació entre elles per estar segurs del que s'està dissenyant.

La responsabilitat del tècnic, en cas d'incident, és enorme, tant en l'àmbit civil com en el penal.

Es pot utilitzar el mateix aparell d'enllumenat d'emergència (vegeu la taula 3.5) per cobrir els requisits de diversos tipus d'enllumenat simultàniament (enllumenat d'evacuació i antipànic).

TAULA 3.5. Luminància d'enllumenats d'emergència

Enllumenat de seguretat	Evacuació	Ambient o antipànic	Zones d'alt risc
	Permet reconèixer i utilitzar les rutes d'evacuació	Permet la identificació i accés a les rutes d'emergència (abans anomenat enllumenat d'emergència)	Permeten la interrupció dels treballs perillosos amb seguretat
Luminància Mínima	1 lux en els passos, 5 luxs en els equips i quadres	0,5 lux fins a 1 m d'alçada	5 luxs o 10% de la il·luminació normal (el més gran dels dos)
Relació entre màxima i mínima	< 40	< 40	< 10
Durada mínima	1 hora	1 hora	La necessària per abandonar l'activitat o zona

Les **zones** on s'ha d'instal·lar **enllumenat de seguretat** són les següents:

1. En tots els recintes l'ocupació dels quals sigui superior a 100 persones, amb una il·luminació mínima de 0,5 lux.
2. Als recorreguts generals d'evacuació de zones destinades a usos residencials o hospitalaris i els de les zones destinades a qualsevol altre ús que estiguin previstes per a l'evacuació de més de 100 persones, amb una il·luminació mínima d'1 lux.
3. Als lavabos generals de planta en edificis d'accés públic, amb una il·luminació mínima de 0,5 lux.
4. Als estacionaments tancats i coberts per a més de cinc vehicles, inclosos els passadissos i les escales que condueixin des d'aquells fins a l'exterior o fins a les zones generals de l'edifici, amb una il·luminació mínima d'1 lux.
5. Als locals que continguin equips generals de les instal·lacions de protecció, amb una il·luminació mínima de 5 lux al nivell d'operació.
6. A les sortides d'emergència i als senyals de seguretat reglamentàries, amb una il·luminació mínima d'1 lux.
7. En tot canvi de direcció de la ruta d'evacuació, amb una il·luminació mínima d'1 lux.
8. En tota intersecció de passadissos amb les rutes d'evacuació, amb una il·luminació mínima d'1 lux.
9. A l'exterior de l'edifici, al veïnatge immediat a la sortida, amb una il·luminació mínima de 1 lux.
10. A una distància horitzontal inferior a 2 metres de les escales, de manera que cada tram d'escales rebi una il·luminació directa.
11. A una distància horitzontal inferior a 2 metres de cada canvi de nivell, amb una il·luminació mínima d'1 lux.

12. A una distància horitzontal inferior a 2 metres de cada lloc de primers auxilis, amb una il·luminació mínima d'1 lux.
13. A una distància horitzontal inferior a 2 metres de cada equip manual destinat a la prevenció i extinció d'incendis, amb una il·luminació mínima de 5 luxs al nivell d'operació.
14. Sobre els quadres de distribució de la instal·lació d'enllumenat de les zones indicades anteriorment, amb una il·luminació mínima de 5 lux al nivell d'operació.

A més del que s'ha exposat i d'acord amb el nou reglament i amb l'apartat 2 de la secció SI1 del codi tècnic de l'edificació (CTE), document bàsic de seguretat en cas d'incendi (DB SI), als locals i **zones considerades de risc especial**, caldrà dissenyar l'**enllumenat d'evacuació**, encara que no es tracti de locals de concurrència pública.

S'ha de tenir en compte, a més, que en col·locar els **llums a més de 2 m** sobre el nivell del sòl es compleixin els **requisits dels enllumenats d'evacuació i ambient en un sol equip**, si s'obtenen els luxs necessaris.

L'**enllumenat d'abalisament d'escales i rampes** és aplicable a tots els locals de concurrència pública, no solament als d'espectacles públics i activitats recreatives, sinó també als hospitals, hotels, edificis d'oficines, etc., tant a les noves instal·lacions com a les modificacions de les ja existents.

## Enllumenat d'evacuació

L'**enllumenat d'evacuació** s'ha de col·locar en totes les vies d'evacuació, ja que han d'estar permanentment senyalitzades i il·luminades amb 1 lux mínim a nivell del sòl. A més, es col·locarà també en tots els punts on hi hagi un equip manual de protecció contra incendis (mànegues i extintors) i també en els quadres de distribució de l'enllumenat amb 5 luxs.

El Codi tècnic d'edificació (CTE) considera que l'**origen d'evacuació és tot punt ocupable d'un edifici**. S'exceptuen els casos següents, en els quals l'origen d'evacuació es considera la porta de sortida:

- Habitatges.
- Recintes la densitat dels quals sigui = 0,1 pers./m<sup>2</sup> i la superfície de la qual sigui < 50 m<sup>2</sup> (habitacions d'hotel, hospitals, residències, etc.).
- Recintes comunicats la suma de superfícies dels quals sigui < 50 m<sup>2</sup>.

El recorregut o **ruta d'evacuació** és el que ha de seguir una persona per anar **des de qualsevol origen fins a una possible sortida**. Aquest recorregut s'amida

per l'eix i no es consideren els ascensors, escales mecàniques ni recorreguts en els quals hi hagi torns o altres obstacles que impedeixin el pas. Per establir el recorregut d'evacuació, cal tenir en compte la posició del mobiliari de manera que no sigui un obstacle en el recorregut: prestatgeries, armaris, taulells, etc.

La senyalització i il·luminació d'evacuació es pot fer amb l'enllumenat normal, quan no es preveu que els locals puguin estar ocupats, quan no hi ha il·luminació (per exemple: locals comercials en horari nocturn), o amb enllumenat d'emergència d'evacuació. No obstant això, sempre cal col·locar llums d'enllumenat d'emergència no permanents per al cas de fallada de la tensió de xarxa.

La funció de **senyalització** s'ha de fer mitjançant senyals amb **símbols normalitzats** (figura 3.3).

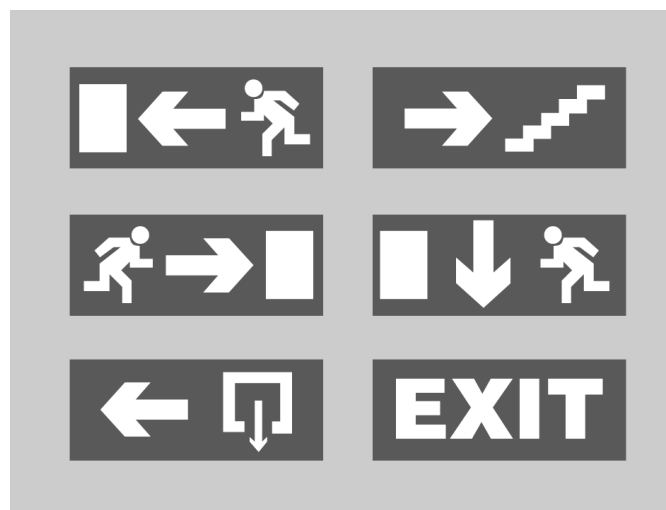


Senyal de ruta d'evacuació

#### L'enllumenat normal com a enllumenat d'evacuació

Quan s'utilitzi l'enllumenat normal com a enllumenat d'evacuació, s'ha de tenir en compte que la seva interrupció no pot ser accessible al públic, i només ha de poder ser manejat per personal adequat. Per això, sempre que el públic pugui apagar l'enllumenat normal, s'han de col·locar llums d'emergència combinats.

FIGURA 3.3. Senyalització d'evacuació



Segons el Codi tècnic d'edificació s'han d'assenyalar:

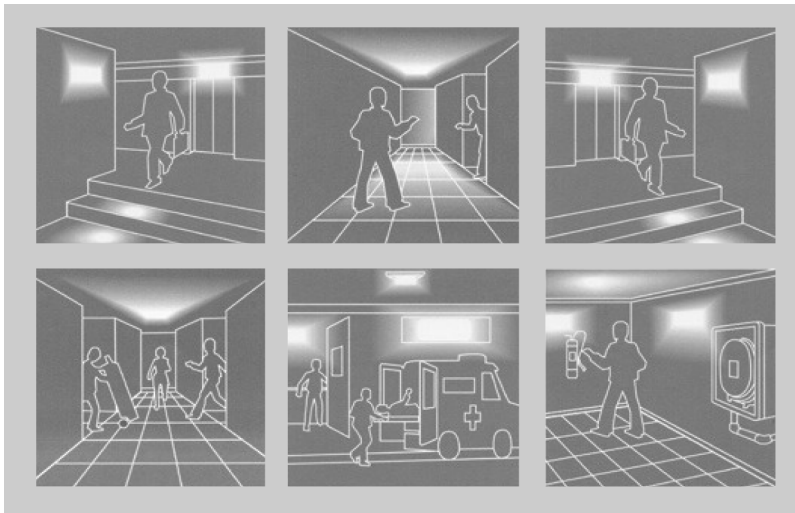


Sortida d'emergència

- Les sortides de recinte, planta o edifici tindran un **senyal de sortida**. Excepte en edificis d'ús habitatge i amb altres usos, quan es tracti de sortides de recintes la superfície dels quals no excedeixi de 50 m<sup>2</sup>, siguin fàcilment visibles des de tot punt d'aquests recintes i els ocupants estiguin familiaritzats amb l'edifici.
- El **senyal de sortida d'emergència** s'ha d'utilitzar en tota sortida prevista per a ús exclusiu en cas d'emergència.
- S'ha de disposar de **senyals indicatius de direcció dels recorreguts**, visibles des de qualsevol origen d'evacuació des del qual no es percebin directament les sortides o els seus senyals indicatius i, en particular, davant de tota sortida d'un recinte amb una ocupació més gran que 100 persones que accedeixi lateralment a un passadís.
- En els punts dels recorreguts d'evacuació en els quals hi hagi alternatives que puguin induir a error, també es disposaran els senyals abans esmentats, de manera que quedi indicada clarament l'alternativa correcta.

- En aquests recorreguts, les portes que no siguin sortida i que puguin induir a error en l'evacuació, s'haurien de senyalitzar amb el **senyal sense sortida** col·locat en un lloc fàcilment visible i pròxim a la porta.
- Els senyals es disposaran de manera coherent amb l'assignació d'ocupants a cada sortida.
- Per indicar les sortides d'ús habitual o d'emergència, s'utilitzaran els senyals definits en la norma UNE 23 034.
- S'han de **senyalitzar els mitjans de protecció contra incendis d'utilització manual** (extintors, boques d'incendi, polsadors manuals d'alarma i els de tir de sistemes automàtics d'extinció), quan no siguin fàcilment localitzables des d'algun punt de la zona protegida per aquest mitjà, de manera que des d'aquest punt el senyal resulta fàcilment visible (figura 3.4).

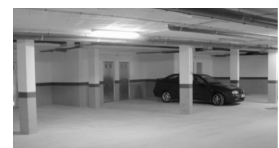
FIGURA 3.4. Instal·lació d'enllumenat d'evacuació



Hi ha locals de concurrència pública en els quals l'enllumenat normal no és suficient per il·luminar la ruta d'evacuació, o no és permanent. En aquests casos, s'hi han d'instal·lar **llums d'emergència combinats**.

Exemples d'aquests casos poden ser:

- **Garatges amb enllumenat normal temporitzat:** quan l'enllumenat normal s'autoapaga, les rutes d'evacuació es fan invisibles amb un llum d'emergència no permanent.
- **Hotels i hospitals:** l'enllumenat normal redueix la seva intensitat en horari nocturn, de manera que impedeix el reconeixement clar de la ruta d'evacuació.
- **Zones destinades a ruta d'evacuació:** com les escales de servei o d'incendis que normalment no estan ocupades, però que és necessari il·luminar. Els blocs combinats substitueixen l'enllumenat normal amb un consum més petit.



Garatge amb enllumenat normal temporitzat

## Enllumenat d'ambient o antipànic



Enllumenat d'ambient o antipànic

L'**enllumenat d'ambient o antipànic** ha de permetre una visibilitat suficient en la totalitat del recinte i així poder localitzar la ruta d'evacuació i arribar-hi.

Requisit: **donar 0,5 lux fins a 1 metre d'alçada en tot el recinte**

El mateix llum pot complir els requisits d'il·luminació d'enllumenat d'evacuació i ambient, però per a això s'ha d'instal·lar almenys 2 metres per sobre del sòl, excepte en casos especials com sales de projecció, cinemes i teatres.

## Enllumenat de zones d'alt risc

L'**enllumenat de zones d'alt risc** és la part de l'enllumenat de seguretat previst per garantir la seguretat de les persones ocupades en activitats potencialment perilloses o que treballen en un entorn perillós. Permet la interrupció de les feines amb seguretat per a l'operador i per als altres ocupants del local.

L'enllumenat de les zones d'alt risc ha de proporcionar una **il·luminació mínima de 15 luxs o el 10% de la il·luminació normal**, prenent sempre el més alt dels valors.

**La relació entre la il·luminació màxima i la mínima** en tot l'espai considerat **ha de ser més petita que 10**.

L'enllumenat de les zones d'alt risc ha de poder funcionar, quan es produeixi la fallada de l'alimentació normal, com a mínim, el temps necessari per abandonar l'activitat o la zona d'alt risc.

El projecte de la instal·lació ha d'especificar clarament aquest tipus de zones per garantir la prevenció de riscos laborals. Per exemple, es requerirà enllumenat de zona d'alt risc per dur una màquina a una posició segura de repòs.

## Enllumenat de reemplaçament

L'**enllumenat de reemplaçament** és la part de l'enllumenat d'emergència que permet la continuïtat de les activitats normals.

Quan l'enllumenat de reemplaçament proporcioni una llum inferior a l'enllumenat normal, s'usarà únicament per acabar el treball amb seguretat.

A les zones d'hospitalització, la il·luminació mínima prescrita s'entén horitzontal, i s'ha d'amidar a nivell del sòl i en l'eix dels passos principals. La instal·lació



d'enllumenat d'emergència proporciona una **il·luminació no inferior a 5 luxs i durant 2 hores com a mínim**.

Les sales d'intervenció, les destinades a tractament intensiu, les sales de cures, les sales de part i les urgències disposaran d'un enllumenat de reemplaçament que proporcionarà un nivell de llum igual al de l'enllumenat normal durant 2 hores com a mínim.

### Enllumenat d'abalisament

És la primera vegada que es recull en el Reglament l'obligació que els **graons i rampes** estiguin senyalitzats i il·luminats amb **il·luminació d'abalisament**, per tant, es poden col·locar pilots d'abalisament, autònoms o centralitzats, a raó d'un per cada metre lineal o fracció (abans es recollia en el Reglament de la policia). Exemple: escales d'un bar, teatre, cinema, etc.

## 3.4 Aparells d'enllumenat d'emergència

Els aparells d'enllumenat d'emergència han de complir unes normes específiques i poden ser de diferents tipus, depenent del sistema d'instal·lació que s'hagi de realitzar per a aquest determinat local.

### 3.4.1 Normes d'acompliment dels aparells d'emergència

Les normes que han de complir els aparells d'emergència es relacionen en la taula [3.6](#).

**TAULA 3.6.** Producte i la seva norma

Producte	Norma d'aplicació
Llum per a enllumenat d'emergència	UNE-EN 60598-2-22
Aparells autònoms per a enllumenat d'emergència amb làmpades de fluorescència	UNE 20392
Aparells autònoms per a enllumenat d'emergència amb làmpades d'incandescència	UNE 20062

#### Dispositiu de posada en repòs

Les llums d'emergència han de tenir un dispositiu de posada en repòs integrat a distància amb l'objectiu d'evitar la descàrrega de les bateries quan no sigui necessària la il·luminació d'emergència.

### 3.4.2 Marcatge dels aparells d'emergència

En funció de la construcció de la il·luminació, el marcatge que ha d'aparèixer sobre l'aparell s'indica de la manera següent:

1a (un espai, \*); 2a (un espai, \*); 3a (quatre espais, \* \* \*\*); 4a (tres espais, \* \* \*)



Làmpada d'emergència

- La **1a cel·la** indica el **tipus de llum**
  - X aparell autònom
  - Z aparell alimentat per font central
- La **2a cel·la** indica el mode de **funcionament**
  - 0: no permanent
  - 1: permanent
  - 2: combinat no permanent
  - 3: combinat permanent
  - 4: compost no permanent
  - 5: compost permanent
  - 6: satèl·lit
- La **3a cel·la** indica els **dispositius**
  - A: dispositiu de verificació incorporat
  - B: amb posada en estat de repòs a distància
  - C: amb posada en estat de neutralització
  - D: llum per a zones d'alt risc
- La **4a cel·la**, només en aparells autònoms, indica la **durada en minuts**
  - 60: 1 hora (valor mínim segons RBT)
  - 120: 2 hores
  - 180: 3 hores

#### Exemple de marcatge

X3 \* B \* \*120

Aquest marcatge indica que es tracta d'un aparell autònom (X), combinat permanent (3), amb posada en estat de repòs a distància (\*B\*\*) i 120 minuts de durada (120).

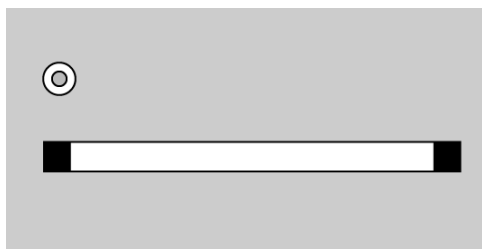
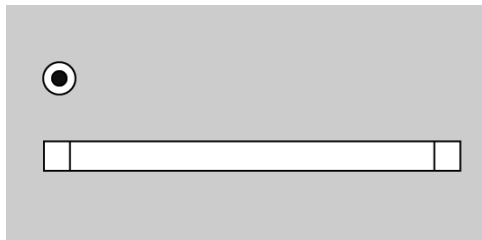
### 3.4.3 Tipus de llums per a enllumenat

Els llums per a enllumenat d'emergència poden ser de diferents tipus:

- **Permanent:** Les làmpades per a enllumenat d'emergència són alimentades permanentment, tant si es requereix l'enllumenat normal com el d'emergència. Vegeu a la figura 3.5 aquest tipus de llum amb tensió de xarxa, i a la figura 3.6 amb fallada de xarxa.

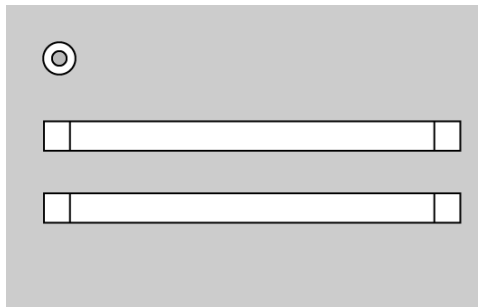
**FIGURA 3.5.** Llum permanent amb tensió de xarxa**FIGURA 3.6.** Llum permanent amb fallada de xarxa

- **No permanent:** Les làmpades per a enllumenat d'emergència són en funcionament només quan falla l'alimentació de l'enllumenat normal. Vegeu a la figura 3.7 aquest tipus de llum amb tensió de xarxa, i a la figura 3.8 amb fallada de xarxa.

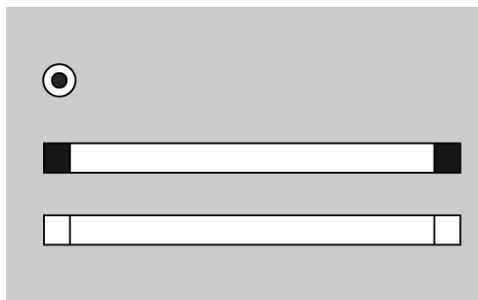
**FIGURA 3.7.** Llum no permanent amb tensió de xarxa**FIGURA 3.8.** Llum no permanent amb fallada de xarxa

- **Combinat (Permanent):** Conté dues làmpades o més, de les quals almenys una és alimentada a partir de l'alimentació d'enllumenat d'emergència i les altres a partir de l'alimentació d'enllumenat normal. Vegeu a la figura 3.9 aquest tipus de llum amb tensió de xarxa, i a la figura 3.10 amb fallada de xarxa.

**FIGURA 3.9.** Llum combinat permanent amb tensió de xarxa

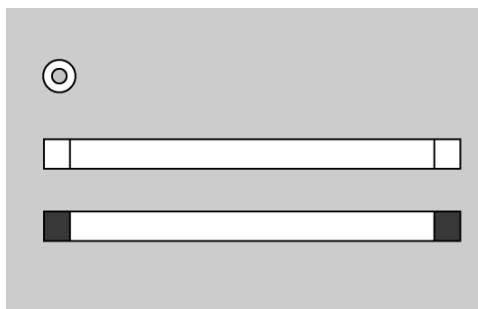


**FIGURA 3.10.** Llum combinat permanent amb fallada de xarxa

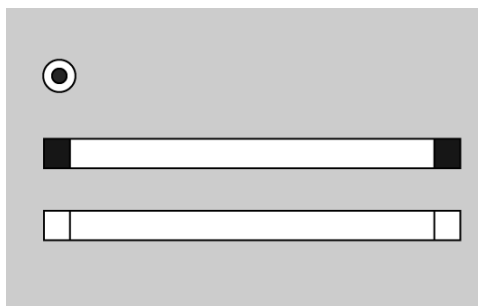


- **Combinat (No permanent):** Conté dues làmpades o més, de les quals almenys una és alimentada a partir de l'alimentació d'enllumenat d'emergència i les altres a partir de l'alimentació d'enllumenat normal. Vegeu a la figura 3.11 aquest tipus de llum amb tensió de xarxa, i a la figura 3.12 amb fallada de xarxa.

**FIGURA 3.11.** Llum combinat no permanent amb tensió de xarxa



**FIGURA 3.12.** Llum combinat no permanent amb fallada de xarxa



### 3.4.4 Instal·lació dels aparells d'emergència

Les instal·lacions als locals de concurrència pública han de complir la normativa requerida (taula 3.7) i les condicions de caràcter general que s'assenyalen a continuació:

- Cal instal·lar un interruptor automàtic magnetotèrmic en el quadre general de distribució, del qual han de sortir les línies que alimentin els aparells receptors.



Porta tallafoc

TAULA 3.7. Producte i la seva norma d'aplicació

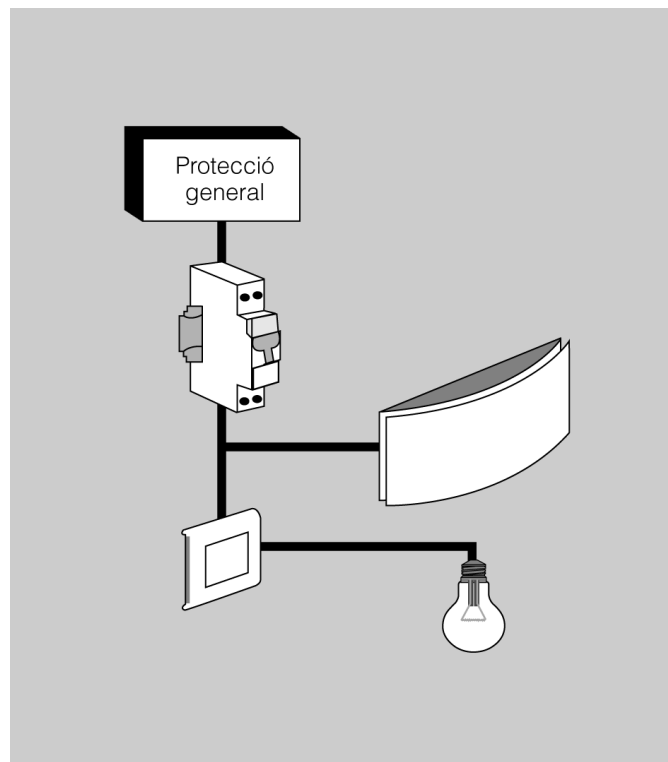
Producte	Norma d'aplicació
Embolcall quadre general (ús domèstic o anàleg)	UNE 20451
Caixes d'empalmament i/o derivació	UNE 20451
Embolcall quadre general i conjunts d'aparellatge (ús industrial)	UNE-EN 50298
Interruptors automàtics (ús domèstic o anàleg)	UNE-EN 60898
Interruptors automàtics (ús industrial)	UNE-EN 60947-2
Interruptors temporitzats (minuters) (ús domèstic o anàleg)	UNE-EN 60669-2-3
Interruptors seccionadors (ús domèstic o anàleg)	UNE-EN 60669-2-4
Interruptors seccionadors (ús industrial)	UNE-EN 60947-3
Interruptors diferencials (ús domèstic o anàleg)	UNE-EN 61008
Interruptors diferencials amb dispositiu incorporat de protecció contra sobreintensitats (ús domèstic o anàleg)	UNE-EN 61009
Interruptors diferencials (ús industrial)	UNE-EN 60947-2
Fusibles	UNE-EN 60269-3
Borns de connexió	UNE-EN 60998

- El quadre general de distribució i els quadres secundaris (si n'hi ha), s'han d'instal·lar lluny del públic i estar separats dels locals on hi hagi perill d'incendi per mitjà d'elements contra incendis i portes no propagadores del foc.
- En el quadre general de distribució o en els secundaris s'han de disposar dispositius de comandament i protecció per a cada línia general de distribució i d'alimentació directa a receptors amb una placa indicadora del circuit al qual pertanyen.
- En instal·lacions d'enllumenat de locals o zones on es reuneixi públic, el nombre de línies secundàries i la seva disposició amb relació al total de llums que cal alimentar haurà de ser tal que el tall de corrent en qualsevol d'elles no afecti més de la tercera part del total de llums instal·lats en aquests locals i cada línia estarà protegida a l'origen contra sobrecàrregues,

curtcircuits i, si escau, contra contactes indirectes. Atès que als locals on es reuneix públic és obligatori repartir l'enllumenat del local entre les tres línies, les emergències situades en cada zona han d'estar connectades a la fase que alimenta la línia d'enllumenat normal d'aquesta zona. A més, els aparells autònoms poden estar connectats al circuit de l'enllumenat normal (vegeu la figura 3.13).

- Les canalitzacions s'han de fer segons el que es disposa en les ITC-BT- 19 i ITC-BT-20 i són constituïdes per:
  - Conductors aïllats, de tensió no inferior a 450-750 V, sota tubs o canals protectors, preferentment encastats especialment en zones accessibles al públic.
  - Conductors aïllats, de tensió no inferior a 450-750 V, amb coberta de protecció, col·locats en buits de la construcció totalment construïts amb materials incombustibles de resistència al foc RF-120, com a mínim.
  - Conductors rígids aïllats, de tensió assignada no inferior a 0,6/1 kV, armats, col·locats directament sobre les parets.
- Els cables i sistemes de conducció de cables s'han d'instal·lar de manera que no es redueixin les característiques de seguretat contra incendis de l'edifici. Han de ser no propagadors de l'incendi i amb emissió de fums i opacitat reduïda.
- Les fonts pròpies d'energia de corrent altern a 50 Hz no poden donar tensió de retorn a la connexió o les connexions de servei de la xarxa de baixa tensió pública que alimentin el local de concurrència pública.

**FIGURA 3.13.** Connexió de l'enllumenat d'emergència a la mateixa fase de l'enllumenat normal



### 3.5 Conductors i conductes de l'enllumenat d'emergència

Tots els conductors elèctrics que s'utilitzin han de ser **de baixa emissió de fums, lliures d'halògens**, i complir una llarga sèrie de normes UNE (a títol d'exemple se n'enumeren algunes en la taula 3.8). Els conductors han de ser marcats preceptivament pel fabricant amb les lletres **AS (alta seguretat)**. Tot conductor no marcat amb aquest símbol no és vàlid per ser instal·lat en un local de concurrència pública.

Els llums alimentats per una font central són normalment els pilots d'abalisament de les escales i rampes. El nou Reglament estableix que els conductors han de ser conformes a la norma UNE 21123, parts 4 o 5, **resistents al foc** i marcats amb el símbol **AS+ (alta seguretat augmentada)**. Les seves línies d'alimentació han de discórrer independentment de les altres i preferiblement sota tub encastat. Resumint el que s'ha dit, aquests són els tipus de conductors que s'han d'utilitzar i el seu marcatge.



Símbol de baixa opacitat de fums



Símbol de lliure d'halògens

TAULA 3.8. Característiques dels cables i sistemes de conducció

Tipus de cable	Marcatge	Designació	Característiques	Tipus d'instal·lació	UNE
Instal·lacions generals (alimentació d'enllumenat i força) No propagadors de l'incendi i amb emissió de fums i opacitat reduïda	AS (alta seguretat)	ES07Z1-K	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 450- 750 V amb conductor de coure de classe 5 (-K) i aïllament compost termoplàstic a base de poliolefina termoplàstica ignífuga, lliure d'halògens (Z1)	Sota tub	211002
Instal·lacions generals (alimentació d'enllumenat i força) No propagadors de l'incendi i amb emissió de fums i opacitat reduïda	AS (alta seguretat)	ES05Z1-K	Conductor unipolar aïllat de tensió assignada 300- 500 V amb conductor de coure de classe 5 (-K) i aïllament compost termoplàstic a base de poliolefina termoplàstica ignífuga, lliure d'halògens (Z1)	A l'interior de quadres elèctrics	211002

TAULA 3.8 (continuació)

Tipus de cable	Marcatge	Designació	Característiques	Tipus d'instal·lació	UNE
Instal·lacions generals (alimentació d'enllumenat i força) No propagadors de l'incendi i amb emissió de fums i opacitat reduïda	AS (alta seguretat)	RZ1-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de polietilè reticulat (R) i coberta de compost termoplàstic a base de poliolefina termoplàstica ignífuga, lliure d'halògens (Z1)	En safates o buits	21123-4
Instal·lacions generals (alimentació d'enllumenat i força) No propagadors de l'incendi i amb emissió de fums i opacitat reduïda	AS (alta seguretat)	D7Z1-K	Cable de tensió assignada 0,6/1kV amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament d'etilè propilè (D) i coberta de compost termoplàstic a base de poliolefina termoplàstica ignífuga, lliure d'halògens (Z1)	En safates o buits	21123-5
Serveis de seguretat	AS+(alta seguretat augmentada)		Resistents al foc i amb subministra ment durant i després de l'incendi durant un temps	Cable de tensió assignada de 300-500 V per a sistema de detecció, incendi, megafonia i de 0,6/1 kV per a la resta	21123-4 21123-5 50200



Símbol de cable resistent al foc

El marcatge d'aquest tipus de conductors és molt complex, per això és necessari simplificarlo. Es proposa utilitzar solament les sigles AS i AS+, que han d'estar indefectiblement gravades sobre els cables. Els cables han de complir també la norma UNE 20432-3 i ser no propagadors de l'incendi.

Els tubs han de ser **no propagadors de la flama** (taula 3.9). És a dir, en retirar el foc del tub, si no s'ha cremat o s'ha carbonitzat en la seva totalitat, aquest s'ha d'autoextingir en un període màxim de 30 segons. Aquest assaig és similar a l'efectuat per als cables, d'acord amb la norma UNE 20432-1. Malgrat que els tubs, igual que els cables, es col·loquen en malles, no apareix en cap norma un assaig de no-propagació de l'incendi similar al que s'utilitza per als cables en la norma UNE 20432-3. Resulta estranya tanta rigidesa normativa en la regulació dels cables i tanta laxitud per als tubs i canals que els han de contenir. Aquesta situació mereix qualificar-se, com a mínim, de contrasentit no solament legal sinó també tècnic.



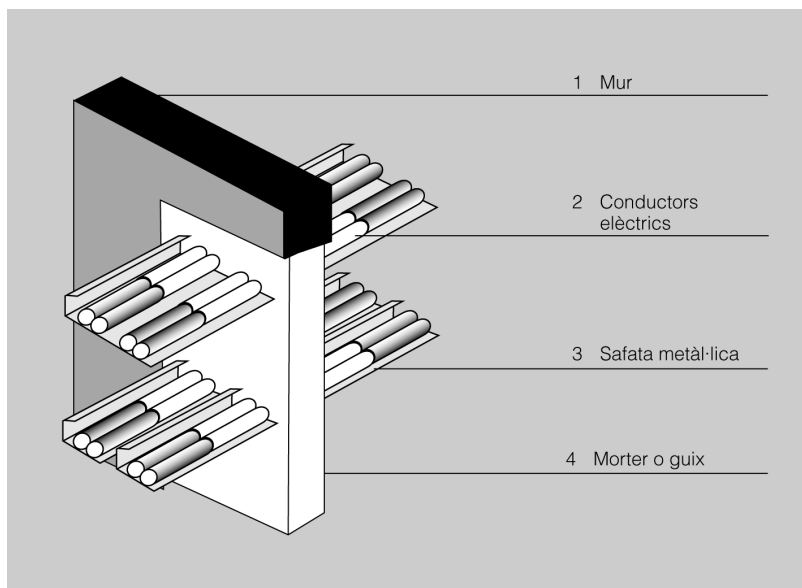
**TAULA 3.9.** Característiques mínimes per als sistemes de conducció de cables

Producte	Designació segons norma	Norma d'aplicació
Tub rígid	4321 i no propagador de la flama	UNE-EN 50 086-2-1
Tub curvatiu	2221 i no propagador de la flama	UNE-EN 50 086-2-2
Tub flexible	4321 i no propagador de la flama	UNE-EN 50 086-2-3
Canal protectora	No propagador de la flama	UNE-EN 50 085-1
Safates i safates d'escala	No propagador de la flama	UNE-EN 61537



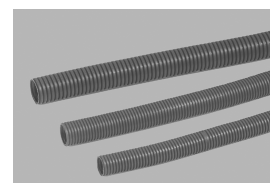
Símbol de no propagadors de flama

Els tubs haurien d'estar **preferentment encastats**, ja que encara que siguin de PVC, tenen solament una superfície lliure en contacte amb l'atmosfera i és més difícil que cremin i produeixin fums tòxics. Aquests tubs la paret exterior dels quals és recoberta per guix o morter, certament, cremen molt pitjor en tenir una única superfície lliure en contacte amb l'atmosfera, però els que queden col·locats en buits de la construcció o no estan massissats amb morter o guix sí que cremen bé, i en canvi no estan prohibits, per tant caldrà tenir-ho en compte a l'hora de fer una instal·lació.

**FIGURA 3.14.** Segellat RF (resistència al foc) d'un pas de safates de cables

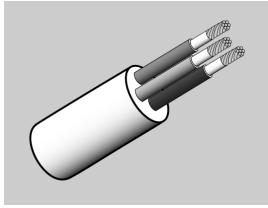
Es proposa que els conductors que discorren pels buits de la construcció es disposin en **safata metàl·lica**, de qualsevol dels múltiples tipus existents al mercat (figura 3.14). S'haurien d'utilitzar **conductors formats per mànega aïllada**, de 750 V o 1 kV amb coberta de protecció, de **baixa emissió de fums, lliures d'halògens i no propagadores de l'incendi**. Aquests conductors haurien d'anar marcats amb les lletres AS. D'aquesta manera, en cas d'incendi, la quantitat de PVC de la instal·lació elèctrica seria nul·la o molt escassa i evitaria el risc d'asfíxia per als ocupants del local.

D'acord amb les formes de muntatge esmentades, es proposen com a vàlids els sistemes d'instal·lació descrits en la norma UNE 20460-5-52, taula 52H, normalitzats amb els nombres de referència 5, 5A (tubs encastats), 12, 13 (safates



Tub no propagador de flama

metàl·liques), 21 (cable en buit de la construcció) i 25 (cable en buit de fals sòl o sostre), entre d'altres. El cable haurà de ser conforme a la norma UNE 21123-4 (amb coberta) i haurien d'estar marcats, en tots els casos, amb les lletres AS.



Mànega de seguretat AS

Aquestes prescripcions haurien de ser aplicables a les instal·lacions que discorren pel buit d'escala de tot tipus d'edificacions, inclosos els edificis d'habitatges, ja que el normal és que siguin la seva única via d'evacuació, ja que pocs disposen d'escala d'incendis. No obstant això, el Reglament només estableix la seva obligatorietat per a les derivacions individuals i no per a tots els tubs i cables instal·lats a l'escala. Si es tracta d'un edifici en el qual el recorregut d'evacuació queda inclòs dintre de les categories de protegit o especialment protegit, caldrà considerar el recorregut d'evacuació com un local de concurrència pública en la seva totalitat, d'acord amb el que ja s'ha assenyalat.



Escala d'incendis

Actualment, hi ha al mercat tubs que alguns fabricants denominen de **baix contingut en halògens**. Són tubs de PVC, de contingut en halògens indeterminat, amb més o menys càrrega inerta o que, fins i tot, poden estar additivats per complir l'especificació M1 amb retardants de flama organohalogenats tipus PBDE (èter difenílic polibromat), actualment en fase de prohibició a la CEE i molt perillosos per a les persones en cas d'incendi. Per tant, els tubs i canals és millor que no siguin de PVC. S'ha de buscar un material alternatiu de baixa emissió de fums i lliure d'halògens o canals i safates metàl·liques amb connexió de terra, que són incombustibles.

### 3.6 Sectorització de les dependències

La Guia tècnica d'aplicació del reglament esmenta una sèrie de prescripcions complementàries per als locals d'espectacles i de treball-reunió que amplia, lleugerament, la sectorització de les diferents **dependències amb alimentació i tall omnipolar des del quadre general**.

En la taula 3.10 i taula 3.11 es detallen dos exemples d'aplicació de l'enllumenat de seguretat a locals d'aquest tipus.

TAULA 3.10. Exemple d'aplicació de l'enllumenat de seguretat en un teatre

Espai	Enllumenat d'evacuació		
Teatre	Enllumenat ambient	Origen	Final
Sala d'actes	Tota la sala	Extrems de les fileres de butaques	Sortida exterior
Lavabos del públic	Tot l'espai	A l'interior, a sobre de la porta de sortida	Sortida exterior
Tots els recorreguts, passadissos, canvis de nivell i direcció	Tot l'espai	Inici del recorregut	Sortida exterior
Camerinos i recintes d'ús dels empleats, magatzems	Tot l'espai	A l'interior, a sobre de la porta de sortida	Sortida exterior

**TAULA 3.10** (continuació)

<b>Espai</b>	<b>Enllumenat d'evacuació</b>		
Vestíbuls	Tot l'espai	A l'interior, a sobre de la porta de sortida	Sortida exterior
Quadres de distribució d'enllumenat, equips manuals de prevenció i extinció d'incendis		Sobre el punt indicat (5 lux)	
Local amb equip general de la instal·lació de protecció	Tot l'espai		
Bar	Tota la sala	A l'interior, a sobre de la porta de sortida	Sortida exterior
Aparcament	Tot l'espai	Cada plaça d'aparcament	Sortida exterior

**TAULA 3.11.** Exemple d'aplicació de l'enllumenat de seguretat en un hotel o hospital

<b>Espai</b>	<b>Enllumenat d'evacuació</b>		
Hotel-Hospital	Enllumenat ambient	Origen	Final
Habitacions	Tot l'espai	Exterior de la porta de l'habitació	Sortida exterior
Tots els recorreguts, passadissos, canvis de nivell i direcció	Tot l'espai	Inici del recorregut	Sortida exterior
Recintes d'ús dels empleats	Tot l'espai	A l'interior, a sobre de la porta de sortida	Sortida exterior