

# Dimensionament, manteniment i posada en servei d'un edifici d'habitatges

Xavier Cuerpo, Yolanda Parejo Romero, 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 Dimensionament d'una instal·lació elèctrica en un edifici d'habitatges</b>	<b>9</b>
1.1 Instal·lacions en edificis	9
1.1.1 Esquemes de muntatges, caixa general de protecció, línia general d'alimentació, comptadors, derivació individual i circuits d'interiors	10
1.2 Càlcul de la secció de conductors	22
1.2.1 Càlcul de caigudes de tensió	23
1.2.2 Límits reglamentaris de les caigudes de tensió a les instal·lacions d'enllaç	25
1.2.3 Exemples de càlcul de la secció de conductors	26
1.3 Càlcul de la potència elèctrica total d'un edifici	30
1.3.1 Càrrega d'habitatges	30
1.3.2 Càrrega corresponent als serveis generals	31
1.3.3 Càrrega corresponent als locals comercials i oficines	32
1.3.4 Càrrega corresponent a garatges	33
1.3.5 Càrrega total corresponent a edificis comercials, d'oficines o destinats a una o més indústries	33
<b>2 Dimensionament interior d'un habitatge</b>	<b>35</b>
2.1 Grau d'electrificació	35
2.2 Circuits interiors	36
2.2.1 Circuits de protecció general	36
2.2.2 Circuits interiors en derivacions	38
2.2.3 Característiques elèctriques dels circuits	42
2.3 Punts d'utilització mínims de confort	44
2.3.1 Electrificació de l'accés a l'habitatge	46
2.3.2 Electrificació del vestíbul	47
2.3.3 Electrificació de la sala d'estar o saló	48
2.3.4 Electrificació de la cuina	49
2.3.5 Electrificació del bany	50
2.3.6 Electrificació del dormitori	50
2.3.7 Electrificació de la terrassa o jardí	51
2.3.8 Electrificació del passadís	52
2.3.9 Electrificació del garatge unifamiliar	53
2.4 Habitatges o locals amb banyera o dutxa	53
2.4.1 Classificació dels volums	54
2.4.2 Protecció per garantir la seguretat	57
2.4.3 Mesura de la resistència d'aïllament de sòls i parets	58
2.4.4 Elecció i instal·lació de materials elèctrics	59
2.4.5 Instal·lacions especials	60
2.4.6 Figures de la classificació dels volums	62

<b>3</b>	<b>Manteniment i posada en servei d'una instal·lació d'un habitatge</b>	<b>67</b>
3.1	Manteniment i posada en servei . . . . .	67
3.1.1	Verificacions per examen . . . . .	68
3.1.2	Assajos . . . . .	69
3.2	Avaries a una instal·lació elèctrica a un edifici d'habitatges . . . . .	79
3.2.1	Consideracions prèvies . . . . .	79
3.2.2	Manteniment sense tensió. 5 regles d'or . . . . .	80
3.2.3	Procés de treball . . . . .	84
3.2.4	Errors o mal funcionament . . . . .	85
3.3	Projecte i MTD . . . . .	86
3.3.1	Documentació de les instal·lacions elèctriques . . . . .	87
3.3.2	Verificacions i inspeccions de les instal·lacions elèctriques . . . . .	90

## Introducció

En el moment en què ens plantegem adquirir un habitatge, valorem tots els elements que pugui tenir a favor i tots els que pugui tenir en contra. Una vegada traspassat el tema del barri i la ubicació i, evidentment, la distribució de les habitacions, grandària, etc., apareix un nivell de concreció molt més detallat com poden ser els acabats i els detalls. És evident que no seran aquests detalls els que decantaran si aquell habitatge passarà a ser casa nostra, però una vegada comprat i una vegada hi siguem dins, sempre ens donarà un punt de satisfacció o, potser de decepció, adonar-nos de si la instal·lació elèctrica és bona, és a dir, si ens dóna totes les prestacions que nosaltres li demanem, o la trobem dolenta, o dit d'una altra manera, no té prou endolls, hi falten circuits que trobem necessaris, etc.

Atès que a l'hora de dissenyar una instal·lació elèctrica la perillositat d'un mal disseny és evident, pràcticament la totalitat de les eleccions a l'hora de triar materials, components i característiques està regulada i tipificada, i també el nombre mínim de circuits per tal de garantir un mínim de confort elèctric a la llar.

En el desenvolupament d'aquests circuits elèctrics és quan fa acte de presència l'instal·lador elèctric, i la seva habilitat és imprescindible per poder dur a terme aquests circuits amb plenes garanties de confecció i de seguretat.

Com que l'experiència es mesura segons el nombre d'instal·lacions fetes, i aquesta és la gran aliada per donar destresa a l'instal·lador, aquesta unitat pretén aportar a l'estudiant d'avui i instal·lador de demà les bases pràctiques de desenvolupament de circuits que seran el punt de partida per al futur instal·lador expert.

La instal·lació elèctrica és l'eix principal del qual depèn la resta de serveis d'un habitatge. La il·luminació, els electrodomèstics i la majoria d'objectes i prestacions que ens donen confort en un habitatge estan subjectes a la instal·lació elèctrica.

L'apartat "Dimensionament d'una instal·lació elèctrica en un edifici d'habitatges" tracta de les diferents parts de què consta la instal·lació elèctrica a un edifici d'habitatges; s'hi donaran una sèrie de pautes i criteris per al càlcul de la potència requerida per una instal·lació i el càlcul de secció corresponent segons el Reglament per a baixa tensió.

A l'apartat "Dimensionament interior d'un habitatge" s'expliquen els graus d'electrificació que es poden trobar en un habitatge; els seus números i circuits i, finalment, els punts d'utilització de cada línia. S'identifiquen els requisits mínims segons la normativa, i els recomanats per a cada habitació, incloent-hi les característiques singulars que tenen els lavabos o habitacions amb banyera o dutxa. Cal destacar la importància que té aquest apartat pel perill i el risc elèctric que presenta la proximitat de l'aigua en les instal·lacions elèctriques.

A l'apartat "Manteniment i posada en servei d'una instal·lació d'un habitatge" es donarà una visió de les mesures i assajos que s'han de fer abans de la posada en servei de la instal·lació d'un edifici d'habitatges, i també la documentació necessària per tramitar la instal·lació. Per acabar, també s'inclou un procediment per identificar i resoldre les diferents avaries que poden aparèixer en un edifici d'habitatges.

Per treballar els continguts d'aquesta unitat didàctica és convenient anar fent les activitats i els exercicis d'autoavaluació, i llegir els annexos.

## Resultats d'aprenentatge

En finalitzar aquesta unitat l'alumne/a:

1. Munta la instal·lació elèctrica d'un habitatge amb grau d'electrificació bàsica aplicant el Reglament electrotècnic per a baixa tensió (REBT).

- Realitza el pla de muntatge de la instal·lació.
- Realitza la previsió dels mecanismes i elements necessaris.
- Identifica cada un dels elements dins del conjunt de la instal·lació i en catàlegs comercials.
- Comprova el funcionament de la instal·lació (proteccions, presa de terra, entre d'altres).
- Utilitza les eines adequades per a cada un dels elements.
- Aplica el REBT.
- Respecta els temps estipulats.
- Comprova la correcta instal·lació de les canalitzacions permetent la instal·lació dels conductors.
- Elaborar un procediment de muntatge d'acord a criteris de qualitat.
- Realitza l'esquema de la instal·lació seguint el procediment establert.
- Compleix les normes de prevenció de riscos laborals (incloses les de seguretat enfront el risc elèctric) i de protecció ambiental.
- Actua amb responsabilitat.
- Resol satisfactòriament els problemes que es presenten.
- Demostra coneixement suficient de la reglamentació aplicable a les instal·lacions elèctriques interiors d'habitatges.

2. Manté instal·lacions interiors domèstiques 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.
- Proposa hipòtesis raonades de les possibles causes i la seva repercussió en la instal·lació.
- Localitza l'avaría utilitzant un procediment tècnic d'intervenció.

- Opera amb autonomia en la resolució de l'avaría.
- 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.
- Compleix les normes de prevenció de riscos laborals (incloses les de seguretat enfront el risc elèctric) i de protecció ambiental.

3. Verifica la posada en servei d'una instal·lació interior d'habitatge 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. (Aïllament entre conductors i conductors i terra)
- Mesura la resistència de la presa de terra.
- Mesura i registra els valors dels paràmetres característics.
- Verifica la sensibilitat de disparament dels interruptors diferencials.
- Mesura la continuïtat dels circuits.
- 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.
- Compleix les normes de prevenció de riscos laborals (incloses les de seguretat enfront el risc elèctric).
- Demostra coneixement suficient de la reglamentació aplicable a la verificació de la posada en servei de les instal·lacions elèctriques interiors d'habitatges.



## 1. Dimensionament d'una instal·lació elèctrica en un edifici d'habitatges

La previsió de càrregues d'un edifici és el consum teòric que es creu que tindrà amb els seus habitatges, locals i tallers. És necessari conèixer aquest consum per poder dimensionar correctament la secció dels conductors i els diferents elements de protecció.

Per fer un estudi de consum o una previsió de càrregues d'un edifici, és necessari saber quina és la nomenclatura que s'utilitza per denominar cada una de les parts que formen la instal·lació elèctrica d'un edifici (que es denomina instal·lació d'enllaç) i les seves parts, que són les que s'enumeren a continuació:

- Caixa general de protecció (CGP).
- Línia general d'alimentació (LGA).
- Comptadors.
- Derivació individual (DI).

L'instal·lador electricista, a banda de conèixer la composició de les instal·lacions, també ha de ser capaç de dimensionar components i de calcular la secció del cable més adequat en cada cas. Per fer aquests càlculs és necessari saber la normativa adequada per a cada part de la instal·lació.

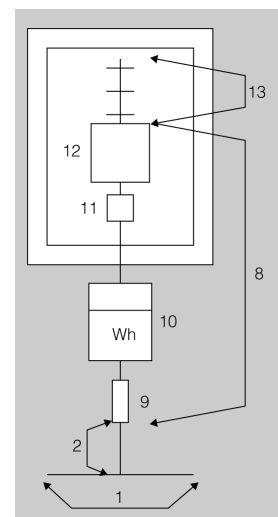
### 1.1 Instal·lacions en edificis

L'energia elèctrica procedent de les centrals elèctriques es distribueix als centres de transformació d'alta tensió a baixa tensió per mitjans de xarxes de distribució. Els elements situats entre la distribució de la companyia elèctrica CGP i la instal·lació d'interior rep el nom d'**instal·lació d'enllaç**.

Una instal·lació d'enllaç és la instal·lació que uneix les xarxes de distribució de baixa tensió de la companyia amb les instal·lacions interiors dels consumidors.

La instal·lació d'enllaç sempre se situarà per llocs d'ús comú, és a dir, que són de propietat de l'usuari i aquest serà el responsable de la seva conservació.

La instal·lació d'enllaç està composta per les següents parts:



Instal·lació d'enllaç: 1. Xarxa de distribució; 2. Connexió de servei; 8. Derivació individual; 9. Fusible de seguretat; 10. Comptador; 11. Caixa per a l'I'CP; 12. Dispositius de comandament i protecció; 13. Instal·lació interior.

- Caixa general de protecció (CGP).
- Línia general d'alimentació (LGA).
- Elements per a la ubicació de comptadors.
- Derivacions individuals (DI).
- Interruptor de control de potència i dispositius de comandament i protecció.

### 1.1.1 Esquemes de muntatges, caixa general de protecció, línia general d'alimentació, comptadors, derivació individual i circuits d'interiors

La instal·lació d'enllaç està composta de diferents elements: CGP, LGA, comptadors, DI i caixa de protecció. Segons el càlcul de secció o línia que vulguem calcular, la caiguda de tensió que es permet és diferent per a cada part de la instal·lació.

#### Caixa general de protecció

L'interior de la caixa general de protecció conté els elements de protecció de les línies generals de protecció.

S'han d'instal·lar preferentment sobre les façanes exteriors dels edificis, en llocs d'accés lliure i permanent. La seva situació s'ha de fixar de comú acord entre la propietat de l'edifici i l'empresa subministradora.

Quan la connexió de servei sigui aèria, es poden instal·lar en muntatge superficial a una altura sobre el terra compresa entre 3 i 4 m. Quan es tracti d'una zona en què estigui previst el pas de la xarxa aèria a subterrània, la caixa general de protecció s'ha de situar com si es tractés d'una connexió de servei subterrània.

Segons indica la ITC-BT-06 i ITC-BT-07, en tots els casos s'ha de procurar que la situació escollida estigui tan propera com sigui possible a la xarxa de distribució pública i que quedi allunyada o, com a mínim, protegida adequadament d'altres instal·lacions com ara les d'aigua, gas, telèfon, etc.

#### Línia general d'alimentació (LGA)

La línia general d'alimentació és la que enllaça la caixa general de protecció amb la centralització de comptadors.

En la figura 1.1 podem observar com queda visualment la unió de la caixa general de protecció amb els fusibles de protecció (1), els fusibles de protecció dels habitatges de l'edifici (2) i la centralització de comptadors (3). D'una mateixa línia general d'alimentació es poden fer derivacions per a diferents centralitzacions de comptadors.

Per completar la informació sobre la caixa general de protecció consulteu el REBT, que trobareu en la secció "Annexos" del web d'aquest crèdit.

**FIGURA 1.1.** Línia general d'alimentació, CGP i centralització de comptadors

Les línies generals d'alimentació de manera general estaran compostes per tres fases i neutre i han d'estar constituïdes pel següent:

- Conductors aïllats a l'interior de tubs encastats.
- Conductors aïllats a l'interior de tubs soterrats.
- Conductors aïllats a l'interior de tubs en muntatge superficial.
- Conductors aïllats a l'interior de canals protectores la tapa de les quals només es pot obrir amb l'ajut d'un estri.
- Canalitzacions elèctriques prefabricades que han de complir la norma UNE-EN 60439-2.
- Conductors aïllats a l'interior de conductes tancats d'obra de fàbrica, projectats i construïts a aquest efecte.

Les canalitzacions han d'incloure en qualsevol cas el conductor de protecció.

El traçat de la línia general d'alimentació ha de ser tan curt i rectilini com sigui possible, i ha de discórrer per zones d'ús comú. Quan s'instal·lin a l'interior de tubs, el seu diàmetre ha de ser el que s'indica en la taula 1.1.

**TAULA 1.1.** Seccions i diàmetre del tub per a l'LGA

Seccions (mm <sup>2</sup> )		Diàmetre exterior dels tubs (mm)
Fase	Neutre	
10(Cu)	10	75
16(Cu)	10	75
16(Al)	16	75
25	16	110
35	16	110
50	25	125
.....		

Les normes UNE que afecten el sector electro tècnic estan recollides en la instrucció ITC-02 de l'RBT, amb els codis 20, 21, 50 i 60.

A les secció d'annexos pots consultar el Reglament electro tècnic de Baixa Tensió (REBT) on podràs veure tots els requisits normatius per a les diferents parts d'una instal·lació d'enllaç.

#### **XLPE**

L'XLPE és com es coneix l'aïllament amb polietilè reticulat. Entre les seves característiques tenim una gran estabilitat tèrmica, baixes pèrdues dielèctriques i una instal·lació fàcil per fer connexions i empalmaments

TAULA 1.1 (continuació)

EPR	Seccions (mm <sup>2</sup> )		Diàmetre exterior dels tubs (mm)
L'EPR és com es coneix l'aïllament amb goma etilè-propilè. Les seves característiques inclouen els avantatges de l'XLPE, i a més té molt bona resistència a la temperatura (gran estabilitat tèrmica) i és resistent a la ionització (efecte corona).	70	35	140
	95	50	140
	120	70	160
	150	70	160
	185	95	180
<b>PVC</b>	240	120	200

El PVC és un polímer termoplàstic sintètic obtingut per polimerització del clorur de vinil com a únic monòmer. El poli (clorur de vinil) és una font de greus impactes ambientals, tant en la fabricació (emissions de clorur de vinil i generació de residus especials), com en el processament (ús de metalls pesants i altres substàncies químiques problemàtiques) i la incineració (emissions d'àcid clorhídric i organoclorats).

El conductor neutre haurà de ser, en general, de la mateixa secció que els conductors de fase, excepte quan es justifiqui que no hi pot haver desequilibris o corrents harmònics a causa de càrregues no lineals. A partir de la secció 25 mm<sup>2</sup> per a la fase i 16 mm<sup>2</sup> per a neutre, el diàmetre exterior del tub no està condicionat pel tipus de material del conductor (coure o alumini).

Els cables que cal fer servir, tres fases i un de neutre, han de ser de coure o alumini, unipolars i aïllats, i la seva tensió assignada ha de ser de 0,6/1 kV. Els cables i sistemes de conducció de cables s'han d'instal·lar de manera que no es redueixin les característiques de l'estructura de l'edifici en la seguretat d'incendis. Els cables han de ser no propagadors de l'incendi i amb emissió de fums i opacitat reduïda.

Els tubs i canals de conducció de cables poden estar fabricats en PVC, o en altres materials, sempre que compleixin la característica de no propagador de la flama segons la norma que li correspongui.

Les característiques mínimes per als cables i els sistemes de conducció són els referits en la taula 1.2.

La norma europea CENELEC i l'espanyola UNE estableixen les regles per descriure o designar els cables.

TAULA 1.2. Característiques dels cables i els sistemes de conducció segons la instal·lació

Superficial		Encastat		Soterrat	Canal d'Obra	Canalització Prefabricada
Tub 4321 no propagador de la flama	Canal no propagadora de la flama	Tub 4321 no propagador de la flama	Canal no propagadora de la flama	Tub (propietats de propagació de la flama no declarades)	-	-
Compressió: forta (4) Impacte: mitjana (3) Propietats elèctriques: aïllament/continuitat elèctrica UNE-EN 50086-1	Impacte: mitjana, no propagador de la flama Propietats elèctriques: aïllament/continuitat elèctrica. Que només pot obrir-se amb eines. IP2X mínim UNE-EN 50085	Compressió: lleugera (2) Impacte: lleugera (2) UNE-EN 50086 2-2	Impacte: mitjana, no propagador de la flama . Que només pot obrir-se amb eines. IP2X mínim UNE-EN 50085	Compressió: 250/450N (formigó/sol lleuger) Impacte:lleugera normal UNE-EN 50086 2-4	-	UNE-EN 60439-2
RZ1-K (AS) Cable de tensió assignada 0.6/1 kV amb conductor de coure classe 5 (-K) aïllament de polietilè reticulat (R) i cobertura de compost termoplàstic a base de poliolefina (Z1) UNE 21123-4		Dz1-K (AS) Cable de tensió assignada 0.6/1 kV amb conductor de coure classe 5 (-K) aïllament d'etilè propilè (D)i cobertura de compost termoplàstic a base de poliolefina (Z1) UNE 21123-5		RZ1-K (AS) DZ1-K (AS) tipus ja descrits	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS) tipus ja descrits	-

Els cables amb conductors d'alumini, que habitualment s'utilitzen per a instal·lacions singulars, corresponen al tipus RZ1-Al (AS), segons la norma UNE 21123-4.

Per al càlcul de la secció dels cables s'ha de tenir en compte tant la màxima caiguda de tensió permesa com la intensitat màxima admissible.

En la secció "Annexos" que trobareu al web d'aquest mòdul hi ha la informació necessària per saber què vol dir cada lletra i nombre de la nomenclatura dels cables

La **caiguda de tensió màxima** permesa és del 0,5% per a línies generals d'alimentació destinades a comptadors totalment centralitzats; i de 1% per a línies generals d'alimentació destinades a centralitzacions parcials de comptadors.

En la taula 1.3 i taula 1.4 s'indica la intensitat màxima admissible (A) en el conductor en funció de la secció del cable i del tipus d'instal·lació. Es basen en els valors donats en la norma UNE 20460-5-523 i en la ITC-BT-14, a la Guia Tècnica d'aquesta ITC (Taules A i B).

**TAULA 1.3.** Intensitat màxima admissible (A) en el conductor de coure (cable unipolar RZ1-K) en funció de la secció del cable i del tipus d'instal·lació

Secció nominal del conductor (Cu) en mm <sup>2</sup>	Tubs encastats en paret d'obra Tubs en muntatge superficial Canal protectora Conductes tancats d'obra de fàbrica	Tubs soterrats
10	60	77
16	80	100
25	106	128
35	131	152
50	159	184
70	202	224
95	245	268
120	284	304
150	338	340
185	386	384
240	455	440

**TAULA 1.4.** Intensitat màxima admissible (A) en el conductor d'alumini (cable unipolar RZ1-Al) en funció de la secció del cable i del tipus d'instal·lació

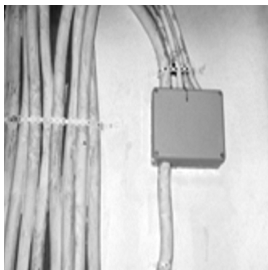
Secció nominal del conductor (Al) en mm <sup>2</sup>	Tubs encastats en paret d'obra Tubs en muntatge superficial Canal protectora Conductes tancats d'obra de fàbrica	Tubs soterrats
16	65	78
25	82	100
35	102	120
50	124	144
70	158	186
95	192	208
120	223	236

TAULA 1.4 (continuació)

Secció nominal del conductor (Al) en mm <sup>2</sup>	Tubs encastats en paret d'obra Tubs en muntatge superficial Canal protectora Conductes tancats d'obra de fàbrica	Tubs soterrats
150	258	264
185	294	300
240	372	344

Els valors de la taula 1.3 i taula 1.4 es refereixen a tres conductors unipolars carregats per a una temperatura del terreny a 25 °C per a instal·lacions soterrades i per a una temperatura ambient de 40 °C per a la resta. Si escau, han d'aplicar-se els factors de correcció per agrupament o per temperatura ambient donats en la norma UNE 20460-5-523 i la ITC-BT-07.

### Derivació individual (DI)



Derivació Individual en tubs en muntatge superficial

La derivació individual és la part de la instal·lació que, partint de la línia general d'alimentació, subministra energia elèctrica a una instal·lació d'usuari.

La derivació individual s'inicia en l'embarrat general i comprèn els fusibles de seguretat, el conjunt de mesura i els dispositius generals de comandament i protecció.

Les derivacions individuals han d'estar constituïdes per:

- Conductors aïllats a l'interior de tubs encastats.
- Conductors aïllats a l'interior de tubs soterrats.
- Conductors aïllats a l'interior de tubs en muntatge superficial.
- Conductors aïllats a l'interior de canals protectores la tapa de les quals només es pugui obrir amb l'ajut d'un estri.
- Canalitzacions elèctriques prefabricades que han de complir la norma UNE-EN 60439-2.
- Conductors aïllats a l'interior de conductes tancats d'obra de fàbrica, projectats i construïts a aquest efecte.

En funció del traçat de la línia general d'alimentació i de les característiques de l'edifici, s'escollirà el sistema més adequat d'entre els esmentats. Quan s'utilitzin cables multiconductors de tensió assignada 0,6/1 kV a l'interior de conductes tancats d'obra no cal que aquests s'allotgin a l'interior de tubs o canals protectores, encara que se'n recomana l'ús per minimitzar l'efecte dels fregaments, amb la qual cosa s'augmenten les propietats mecàniques i la instal·lació, i per facilitar la substitució i/o ampliació dels cables, principalment quan es disposen plaques tallafoc.

Els tubs i les canals protectores han de tenir una secció nominal que permeti ampliar la secció dels conductors instal·lats en un 100%. El nombre de conductors el fixa el nombre de fases necessàries per a la utilització dels receptors de la derivació corresponent i segons la seva potència, i cada línia porta el seu corresponent conductor neutre, així com el conductor de protecció. A l'efecte de considerar el nombre de fases que componguin la derivació individual, es té en compte la potència, que en monofàsic està obligada a subministrar l'empresa distribuïdora si l'usuari així ho desitja.

Els cables no han de presentar empalmaments i la seva secció ha de ser uniforme.

Els conductors que cal fer servir han de ser de coure o alumini, aïllats i normalment unipolars, i la seva tensió assignada ha de ser de 450/750 V. Cal seguir el codi de colors que indica la ITC-BT-19.

Per al cas de cables multiconductors o per al cas de derivacions individuals a l'interior de tubs soterrats, l'aïllament dels conductors ha de ser de tensió assignada de 0,6/1 kV.

Els cables i sistemes de conducció de cables s'han d'instal·lar de manera que no es redueixin les característiques de l'estructura de l'edifici en la seguretat contra incendis. Els cables han de ser no propagadors de l'incendi i amb emissió de fums i opacitat reduïda.

Els tubs, canals i safates de conducció de cables poden estar fabricats en PVC o altres materials, sempre que compleixin la característica de no propagador de la flama segons la norma que li correspongui.

Les característiques mínimes per als cables i els sistemes de conducció de cables són els indicats en la taula 1.5.

La secció mínima ha de ser de 6 mm<sup>2</sup> per a cables polars, neutre i protecció i d'1,5 mm<sup>2</sup> per al fil de comandament, que ha de ser de color vermell.

La secció dels conductors que s'utilitzarà s'establirà en funció de la previsió de càrrega de la instal·lació, del sistema d'instal·lació escollit i la caiguda de tensió.

El conductor neutre haurà de ser, en general, de la mateixa secció que els conductors de fase, exceptuant quan es justifiqui que no hi pugui existir desequilibris o corrents harmònics per càrregues no lineals. Per exemple, quan tots els receptors siguin trifàsics.

Per al càlcul de la secció dels conductors es té en compte la demanda prevista per cada usuari, que ha de ser com a mínim la fixada per la ITC-BT-10 i la intensitat de la qual ha d'estar controlada pels dispositius privats de comandament i protecció i també la caiguda de tensió màxima admissible.

Part de la normativa contra incendis, la trobem a "Codis tècnics d'edificació (CTE)" vegeu la secció "Annexos" del web d'aquest mòdul.

TAULA 1.5. Característiques dels cables per a derivacions individuals

Superficial		Encastat		Soterrat		Canal d'obra		
Tub 4321 no propagador de la flama	Canal no propagadora de la flama	Tub 2221 no propagador de la flama	Canal no propagadora de la flama	Tub (propietats de propagació de la flama no declarades)	tub 2221 no propagador de la flama	Canal no propagadora de la flama	Safates i safates d'escala	Cables instal·lats directament en el seu interior
Compressió: forta (4) Impacte: mitjana (3) Propietats elèctriques: aïllament/continuitat elèctrica UNE-EN 500862-1	Impacte: mitjana, no propagador de la flama Propietats elèctriques: aïllament/continuitat elèctrica. Que només pot obrir-se amb eines. IP2X mínim UNE-EN 50085	Compressió: lleugera (2) Impacte: lleugera (2) UNE-EN 50086 2-2	Impacte: mitjana, no propagador de la flama . Que només pot obrir-se amb eines. IP2X mínim UNE-EN 50085	Compressió: 250/450N (formigó/sol lleuger) Impacte:lleugera normal UNE-EN 50086 2-4	Compressió: lleugera (2) Impacte: lleugera (2) UNE-EN 50086 2-2	Impacte: mitjana, no propagador de la flama Propietats elèctriques: aïllament/continuitat elèctrica. Que només pot obrir-se amb eines. IP2X mínim UNE-EN 50086	UNE-EN 61537	
ES07Z1-K (AS) Cable unipolar i tensió assignada 450/750V amb conductor de coure de classe 5 (-K) i aïllament de compost termoplàstic a base de poliolefina (Z1) UNE 21 1002				RZ1-K (AS) Dz1-K (AS) tipus ja descrits sempre multiconductors	ES07Z1-K (AS) RZ1-K (AS) Dz1-K (AS) Tipus ja descrits	RZ1-K (AS) Dz1-K (AS) Tipus ja descrits		
RZ1-K (AS) Cable de tensió assignada 0.6/1 kV amb conductor de coure classe 5 (-K) aïllament de polietilè reticulat (R) i cobertura de compost termoplàstic a base de poliolefina (Z1) UNE 21123-4								
Dz1-K (AS) Cable de tensió assignada 0.6/1 kV amb conductor de coure classe 5 (-K) aïllament d'etilè propilè (D) i cobertura de compost termoplàstic a base de poliolefina (Z1) UNE 21123-5								

La caiguda de tensió màxima admissible ha de ser:

- Per al cas de comptadors concentrats en més d'un lloc, del 0,5%.
- Per al cas de comptadors totalment concentrats, de l'1%.
- Per al cas de derivacions individuals en subministraments per a un únic usuari en els quals no hi ha línia general d'alimentació, de l'1,5%.

Així, per exemple, la secció del conductor depèn de la caiguda de tensió màxima admesa. Per a subministraments monofàsics varia segons si es tracta de:

- Comptadors concentrats en més d'un lloc, màxim admès: 0,5% de 230 V = 1,65 V.
- Comptadors totalment concentrats, màxim admès: 1% de 230 V = 2,3 V.
- Habitatges unifamiliars on no hi ha LGA, 1,5% de 230 V = 3,45 V.

Les companyies elèctriques poden establir condicions més restrictives que les que marca el REBT. En funció de la companyia que faci el subministrament elèctric s'hauran de consultar les condicions particulars. En el cas de FECSA-ENDESA s'edita un vademècum amb aquestes condicions. Per al cas de les derivacions individuals fixa la secció mínima per a cables polars i neutre en 10 mm<sup>2</sup>, i un aïllament dels mateixos XLPE o EPR.



El procés de càlcul ha de preveure els aspectes següents:

- Calcular la intensitat en funció de la previsió de càrregues.
- Selecció del sistema de canalització.
- Càlcul inicial de la secció per caiguda de tensió i per intensitat admissible del conductor.
- Determinació de les dimensions de la canalització.

Generalment la caiguda de tensió és el paràmetre crític per a l'elecció de la secció dels conductors de la derivació individual.

En la taula 1.6, taula 1.7, taula 1.8, taula 1.9 i taula 1.10 s'indica per, a cadascun dels tipus de cable, la intensitat màxima admissible en funció de la secció del cable i del tipus d'instal·lació.

Les taules es basen en la taula 1 de la ITC-BT-19, mètode B, columna 8, temperatura ambient 40 °C per als tubs encastats i en la ITC-BT-07 3.1.3, temperatura del terreny 25 °C per als tubs soterrats.

**TAULA 1.6.** Conductors unipolars ES07Z1-K (450/750 V) en tubs encastats i tubs en muntatge superficial segons la secció nominal del conductor (Cu) en mm<sup>2</sup>

Secció nominal	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Sm	36	50	66	84	104	-	-	-	-	-	-	-
St	32	44	59	77	96	117	149	180	208	236	268	315

Sm= subministrament monofàsic; St= subministrament trifàsic

**TAULA 1.7.** Cables unipolars RZ1-K (0,6 / 1 kV) en tubs soterrats segons la secció nominal del conductor (Cu) en mm<sup>2</sup>

Secció nominal	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Sm	36	50	66	84	104	-	-	-	-	-	-	-
St	32	44	59	77	96	117	149	180	208	236	268	315

Sm= subministrament monofàsic; St= subministrament trifàsic

**TAULA 1.8.** Cables unipolars RZ1-K (0,6 / 1 kV) en tubs encastats i tubs en muntatge superficials, canals protectores, conductes tancats d'obra de fàbrica segons la secció nominal del conductor (Cu) en mm<sup>2</sup>

Secció nominal	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Sm	49	68	91	116	144	-	-	-	-	-	-	-
St	44	60	80	106	131	159	202	245	284	338	386	455

Sm= subministrament monofàsic; St= subministrament trifàsic

**TAULA 1.9.** Cables multiconductors RZ1-K (0,6/1 kV) en tubs soterrats segons la secció nominal del conductor (Cu) en mm<sup>2</sup>

Secció nominal	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Sm	65	86	113	147	176	-	-	-	-	-	-	-
St	53	70	92	120	144	172	208	248	284	320	360	416

Sm= subministrament monofàsic; St= subministrament trifàsic

**TAULA 1.10.** Cables multiconductors RZ1-K (0,6/1 kV) en tubs encastrats i tubs en muntatge superficial, canals protectores, conductes tancats d'obra de fàbrica segons la secció nominal del conductor (Cu) en mm<sup>2</sup>

Secció nominal	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Sm	49	68	91	116	144	-	-	-	-	-	-	-
St	44	60	80	106	131	159	202	245	284	338	386	455

Sm= subministrament monofàsic; St= subministrament trifàsic

## Comptadors

Els comptadors i altres dispositius per mesurar l'energia elèctrica poden estar ubicats en:



Comptador Enregistrador Electrònic



Comptador Enregistrador Electrònic

- Mòduls (caixes amb tapes precintades).
- Plafons.
- Armariis. Els espais que continguin comptadors han de permetre la lectura directa tant dels comptadors i interruptors horaris, com de la resta de dispositius de mesura, quan sigui necessari. Les parts transparents que permeten la lectura directa han de ser resistents als rajos ultraviolats.

Actualment s'estan renovant els comptadors d'inducció per nous comptadors digitals que poden incloure fins i tot un mòdul de comunicacions per donar les lectures dels consums directament a les companyies subministradores (telegestió).

Els cables han de ser d'una tensió assignada de 450/750 V i els conductors de coure, de classe 2 segons la norma UNE 21022, amb aïllament sec, també han de ser no propagadors de l'incendi amb emissió de fums i opacitat reduïda.

La instal·lació d'enllaç pot tenir diferents tipus de distribucions segons la disposició dels comptadors: hi ha la configuració d'un comptador per a un sol usuari, la instal·lació de comptadors per a dos usuaris alimentats des del mateix lloc, la col·locació de comptadors en forma centralitzada en un sol lloc i, finalment, la instal·lació de col·locació de comptadors de forma centralitzada des de més d'un lloc.

## Circuits d'interiors

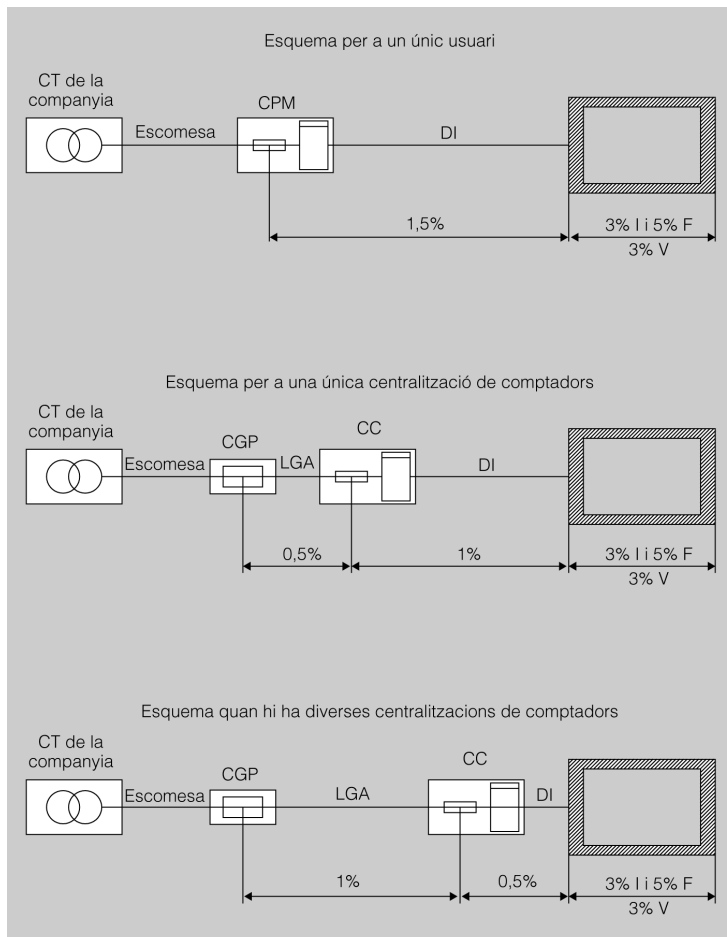
Es defineixen les instal·lacions d'interior com els diversos circuits que uneixen la caixa de comandament i protecció amb els receptors.

La **secció dels conductors** que cal fer servir s'ha de determinar de manera que la caiguda de tensió entre l'origen de la instal·lació interior i qualsevol punt d'utilització sigui, llevat que ho prescriguin les instruccions particulars, inferior al 3% de la tensió nominal per a qualsevol circuit interior d'habitatges, i per a altres instal·lacions interiors o receptors, del 3% per a enllumenat i del 5% per a la resta. Aquesta caiguda de tensió s'ha de calcular considerant alimentats tots els aparells d'utilització susceptibles de funcionar simultàniament.

El valor de la caiguda de tensió es pot compensar entre la de la instal·lació d'interior i la de les derivacions individuals, de manera que la caiguda de tensió total sigui inferior a la suma dels límits especificats per a ambdues, d'acord amb el tipus d'esquema utilitzat.

En la figura 1.2 hi ha un resum dels tres esquemes amb les tres parts de les quals estudiem les caigudes de tensió (LGA, DI i instal·lació d'interiors).

**FIGURA 1.2.** Diferents tipus d'instal·lació d'enllaç



La compensació de les caigudes de tensió entre la instal·lació interior i la derivació individual es pot realitzar en ambdós sentits.

Si es necessita limitar la secció dels conductors a les instal·lacions d'interior per evitar d'aquesta manera els problemes de connexió dels conductors amb els mecanismes i aparells receptors, es recomana augmentar la caiguda de tensió en el tram de la instal·lació interior i sobredimensionar la secció dels conductors de la derivació individual.

Quan la caiguda de tensió als circuits de la instal·lació interior sigui inferior al límit admissible, per exemple en habitatges petits, se'n podrà compensar el valor amb la derivació individual.

En instal·lacions interiors, per tenir en compte els corrents harmònics deguts a càrregues no lineals i possibles desequilibris, llevat que hi hagi justificació per càlcul, la secció del conductor neutre ha de ser com a mínim igual a la de les fases.

Les instal·lacions màximes admissibles es regeixen pel que indiquen la norma UNE 20460-5-523 i el seu annex adicional.

En la taula 1.11 es recullen totes les seccions normalitzades dels conductors disponibles al mercat.

Consulteu la taula 1 de l'apartat 2.2.23 de la ITC-19 del REBT que detalla la intensitat màxima admissible per a una temperatura ambient de l'aire de 40 °C i per a diferents mètodes d'instal·lació, agrupaments i tipus de cables. Per a altres temperatures, mètodes d'instal·lació, agrupaments, i tipus de cable, així com per a conductors soterrats, consulteu la norma UNE 20460-5-523.

La taula 1 de la ITC-BT-19 correspon a l'apartat 11.2 de l'esmentada norma UNE 20460-5-523. Presenta de manera simplificada la resta de taules de la norma, de manera que en determinats casos s'han agrupat en la mateixa columna diferents tipus de cable i diferents tipus d'instal·lació amb valors d'intensitats admissibles que són pràcticament iguals. Per tant, la columna esquerra, que correspon al "tipus d'instal·lació" (de A fins a G), comprèn més sistemes que el croquis i la seva explicació adjunta de la taula 11 de la ITC 19.

En la taula 1.12 i a la 1 de la ITC-BT-19, la referència a conductor aïllat s'ha d'entendre com a conductor i aïllament, i la referència a cable com a conductor o conductors aïllats amb coberta.

**TAULA 1.11.** Seccions normalitzades de conductors

1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
50	70	95	120	150	185	240	300

En la taula 1.12 s'indiquen els tipus d'instal·lació a què s'apliquen les prescripcions de la taula 1.1 de la ITC-BT-19.

**TAULA 1.12.** Tipus d'instal·lació

Tipus d'instal·lació	Descripció
<b>A</b>	<p>Conductors unipolars aïllats en tubs encastats en parets aïllants. Cables multiconductors encastats directament en parets tèrmicament aïllants.</p> <p>Conductors unipolars aïllats en motlures.</p> <p>Conductors unipolars aïllats en conductes o cables uniconductors o multiconductors dintre dels marcs de les portes. Conductors unipolars aïllats en tubs o cables uniconductors o multiconductors dins dels marcs de les finestres.</p>
<b>A2</b>	<p>Cables multiconductors en tubs encastats en parets tèrmicament aïllats.</p>
<b>B</b>	<p>Conductors unipolars aïllats en tubs en muntatge superficial o encastats en obra. Conductors unipolars aïllats en sobre paret de fusta o separats a una distància inferior a 0,3 vegades el diàmetre del tub. Conductors unipolars aïllats en conductes de secció no circular sobre paret de fusta. Conductors unipolars aïllats en encastats en paret d'obra.</p> <p>Conductors unipolars aïllats en conductes de secció no circular en buits d'obra de fàbrica.</p> <p>Conductors unipolars aïllats o cables unipolars en canal protectora fixada a una paret de fusta o encastats en el terra.</p> <p>Cables uniconductors o multiconductors en sostres falsos o cels rasos.</p> <p>Conductors unipolars aïllats en canal protectora aèria. Conductors unipolars aïllats en canals d'obra ventilats. Cables unipolars aïllats en canals d'obra ventilats. Conductors unipolars aïllats o cables unipolars dins del sòcols acanalats.</p> <p>Cables unipolars o multiconductors en buits d'obra de fàbrica.</p>
<b>B2</b>	<p>Cables multiconductors en tubs de muntatge superficial o encastats en obra. Cables multiconductors en tubs sobre paret de fusta o separats a una distància inferior a 0,3 vegades el diàmetre del tub. Cables multiconductors en conductes de secció no circular sobre paret de fusta. Cables multiconductors dins de sòcols acanalats.</p>
<b>C</b>	<p>Cables multiconductors directament sobre paret. Cables unipolars o multiconductors sobre safates no perforades. Cables unipolars o multiconductors fixats en el sostre o paret de fusta o espaiats 0,3 vegades el diàmetre del cable. Cables uniconductors o multiconductors encastats directament en parets.</p>
<b>E</b>	<p>Cables multiconductors a aire lliure. Distància a la paret no inferior a 0,3 D. Cables unipolars o multiconductors sobre safates perforades en horitzontal o vertical. Cables unipolars o multiconductors sobre suports. Cables unipolars o multiconductors suspesos d'un cable fiador.</p>
<b>F</b>	<p>Cables multiconductors o conducte mutu. Distància a la paret no inferior a 0,3 D. Cables unipolars o multiconductors sobre safates perforades en horitzontal o vertical. Cables unipolars o multiconductors sobre suports. Cables unipolars o multiconductors suspesos d'un cable fiador.</p>
<b>G</b>	<p>Cables unipolars separats mínim D. Conductors nus o aïllats sobre aïlladors.</p>

## 1.2 Càlcul de la secció de conductors

En els conductors, el color blau correspon al neutre. El color verd-i-groc, a la protecció. Els colors marró, negre o gris, a la fase.

La determinació reglamentària de la secció d'un cable consisteix a calcular la secció mínima normalitzada que satisfà simultàniament les tres condicions següents:

- Criteri de la intensitat màxima admissible o d'escalfament: la temperatura del conductor del cable, treballant a plena càrrega i en règim permanent, no haurà de superar en cap moment la temperatura màxima admissible assignada dels materials que s'utilitzen per a l'aïllament del cable. Aquesta temperatura s'especifica en les normes particulars dels cables i sol ser de 70 °C per a cables amb aïllament termoplàstics i de 90 °C per a cables d'aïllament termoestables.
- Criteri de caiguda de tensió: la circulació de corrent a través dels conductors ocasiona una pèrdua de potència transportada pel cable i una caiguda de tensió o diferència entre tensions en l'origen i l'extrem de la canalització. Aquesta caiguda de tensió ha de ser més baixa que els límits marcats pel Reglament per a baixa tensió en cada part de la instal·lació, amb l'objecte de garantir el funcionament dels receptors alimentats pel cable. Aquest criteri sol ser determinant quan les línies són de llarga longitud, com per exemple en derivacions individuals quan alimentin els últims pisos en un edifici d'una certa altura.
- Criteri de la intensitat de curtcircuit: la temperatura que pot aconseguir el conductor del cable, com a conseqüència d'un curtcircuit o d'una sobreintensitat de curta durada, no ha de sobrepassar la temperatura màxima admissible de curta durada (per a menys de 5 segons) assignada als materials utilitzats per a l'aïllament del cable. Aquesta temperatura s'especifica en les normes particulars dels cables i sol ser de 160 °C per a cables amb aïllament termoplàstic i de 250 °C per a cables amb aïllament termoestables.

Aquest criteri és determinant per a instal·lacions de mitjana i alta tensió, però en el nostre cas per a instal·lacions de baixa tensió hi ha les proteccions de sobreintensitat que limiten la durada del curtcircuit a temps molts breus i a més a més les impedàncies dels cables fins al punt del curtcircuit limiten la intensitat de curtcircuit.

Les seccions de conductors normalitzades són, per ordre de més petites a més grans, les següents: 0,5, 0,75, 1, 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185 i 240.

### 1.2.1 Càlcul de caigudes de tensió

L'expressió que s'utilitza per al càlcul de la caiguda de tensió que es produeix en una línia s'obté considerant el circuit equivalent d'una línia curta (inferior a 50 km), com el que es mostra en la figura 1.3, juntament amb el seu diagrama vectorial (figura 1.4).

FIGURA 1.3. Circuit equivalent d'una línia curta

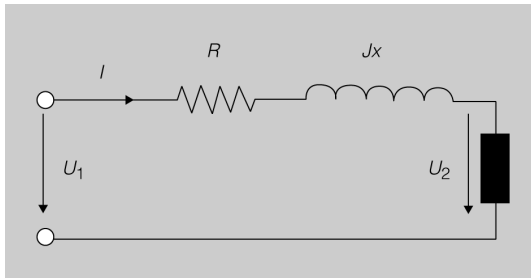
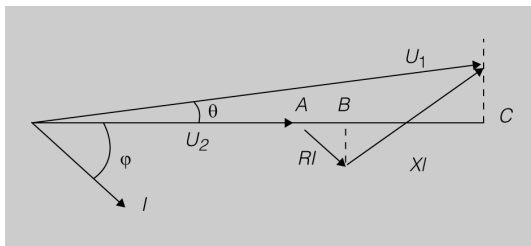


FIGURA 1.4. Diagrama Vectorial



$$\Delta U = U_1 - U_2 \approx AB + BC = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \sin \varphi$$

A causa del petit valor de l'angle  $\theta$ , que es correspon amb l'angle que hi ha entre les tensions a l'origen i a l'extrem de la línia, es pot assumir sense cometre pràcticament cap error que el vector  $\Delta U$  és igual a la seva projecció horitzontal, i és, per tant, el valor de la caiguda de tensió.

Com que la potència transportada per la línia és, en trifàsic:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_{u1} \cdot I \cdot \cos \varphi$$

I en monofàsic:

$$P = U_{u1} \cdot I \cdot \cos \varphi$$

N'hi ha prou de substituir la intensitat calculada en funció de la potència en la primera fórmula, i tenir en compte que en trifàsic la caiguda de tensió de línia serà l'arrel de tres vegades la caiguda de tensió de fase calculada segons ella, i que en monofàsic caldrà multiplicar-la per un factor de dos per tenir en compte tant el conductor d'anada com de retorn.

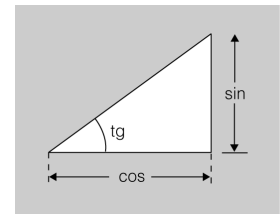


Diagrama Vectorial

Recordeu que:

$$\tan \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi}$$

Caiguda de tensió en trifàsic:

$$\Delta U_{III} = (R + X \cdot \tan \varphi) \cdot \left( \frac{P}{U_{u1}} \right)$$

Caiguda de tensió en monofàsic:

$$\Delta U_I = 2 \cdot (R + X \cdot \tan \varphi) \cdot \left( \frac{P}{U_{u1}} \right)$$

on:

- $\Delta U_I$  = caiguda de tensió de línia en monofàsic en volts
- $\Delta U_{III}$  = caiguda de tensió en trifàsic en volts
- $R$  = resistència de la línia en  $\Omega$
- $X$  = reactància de la línia en  $\Omega$
- $\tan \varphi$  = tangent de l'angle corresponent al factor de potència de la càrrega
- $P$  = potència en watts transportada per la línia
- $U_{u1}$  = tensió de la línia, sigui trifàsica (400 V) o monofàsica (230 V)

La reactància  $X$  dels conductors varia amb el diàmetre i la separació entre els conductors. En el cas de xarxes de distribució aèries trenades, la reactància és sensiblement constant, ja que els conductors estan reunits en feix, essent de l'ordre de  $X = 0,1 \Omega/\text{km}$ , valor que es pot utilitzar per als càlculs sense error apreciable. En el cas de xarxes de distribució subterrànies, encara que se solen obtenir valors del mateix ordre, és possible el seu càlcul en funció de la separació entre conductors, determinant el que es coneix com a *separació mitjana geomètrica* entre ells.

$$n = n_R \cdot n_L$$

$$n_R = 0,75$$

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{28 \cdot 12}{2,15 \cdot (28 + 12)} = 3,90$$

Per a seccions més petites o iguals a  $120 \text{ mm}^2$ , com que és el més habitual tant en instal·lacions d'enllaç com en instal·lacions interiors, la contribució a la caiguda de tensió per efecte de la inductància és menyspreable enfront de l'efecte de la resistència.

Així doncs, les fórmules de la caiguda de tensió anteriors es poden simplificar de la següent manera:

#### Efecte pell

La presència de corrents harmònics incrementa el valor quadràtic mitjà del corrent, la qual cosa provoca més pèrdues i un sobreescalfament. A més, el corrent altern tendeix a fluir cap a la superfície externa del conductor ("efecte pell"), i provoca més pèrdues encara per escalfament.

- Caiguda de tensió en trifàsic:  $\Delta U_{III} = \frac{R \cdot P}{U_{u1}}$

- Caiguda de tensió en monofàsic:  $\Delta U_I = 2 \cdot \frac{R \cdot P}{U_{u1}}$



Considerant l'efecte proximitat i l'efecte pell menyspreable per a instal·lacions d'interior i d'enllaç, així com treballant amb l'invers de la resistivitat que es denomina **conductivitat** (que es representa amb la lletra grega *gamma*  $\gamma$ , i en unitats  $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ ). A més a més se sol utilitzar la lletra *e* per designar la caiguda de tensió en volts i la lletra *U* per designar la tensió de línia (400 V o 230 V). Amb aquestes simplificacions s'obtenen les expressions següents per determinar la secció.

Per a receptors trifàsics:

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U}$$

Per a receptors monofàsics:

$$S = 2 \cdot \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U}$$

On la conductivitat es pot prendre de la taula 1.13.

**TAULA 1.13.** Conductivitats ( $\gamma$ ) (en  $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ ) per al coure i l'alumini a diferents temperatures

Material	20	70	90
Coure	56	48	44
Alumini	35	30	28
Temperatura	20	70	90

### Resistivitat

Cada material té una estructura atòmica distinta i, en conseqüència, el grau de dificultat al pas d'electricitat és diferent. Aquesta característica es coneix com a *resistivitat*.

Quant val la resistència d'un conductor de coure de 200 m de longitud i 6 mm<sup>2</sup> de secció?  
 $R = \frac{\rho \cdot l}{S} = 0,0172 \Omega$

## 1.2.2 Límits reglamentaris de les caigudes de tensió a les instal·lacions d'enllaç

Els límits reglamentaris de tensió són detallats en les ITC-BT-14, ITC-BT- 15 i ITC-BT-19, i són les que es veuen en la taula 1.14, taula 1.15 i taula 1.16.

**TAULA 1.14.** Límits de caigudes de tensió reglamentaria per la línia general d'alimentació

Per alimentar	Caiguda de tensió en % de la tensió de subministrament	e=U <sub>III</sub> (V)	e=U <sub>II</sub> (V)
Subministrament d'un únic usuari	No existeix LGA	-	-
Comptadors totalment concentrats	0.5%	2 V	-
Centralitzacions parcials de comptadors	1%	4 V	-

**TAULA 1.15.** Límits de caigudes de tensió reglamentaria per la derivació individual

Per alimentar	Caiguda de tensió en % de la tensió de subministrament	e=U <sub>III</sub> (V)	e=U <sub>II</sub> (V)
Subministrament d'un únic usuari	1.5%	6 V	3.45 V

**TAULA 1.15** (continuació)

Comptadors totalment concentrats	1%	4 V	2.3 V
Centralitzacions parcials de comptadors	0.5%	2 V	1.15 V

**TAULA 1.16.** Límits de caigudes de tensió reglamentaria pels circuits interiors

Per alimentar	Caiguda de tensió en % d'ela tensió de subministrament	e=U <sub>III</sub> (V)	e=U <sub>II</sub> (V)
Circuits interiors d'habitatges	3%	12 V	6.9 V
Circuits d'enllumenats que no siguin habitatges	3%	12 V	6.9 V
Circuits de força que no siguin habitatges	5%	20 V	11.5 V

U<sub>III</sub>= línia trifàsica; U<sub>II</sub>= Línia monofàsica

### 1.2.3 Exemples de càlcul de la secció de conductors

Per entendre com fer càlculs de secció de conductors ens centrarem en dos exemples: el càlcul de la línia general d'alimentació i el càlcul d'una derivació individual.

#### Càlcul de la línia general d'alimentació

Un edifici destinat a habitatges i locals comercials té una previsió de càrregues de  $P = 145.500 \text{ W}$ . Es projecta instal·lar una única centralització de comptadors, i es tracta de calcular la secció del cable LGA que va des de la caixa general de protecció ubicada a la façana de l'edifici fins a la centralització de comptadors, ubicada a la planta baixa de l'edifici. L'edifici té unes zones comunes amb jardins i piscina, i resulta una longitud d'LGA de 40 m. L'LGA discorre a l'interior d'un tub soterrat, ja que és necessari passar pel jardí de les zones comunes de l'edifici.

Per calcular la línia general d'alimentació haurem de tenir en compte els següents punts:

1) Elecció del tipus de cables: Segons la taula 1.19 extreta de la ITC 14, els cables que cal utilitzar han de ser unipolars de tensió assignada 0,6/1 kV, no propagador de l'incendi i amb emissió de fums i opacitat reduïda.

Per tant, s'han d'utilitzar cables normalitzats d'un dels tipus que veiem en la taula 1.17.

Recordeu que el subministrament d'energia a la línia general d'alimentació sempre ha de ser trifàsic.

TAULA 1.17.

Tipus de cable	Descripció	Norma d'aplicació
Cable tipus RZ1-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure de classe 5 (K), aïllament de polietilè reticulat (R) i coberta de compost termoplàstic a base de poliolefina (Z1)	UNE 21123-4
Cable tipus DZ1-K	Cable de tensió assignada 0,6 /1 kV, amb conductor de coure de classe 5 (K), aïllament de propilè (D) i coberta de compost termoplàstic a base de poliolefina (Z1)	UNE 21123-5

En ambdós casos, en tractar-se d'aïllaments termoestables, la temperatura màxima admissible del conductor en servei continu serà de 90 °C.

## 2) Càlcul de la secció

Per calcular la secció hem de seguir els següents passos:

- Es calcula la intensitat amb l'aplicació de la següent fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{u1} \cdot \cos \varphi} = \frac{145.500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 247,07 \text{ A}$$

on es pren cos 0,85 a falta de dades.

- Es calcula la caiguda de tensió reglamentària per a aquesta instal·lació o bé s'extreu de la taula 18. En aquest cas ens dóna el següent valor:

$$e = 0,5\% \cdot 400 = 2 \text{ V}$$

- Es calcula la secció del cable per a circuit trifàsic, que correspon a una secció normalitzada superior de 185 mm<sup>2</sup>:

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{145.500 \cdot 40}{48 \cdot 2 \cdot 400} = 151,26 \text{ mm}^2$$

## 3) Comprovació

Es comprova que per a aquesta secció el conductor és capaç de suportar la intensitat prevista en funció de les seves condicions d'instal·lació. Per això anem a la taula 1.18 d'aquesta unitat i comprovem la intensitat màxima admissible.

TAULA 1.18. Intensitat màxima admissible (A) en el conductor de coure (cable unipolar RZ1-K) en funció de la secció nominal del cable (Cu) en mm<sup>2</sup> i del tipus d'instal·lació

Secció nominal	Tubs encastats en paret d'obra	Tubs soterrats
	Tubs en muntatge superficial Canal protectora Conductes tancats d'obra de fàbrica	
10	60	77
16	80	100
25	106	128

**TAULA 1.18** (continuació)

Secció nominal	Tubs encastats en paret d'obra Tubs en muntatge superficial Canal protectora Conductes tancats d'obra de fàbrica	Tubs soterrats
35	131	152
50	159	184
70	202	224
95	245	268
120	284	304
150	338	340
185	386	384
240	455	440

Per a 185 mm<sup>2</sup>, té una intensitat màxima admissible per a tubs soterrats de 384 A; per tant, aguanta perfectament els 247,07 A que ens donava en els càlculs; per tant, la secció de 185 és la correcta per al disseny d'aquesta línia general d'alimentació.

La secció del neutre ha de ser 50% de la secció del conductor; per tant aquesta secció serà de 95 mm<sup>2</sup>.

### Càlcul d'una derivació individual

Una derivació individual que alimenta un habitatge de 90 m<sup>2</sup> amb un grau d'electrificació bàsica, per tant, té assignada una potència prevista de 5.750 W, una longitud de 25 m, des de la canalització de comptadors totalment centralitzats fins al quadre de comandament i protecció. La canalització la fem en conductes tancats d'obra de fàbrica.

Per calcular la derivació individual haurem de tenir en compte els següents punts:

### Elecció del tipus de cables

Segons la taula de la ITC-BT-14, els cables de la derivació individual han de ser no propagadors d'incendi i amb emissió de fums i opacitat reduïda.

Per tant, s'han d'utilitzar cables normalitzats d'un dels tipus que veiem en la taula [1.19](#).

**TAULA 1.19.** Cables normalitzats

Tipus de cable	Descripció	Norma d'aplicació
Cable tipus RZ1-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure de classe 5 (K), aïllament de polietilè reticulat i coberta de compost termoplàstic a base de poliolefina (Z1)	UNE 21123-4
. . . . .		

Recordeu que el subministrament d'energia a la derivació individual pot ser trifàsic o monofàsic.

TAULA 1.19 (continuació)

Tipus de cable	Descripció	Norma d'aplicació
Cable tipus DZ1-K	Cable de tensió assignada 0,6/1 kV, amb conductor de coure de classe 5 (K), aïllament de propilè (D) i coberta de compost termoplàstic a base de poliolefina (Z1)	UNE 21123-5
Cable tipus ES07Z1-K(AS)	Cable unipolar de tensió assignada 450/750 V amb conductor de coure de classe 5 (K) i aïllament de compost termoplàstic a base de poliolefina (Z1)	UNE 21002

En ambdós casos, en tractar-se d'aïllaments termoestables, la temperatura màxima admissible del conductor en servei continu serà de 70 °C.

### Càlcul de la secció

Es calcula la intensitat aplicant-ne la fórmula:

$$I = \frac{P}{U_{u1} \cdot \cos \varphi} = \frac{5.750}{230 \cdot 0.85} = 29,41 \text{ A}$$

on es pren  $\cos \varphi = 0,85$  a falta de dades.

Es calcula la caiguda de tensió reglamentària per a aquesta instal·lació o bé s'extreu de la taula 1.15. En aquest cas ens dóna el següent valor:

$$e = 1\% \cdot 230 = 2,3 \text{ V}$$

Es calcula la secció del cable per a circuit monofàsic, que correspon a una secció normalitzada superior de 16 mm<sup>2</sup>:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 5.750 \cdot 25}{48 \cdot 2,3 \cdot 230} = 13,02 \text{ mm}^2$$

### Comprovació

Es comprova que per a aquesta secció el conductor és capaç de suportar la intensitat prevista en funció de les seves condicions d'instal·lació.

Per a això anem a la taula 1.20 que és una reproducció de la taula 1.8 d'aquesta mateixa unitat, i comprovem la intensitat màxima admissible.

TAULA 1.20. Cables unipolars (Cu), secció en mm<sup>2</sup>, RZ1-K (0,6 / 1 kV) en tubs encastats i tubs en muntatge superficials, canals protectores, conductes tancats d'obra de fàbrica

Secció	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Sm	49	68	91	116	144	-	-	-	-	-	-	-
St	44	60	80	106	131	159	202	245	284	338	386	455

Sm= subministrament monofàsic; St= subministrament trifàsic

Per a 16 mm<sup>2</sup>, té una intensitat màxima admissible per a conductes tancats d'obra de fàbrica monofàsic de 91 A; per tant, suporta perfectament els 29 A que ens donava en els càlculs i la secció de 16 és la correcta per al disseny de derivació individual.



El wattímetre és l'aparell que mesura la potència activa monofàstica en corrent altern.

El conductor neutre haurà de ser, en general, de la mateixa secció que els conductors de fase, exceptuant quan es justifiqui que no hi pugui haver desequilibris o corrents harmònics per a càrregues no lineals. Per exemple, quan tots els receptors siguin trifàsics.

### 1.3 Càlcul de la potència elèctrica total d'un edifici

Per als subministraments de baixa tensió, com és el cas d'un edifici, s'ha de garantir la connexió i utilització segura dels receptors usats habitualment i que futurs augments de la potència demanada pels usuaris no tinguin com a conseqüència immediata la necessitat de modificar la instal·lació. La previsió de càrregues serveix també per dimensionar la capacitat de subministrament de les línies de distribució de les companyies elèctriques, així com la potència que cal instal·lar al centre de transformació.

Quan es calcula la potència d'un edifici, s'ha de tenir en compte quin serà l'espai que serà utilitzat per a habitatges i quin per a locals comercial o petites indústries, ja que no és el mateix subministrar per a un edifici de 5 habitatges més una botiga, que per a un edifici de 20 habitatges més un taller mecànic als baixos. Es preveu clarament que serà molt més alt el requeriment elèctric del segon edifici.

Les previsions de càrrega establertes són els valors teòrics mínims per considerar. Per tant, en cas de conèixer la demanda real dels usuaris, és necessari utilitzar aquests valors quan siguin superiors als mínims teòrics.

**La càrrega total d'un edifici** ( $P_T$ ) destinat principalment a habitatges resulta de la suma de les potències corresponents al conjunt dels habitatges ( $P_v$ ), dels serveis generals ( $P_{sg}$ ), dels locals comercials i oficines ( $P_L$ ) i dels garatges ( $P_g$ ) que en formen part.

Per tant,

$$P_T = P_v + P_{sg} + P_L + P_g$$

#### 1.3.1 Càrrega d'habitatges

La càrrega d'habitatges és la càrrega corresponent a la mitjana aritmètica de les potències màximes previstes a cada habitatge, pel coeficient de simultaneïtat de la taula 1.21, segons el nombre d'habitatges.

**TAULA 1.21.** Coeficient de simultaneïtat, segons el nombre d'habitatges (n)

n	Coeficient de simultaneïtat	n	Coeficient de simultaneïtat
1	1	11	9,2
. . . . .			

**Centre de transformació**  
Espai on es troben els transformadors necessaris per a la transformació de tensió mitjana a baixa.

TAULA 1.21 (continuació)

n	Coefficient de simultaneïtat	n	Coefficient de simultaneïtat
2	2	12	9,9
3	3	13	10,6
4	3,8	14	11,3
5	4,6	15	11,9
6	5,4	16	12,5
7	6,2	17	13,1
8	7	18	13,7
9	7,8	19	14,3
10	8,5	20	14,8
		$n \geq 21$	$15,3 + (n - 21) \cdot 0,5$

Segons les dimensions i característiques dels habitatges, hi ha 2 tipus de grau d'electrificació:

- Bàsica: amb una previsió de potència mínima de 5.750 W.
- Elevada: amb una previsió de potència mínima de 9.200 W.

#### Exemple de càrrega d'habitatges

Edifici de tres plantes de pisos, amb quatre habitatges per planta de 100 m<sup>2</sup>, cadascuna una planta àtic amb dos edificis de 200 m<sup>2</sup> cadascun.

Els dotze habitatges de 100 m<sup>2</sup> no disposen d'aire condicionat, ni hi ha la previsió d'instal·lar el sistema de calefacció elèctrica ni receptors especials. Per tant, el grau d'electrificació és bàsica i es pren una previsió de càrregues de 5.750 W per habitatge, ja que no es coneix la previsió exacta de la demanda elèctrica.

Per als dos habitatges de l'àtic, encara que no tenen previsió d'aire condicionat, ni previsió de sistemes de calefacció elèctrica, és una superfície superior a 160 m<sup>2</sup> i, per tant, es preveu una electrificació elevada de 9.200 W per habitatge, ja que no es coneix la previsió exacta de demanda elèctrica.

La previsió de càrrega dels habitatges és:

$$P_v = 11,3 \cdot \left( \frac{12 \cdot 5.750 + 2 \cdot 9.200}{14} \right) = 70.544 \text{ W}$$

### 1.3.2 Càrrega corresponent als serveis generals

La càrrega corresponent als serveis generals és la suma de la potència prevista en ascensors, aparells elevadors, centrals de calor i fred, grups de pressió, enllumenat del portal, caixa d'escala i espais comuns i en tot el servei elèctric general de l'edifici sense aplicar cap factor de reducció per simultaneïtat (factor de simultaneïtat = 1).

En la taula 1.22 s'indiquen els valors típics de les potències dels elevadors segons especifica la Norma tecnològica de l'edificació ITE-ITA.

Si voleu conèixer què fa que un habitatge sigui considerat d'electrificació bàsica o d'electrificació elevada podeu consultar l'apartat d'aquesta mateixa unitat "Dimensionament interior d'un habitatge".

Si voleu consultar la normativa ITE-ITA aneu a la secció "Adreces d'interès" que trobareu al web d'aquest crèdit.

**TAULA 1.22.** Càrrega corresponent a ascensor i muntacàrregues

Tipus d'aparell elevador	Càrrega (kg)	Nombre de persones	Velocitat (m/s)	Potència (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	8	1,00	11,5
ITA-3	630	8	1,00	18,5
ITA-4	1.000	13	1,60	29,5
ITA-5	1.000	13	2,50	46,0

Per a l'enllumenat de portal i altres espais comuns es pot fer una estimació de consum en la taula 1.23.

**TAULA 1.23.** Potències de càlcul per a serveis generals

Tipus de circuit	Característiques i potència		
Enllumenat de zones comunes	Portal, escala i traster	Incandescència	15 W/m <sup>2</sup>
		Fluorescència	8 W/m <sup>2</sup>
Enllumenat de zones comunes	Escala	Incandescència	8 W/m <sup>2</sup>
		Fluorescència	4 W/m <sup>2</sup>
Enllumenat del portal: Il·luminació ornamental		Incandescència	20 W/m <sup>2</sup>
		Fluorescència	10 W/m <sup>2</sup>
		Halògens	20 W/m <sup>2</sup>
Calefacció		Directa	40 W/m <sup>2</sup>
		Acumulació	80 W/m <sup>2</sup>
Aire acondicionat		Directa	10 W/m <sup>2</sup>
Depuradora de piscines		Orientada	8 W/m <sup>2</sup>

**Mesura de la potència**

Moltes vegades la potència d'algunes màquines com els ascensors no s'expressa en watts, sinó en cavalls de vapor, que es representen per CV. 1 CV = 736 W

**Potència prevista**

Amb vista a la previsió de potència d'un edifici es prenen les valors de potències indicats, però amb vista a dimensionar les derivacions individuals i per tenir en compte les variacions en el consum d'intensitat, la potència de l'ascensor es multiplicarà per 1,3 (ITC-BT-47) i les llums fluorescents per 1,8 (ITC-BT-44).

**Exemple de càrrega corresponent a garatges**

Quina seria la càrrega d'un garatge de 400 m<sup>2</sup> amb ventilació forçada?  
 $P_g = 400 \cdot 20 = 8.000 \text{ W}$

**1.3.3 Càrrega corresponent als locals comercials i oficines**

La càrrega corresponent a locals comercials i oficines es calcula considerant un mínim de 100 W per m<sup>2</sup> i planta, amb un mínim de 3.450 W a 230 V i coeficient de simultaneïtat 1.

**Exemple de càrrega de locals comercials i oficines**

Edifici amb dos locals comercials i dues oficines, en el qual es desconeix la previsió real de la càrrega dels locals.

En la taula 1.24 trobeu uns exemples resoltos de càrregues de locals comercials i oficines segons el seu consum en potència.

**TAULA 1.24.** Exemple de previsió de càrregues en locals comercials i oficines

	Superfície (m <sup>2</sup> )	Previsió real de càrrega (W)	Previsió amb 100 W/m <sup>2</sup>	Previsió de càrrega (W)
Local 1	25	Desconeguda	2.500	3.450
Local 2	50	Desconeguda	5.000	5.000
Oficina 1	200	35.000	20.000	35.000
Oficina 2	150	12.500	15.000	15.000



TAULA 1.24 (continuació)

Superfície (m <sup>2</sup> )	Previsió real de càrrega (W)	Previsió amb 100 W/m <sup>2</sup>	Previsió de càrrega (W)
Càrrega total (coeficient = 1)			58.450

### 1.3.4 Càrrega corresponent a garatges

La càrrega corresponent a garatges es calcula considerant un mínim de 10 W per m<sup>2</sup> i planta per a garatges amb ventilació natural i de 20 W per als de ventilació forçada, amb un mínim de 3.450 W a 230 V i coeficient de simultaneïtat 1.

Quan, en aplicació de l'NBE-CI-96, calgui un sistema de ventilació forçada per a l'evacuació de fums d'incendi, s'ha d'estudiar de forma específica la previsió de càrregues.

### 1.3.5 Càrrega total corresponent a edificis comercials, d'oficines o destinats a una o més indústries

En general, la demanda de potència ha de determinar la càrrega que cal preveure en aquests casos que no pot ser mai inferior als següents valors:

- **Edificis comercials o oficines.** Es calcula considerant un mínim de 100 W per m<sup>2</sup> i planta, amb un mínim per local de 3.450 W a 230 W i coeficient de simultaneïtat 1.
- **Edificis destinats a concentració d'indústries.** Es calcula considerant un mínim de 125 W per m<sup>2</sup> i planta, amb un mínim per local de 10.350 W a 230 W i coeficient de simultaneïtat 1.



## 2. Dimensionament interior d'un habitatge

Segons les dimensions i característiques del nostre habitatge, hi ha dos tipus de grau d'electrificació (bàsica o elevada). La diferència entre tots dos és el nombre de circuits: l'electrificació bàsica conté només 5 circuits específics per a utilitats de l'habitatge i l'electrificació elevada té aquests cinc circuits i fins a sis més. Cada un d'aquests circuits té una secció mínima i uns punts d'utilització de confort mínim segons l'habitable de l'habitatge.

Les instal·lacions d'interior són els circuits que van des de la caixa de comandament i protecció de l'habitatge, taller o local fins als receptors (punts de llums, base d'endolls, rentadora, assecadora...).

### 2.1 Grau d'electrificació

El consum d'un habitatge pot ser diferent segons la quantitat de gent que hi visqui o els aparells electrònics que tinguin connectats a la vegada. Per exemple, no serà el mateix consum diari d'una parella que tot el dia es troba fora de casa que no pas el d'una família amb dos adolescents i una àvia.

Els graus d'electrificació d'un habitatge de nova construcció poden ser dos:

- Bàsic.
- Elevat.

1) El **grau d'electrificació bàsic** és el necessari per cobrir les possibles necessitats d'utilització primàries sense que calguin obres posteriors; per tant, aquest grau d'electrificació ha de permetre la utilització dels aparells elèctrics d'ús comú en un habitatge.

2) El **grau d'electrificació elevat** és el que correspon a habitatges amb una previsió d'ús dels aparells electrodomèstics superior a l'electrificació bàsica o quan es compleixi alguna de les següents condicions:

- Superfície útil de l'habitatge superior a 160 m<sup>2</sup>.
- Si està prevista la instal·lació d'aire condicionat.
- Si està prevista la instal·lació de calefacció elèctrica.
- Si està prevista la instal·lació de sistemes d'automatització.
- Si està prevista la instal·lació d'una assecadora.



Quadre elèctric d'electrificació bàsic



Quadre elèctric d'electrificació elevada

- Si el nombre de punts d'utilització d'enllumenat és superior a 30.
- Si el nombre de punts d'utilització de preses de corrent d'ús general és superior a 20.
- Si el nombre de punts d'utilització de preses de corrent dels banys i auxiliars de cuina és superior a 6.

Segons el consum previst per a l'habitatge, hi ha diferents potències de subministrament monofàsic, tal com es mostra en la taula 2.1.

TAULA 2.1. Esglaons de potència prevista en subministraments monofàsics

Potència bàsica (W)		Potència elevada (W)		
5.750	7.360	9.200	11.500	14.490

## 2.2 Circuits interiors

Hi ha diferents tipus de circuits en un edifici; i quan parlem de circuits d'interior ens referim als circuits que tenen com a missió el subministrament d'energia elèctrica als receptors, tant en un habitatge com en una empresa. Un exemple de circuit interior pot ser el destinat a les preses de corrent d'un menjador, però també es considera un circuit interior el circuit que dona servei a les llums d'un jardí. Per tant, un circuit interior pot estar dintre d'un recinte tancat o pot ser exterior. Diferenciem dos tipus de circuits interiors dintre d'un habitatge:

- Circuits de protecció general.
- Circuits interiors de derivacions.

Els circuits interiors engloben tant la part de protecció com les seves derivacions corresponents segons si l'electrificació contractada és bàsica o elevada.

### 2.2.1 Circuits de protecció general

Uns tipus de circuits que hi ha a l'interior de l'habitatge és el *circuit de protecció general*.

Els circuits de protecció han de constar com a mínim dels següents components:

- Interruptor general automàtic (IGA).
- Interruptors diferencials.
- Dispositius de protecció contra sobretensions.

## Interruptor general automàtic (IGA)

L'interruptor general automàtic té la funció de protegir de sobrecàrregues o curtcircuits la instal·lació completa de l'habitatge. Evita que es cremi la derivació individual de l'habitatge en cas d'haver-hi una sobrecàrrega o curtcircuit. És l'element que s'ha d'utilitzar per desconnectar del subministrament exterior l'habitatge en cas de reparacions, absències llargues, etc.

L'interruptor general ha de ser independent de l'interruptor per al control de potència (ICP) i no pot ser substituït per aquest.

Els circuits de protecció han de tenir com a mínim un interruptor general automàtic de tall omnipolar amb accionament manual, d'intensitat nominal mínima de 25 A que correspon als 5.750 W de potència mínima i dispositius de protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{5.750}{230} = 25 \text{ A}$$

En funció de la previsió de càrrega la intensitat nominal de l'interruptor general automàtic serà el que s'especifica en la taula 2.2.

TAULA 2.2. Calibre IGA segons la potència de subministrament

Electrificació	Potència (W)	Calibre Interruptor General Automàtic (IGA)
Bàsica	5.750	25
	7360	32
Elevada	9.200	40
	11.500	50
	14.490	63

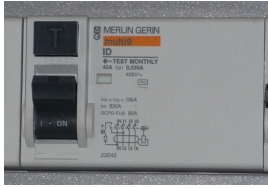
### ICP

L'interruptor de control de potència (ICP) és un dispositiu per controlar la potència realment demanada pel consumidor i que aquesta no excedeixi de la contractada. La seva col·locació és potestativa de la companyia.

## Interruptors diferencials

L'interruptor diferencial és l'element destinat a la protecció de persones. Aquest interruptor desconnecta automàticament la instal·lació quan es produeix una derivació a un aparell electrodomèstic o a un punt d'instal·lació. El diferencial està vigilant contínuament el corrent de fase i la del neutre. Quan aquestes no són iguals, el que passa és que la diferència entre l'un i l'altre s'està fugant per alguna part de la instal·lació, generalment el terra. Quan el valor de la fuga és igual o superior al valor de la intensitat de sensibilitat del diferencial, llavors es dispara i desconnecta la instal·lació.

Quan el sistema detecta una avaria o una derivació a instal·lació, la desconexió de l'interruptor diferencial evita la possibilitat d'un accident elèctric. Si es desconnecta es pot tornar a connectar manualment, però en cas que es tornés a desconnectar seria perquè encara existeix l'avaría o derivació a instal·lació. En aquest cas no hauríem de tornar a connectar fins que en trobem la causa i separar



Interruptor diferencial

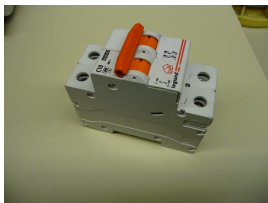
llavors el receptor que ha produït el disparament.

El circuit de protecció ha de tenir un o més interruptors diferencials que han de garantir la protecció contra contactes indirectes de tots els circuits, amb una intensitat diferencial residual màxima de 30 mA i intensitat assignada superior o igual que la de l'interruptor general. Quan s'usin interruptors diferencials en sèrie, s'ha de garantir que tots els circuits queden protegits davant intensitats diferencials residuals de 30 mA com a màxim, i es poden instal·lar altres diferencials d'intensitat superior a 30 mA en sèrie, sempre que es compleixi l'anterior.

La utilització d'un únic interruptor diferencial per a diversos circuits pot provocar que la seva actuació desconnecti certs electrodomèstics de l'habitatge, com ara frigorífics, congeladors o aparells informàtics, per la qual cosa s'ha d'evitar. Per a aquests circuits és convenient preveure una protecció diferencial individual.

### Dispositius de protecció contra sobretensions

Els dispositius de protecció contra sobretensions són elements de tall i protecció omnipolar per a cada un dels circuits interiors.



PIA: petit interruptor automàtic

Els petits interruptors automàtics (PIA) protegeixen cada circuit de sobrecàrregues o curtcircuits, segons la capacitat de cada un. Serveixen, per tant, per evitar que es cremin per l'escalfament de la instal·lació elèctrica o qualsevol aparell connectat a aquest circuit. El nombre de PIA serà igual al nombre de circuits que hi hagi dintre de l'habitatge i serveix com a element de tall de cada un dels circuits.

### 2.2.2 Circuits interiors en derivacions

Els circuits interiors de derivacions són els tipus de circuits independents C1, C2, C3, C4 i C5. Cada un d'aquests circuits han d'estar protegits amb un interruptor automàtic de tall omnipolar amb accionament manual i dispositius de protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits amb una intensitat assignada segons la seva aplicació: la intensitat assignada de cada circuit és determinada tenint en compte elements com la intensitat prevista, el factor de simultaneïtat i el factor d'utilització. La relació entre cada un d'aquests elements és determinada de la següent manera:

$$I = n \cdot I_a \cdot F_s \cdot F_u$$

on:

- $I_a$  és la intensitat prevista per presa o receptor
- $n$  és el nombre de preses o receptors
- $F_s$  és el factor de simultaneïtat, és a dir, relació de receptors connectats simultàniament sobre el total

- $F_u$  és el factor d'utilització; el factor mitjà d'utilització de la potència màxima del receptor.

Hi ha cinc circuits independents d'electrificació bàsica, que són els mateixos que els d'electrificació elevada i que es troben obligatòriament als circuits d'electrificació elevada.

### Cinc circuits independents d'electrificació bàsica

Aquests cinc circuits independents d'electrificació bàsica que formen part dels circuits d'electrificació elevada són:

1) **C1.** Circuit de distribució interna destinat a alimentar els punts d'il·luminació.

Una presa de corrent prevista per a la connexió d'aparells d'il·luminació que estigui comandada per un interruptor (per exemple, tauletes de nit o làmpada de peu al menjador) es considera del C1.

#### Polsador i timbre

Malgrat que el C1 només és un circuit d'il·luminació, el timbre d'accés a l'habitatge es connecta en aquest circuit.

2) **C2.** Circuit de distribució interna destinat a preses de corrent d'ús general i frigorífic.

3) **C3.** Circuit de distribució interna destinat a alimentar el forn i la cuina.

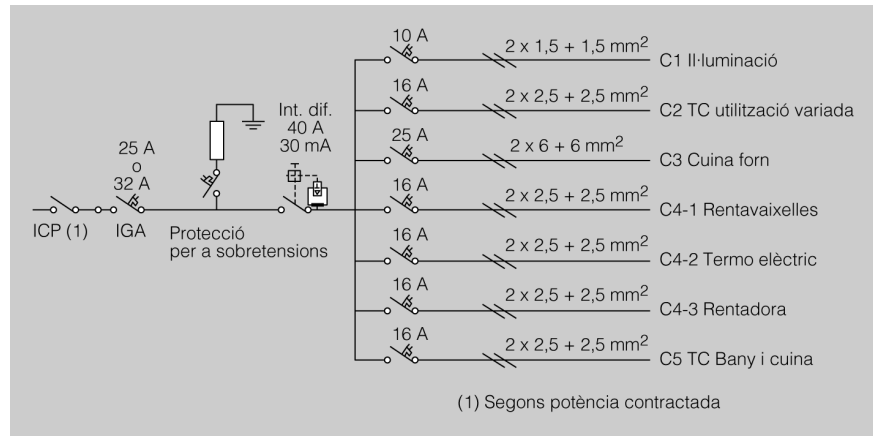
4) **C4.** Circuit de distribució interna destinat a alimentar la rentadora, el rentaplats i l'escalfador elèctric. Amb aquest circuit es recomana l'ús de dos o tres circuits independents, sense que això suposi el pas a electrificació elevada ni la necessitat de disposar d'un diferencial addicional. Recordem que el diferencial addicional l'instal·lavem en cas de voler una protecció diferenciada per a segons quins electrodomèstics. Encara que no estigui prevista la instal·lació d'un escalfador elèctric, s'instal·larà la seva presa de corrent, que normalment utilitzarà aquesta caldera del gas.

5) **C5.** Circuit de distribució interna destinat a alimentar preses de corrent de banys, així com les bases auxiliars de la cuina. També es considera del circuit C5 la presa del forn microones i la presa d'una banyera d'hidromassatge. Les preses de corrent auxiliars de la cuina es col·locaran fora del volum delimitat pels plànols situats a 0,5 m de la pica i del taulell de la cuina.

Si hi ha més de 5 circuits dintre d'un habitatge amb electrificació bàsica, s'ha d'instal·lar un interruptor diferencial addicional. Si no modifiquem l'interruptor general no suposarà el pas a electrificació elevada.

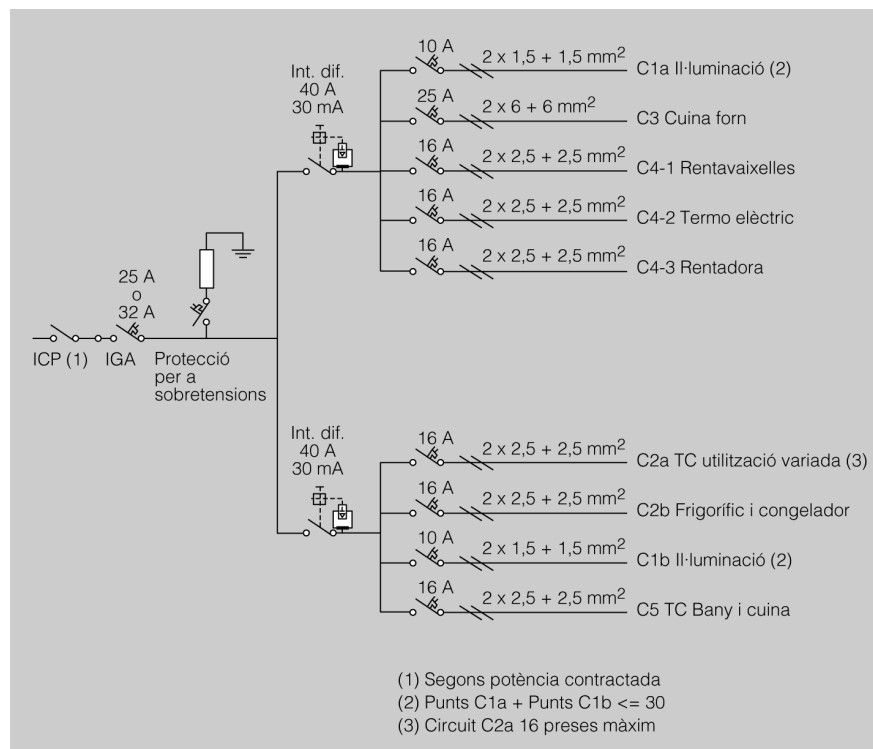
En la figura 2.1 s'expliquen esquemàticament els circuits d'electrificació bàsica amb els principals circuits que el formen i les característiques dels cables que els componen i la seva utilitat dintre de l'habitatge.

**FIGURA 2.1.** Esquema unifilar d'electrificació bàsica



Es possible que en alguns casos sigui recomanable desdoblar els circuits, sense que això suposi un canvi d'electrificació de l'habitatge. En la figura 2.2 s'expliquen esquemàticament un habitatge d'electrificació bàsica amb alguns circuits desdoblats amb les característiques i utilitats dels seus circuits.

**FIGURA 2.2.** Esquema unifilar d'electrificació bàsica



**Banyeres d'hidromassatge**

Per instal·lar una banyera d'hidromassatge hem de complir la ITC-BT-27 del Reglament de baixa tensió.

Hi ha la possibilitat del desplegament dels circuits C1, C2 i C4 quan no se supera el nombre de punts d'utilització que s'indiquen en la taula 2.3.

**TAULA 2.3.** Màxim nombre de punts d'utilització per circuit

Circuit d'utilització	Punts d'utilització màxims
C1 Il·luminació	30



C2 Preses d'ús general	20
C3 Cuina i forn	2
C4 Rentadora, rentaplats i escalfadors elèctrics	3
C5 Bany i cuina	6

---

Al circuit 1 (C1) s'entén com a punt d'utilització o punt de llum tot el que s'encén a la vegada. Llavors, en un passadís, si s'encenen 2 bombetes a la vegada, a l'efecte del punt d'utilització compta com un únic punt. D'igual manera, si en un menjador hi ha una làmpada amb 5 bombetes que s'encenen a la vegada, també compta com un únic punt. De totes maneres si estem al voltant dels 30 punts es recomana afegir un circuit addicional de punts de llum, com apareix a l'apartat següent.

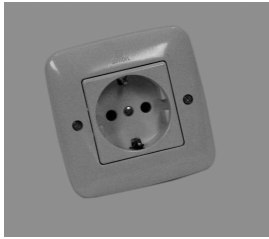
Al circuit 2 (C2) cada presa de corrent compta com un punt d'utilització, excepte les destinades a TV, vídeo, etc., que si es posen juntes compten com una.

### Circuits independents d'electrificació elevada

L'electrificació elevada s'instal·la quan hi ha una previsió important d'aparells electrodomèstics per la qual estigui obligat a instal·lar més d'un circuit C1, C2, C3, C4 i C5, fins a superar els punts màxims d'utilització o bé es prevegi instal·lar calefacció elèctrica, aire condicionat, automatització, gestió tècnica de l'energia i seguretat o si hi ha una superfície útil dels habitatges superior a 160 m<sup>2</sup>. Llavors, en aquest cas, a més dels circuits corresponents a l'electrificació bàsica, s'han d'instal·lar els 7 circuits d'electrificació elevada següents:

- 1) **C6.** Circuit addicional del tipus C1, per cada 30 punts de llum.
- 2) **C7.** Circuit addicional del tipus C2, per cada 20 preses de corrent d'ús general o si la superfície útil de l'habitatge és més gran de 160 m<sup>2</sup>.
- 3) **C8.** Circuit de distribució interna, destinat a la instal·lació de calefacció elèctrica, quan hi ha la previsió d'instal·lar-la.
- 4) **C9.** Circuit de distribució intern, destinat a la instal·lació d'aire condicionat quan hi ha previsió de fer-ho.
- 5) **C10.** Circuit de distribució interna, destinat a la instal·lació d'assecadora independent.
- 6) **C11.** Circuit de distribució interna, destinat a l'alimentació del sistema d'automatització, gestió tècnica de l'energia i de seguretat, quan hi ha previsió d'aquest.
- 7) **C12.** Circuits addicionals de qualsevol dels tipus C3 o C4, quan es prevegin, o circuit addicional del tipus C5, quan el nombre de preses de corrent passi de 6.

### 2.2.3 Característiques elèctriques dels circuits



Base 16 A 2 p + T. Imatge MEC

Les característiques dels circuits depenen bàsicament de la intensitat que hi circularà. Per aquest motiu, depenent de les seves utilitats s'utilitzaren unes seccions o unes altres. També s'ha de comprovar l'ús que es farà d'aquest circuit i la seva utilitat.

En la taula 2.4 es detallen les característiques elèctriques dels circuits mínims requerits pel Reglament de baixa tensió.

TAULA 2.4. Característiques elèctriques de circuits considerant 230V entre fase i neutre

Circuit d'utilització	Potència prevista per presa (W)	Tipus de presa	Màxim nombre de punts	Conductors secció mínima mm <sup>2</sup>	Tub o conducte diàmetre mm <sup>2</sup>
<b>C1 - Il·luminació</b>	200	Punt de llum (3)	30	1.5	16
<b>C2 - Preses de Corrent</b>	3450	Base 16A (2p+T)	20	2.5	20
<b>C3 - Forn i Cuina</b>	5400	Base 25A (2p+T)	2	6	25
<b>C4 - Rentadora, rentaplats i escalfadors elèctrics</b>	3.450	Base 16 A Combinades amb fusibles o interruptors automàtics de 16 A (4)	3	4 (5)	20
<b>C5 - Bany i cuina</b>	3.450	Base 16 A (2p+T)	6	2.5	20
<b>C8 - Calefacció</b>	(1)	*	*	6	25
<b>C9 - Aire condicionat</b>	(1)	*	*	6	25
<b>C10 - Assecadora</b>	3.450	Base 16 A (2 p + T)	1	2.5	20
<b>C11 - Domòtica</b>	(2)	*	*	1,5	15

(1) La potència màxima permissible per circuit es de 5.750 W. (2) La potència màxima permissible per circuit es de 2.300 W. (3) El punt de llum inclou conductor de protecció. (4) Els fusibles o interruptors automàtics nos son necessaris si es disposa de circuits independents per a cada aparell, amb un PIA de 16 A per a cada aparell. El desdoblament d'aquest circuit no supondrà el pas a a electrificació elevada. (5) En aquest circuit exclusivament, cada presa individual pot connectar-se amb un conductor de secció 2.5 mm<sup>2</sup> que comenci en una caixa de derivació del circuit de 4 mm<sup>2</sup>.



Base 20 (2 p + T)

La secció mínima del cable indicada per circuit està calculada per als nombres màxims de punts d'utilització. Si s'amplien aquests punts s'han d'instal·lar circuits addicionals, com per exemple el C6 en el cas que s'ampliïn els punts de llums del C1, que són 30 en aquest cas.

Cada element del circuit ha de tenir un corrent assignat, que no pot ser inferior al corrent previst pel receptor on s'ha de connectar. El valor de la intensitat de corrent prevista a cada circuit s'ha de calcular amb la següent fórmula

$$I = n \cdot I_a \cdot F_s \cdot F_u$$

on:

- $I_a$  és la intensitat prevista per presa o receptor
- $n$  és el nombre de preses o receptors
- $F_s$  és el factor de simultaneïtat, és a dir, relació de receptors connectats simultàniament sobre el total
- $F_u$  és el factor d'utilització; el factor mitjà d'utilització de la potència màxima del receptor.

En la taula 2.5 trobem les característiques comunes dels circuits d'un habitatge. No tots els punts d'il·luminació se solen utilitzar a la vegada i, per tant, hi ha un factor de simultaneïtat i d'utilització per cada circuit: penseu que la rentadora no sempre està encesa, però s'utilitza més que alguns endolls comuns del circuit 2.

TAULA 2.5. Característiques de factors d'utilització i simultaneïtat dels circuits d'un habitatge

Circuit d'utilització	Interruptor automàtic (A)	Factor simultaneïtat (Fs)	Factor utilització (Fu)
C1 - Il·luminació	10	0,75	0,5
C2 - Preses d'ús general	16	0,2	0,25
C3 - Cuina i forn	25	0,5	0,75
C4 - Rentadora, rentaplats i escalfadors elèctrics	20	0,66	0,75
C5 - Bany i cuina	20	0,4	0,5
C8 - Calefacció	25	*	*
C9 - Aire condicionat	25	*	*
C10 - Assecadora	20	1	0,75
C11 - Domòtica	16	*	*

Els dispositius automàtics de protecció tant per al valor de la intensitat assignada com per a la intensitat màxima de curtcircuit s'han de correspondre amb la intensitat admissible del circuit i la de curtcircuit.

Els conductors han de ser de coure i la seva secció ha de ser com a mínim la indicada en la taula 2.4 i, a més, ha d'estar condicionada al fet que la caiguda de tensió sigui com a màxim el 3%.

La caiguda de tensió es calcula per a una intensitat de funcionament del circuit igual a la intensitat nominal de l'interruptor automàtic del circuit esmentat i per a una distància corresponent a la del punt d'utilització més allunyat de l'origen de la instal·lació.

En la taula 2.6 es mostren els colors que s'han d'utilitzar obligatòriament per als circuits d'una instal·lació d'interior.

TAULA 2.6. Colors identificatius (de l'aïllant) utilitzats a les instal·lacions d'interior

Color	Finalitat
Blau cel	Neutre
Groc-i-verd	Terra

#### ITC-BT-19

La ITC-BT-19 explica les instal·lacions receptores o interiors amb la secció dels conductors, intensitats màximes admissibles, mesures de protecció, etc.

#### Càlcul de caigudes de tensió

Si voleu conèixer com es fa el càlcul de caigudes de tensió per tal que no superi el 3%, vegeu la unitat anterior.

TAULA 2.6 (continuació)

Color	Finalitat
Negre	Fase
Gris	
Marró	

### 2.3 Punts d'utilització mínims de confort

Confort és tot allò que produeix benestar i comoditats. A la llar es pressuposa el confort i la funcionalitat per als seus habitants, però en alguns casos no es produeix. De què depèn la necessitat de confort?. Hi intervenen diversos factors: aïllaments, climatització, mobiliari, matalassos i roba de llit apropiats, il·luminació adequada per a cada estança i feina, armaris i contenidors per distribuir l'ordre, electrodomèstics per facilitar les feines domèstiques i espais íntims delimitats. És necessari, doncs, determinar els punts elèctrics d'utilització mínims que ha de tenir una instal·lació d'un habitatge, des d'un punt de vista de la seguretat i el confort.

#### Punts de llum

El circuit 1 d'il·luminació pot tenir com a màxim 30 punts de llum. Si necessitem instal·lar-ne més, és necessari crear un nou circuit (C6) i passem a electrificació elevada obligatòriament.

No obstant això, a l'hora de dissenyar la instal·lació es recomana que es tinguin en compte les possibles necessitats particulars de l'usuari i les seves limitacions (a causa de l'edat, discapacitats, etc.), així com els seus futurs requeriments. Per tant, es recomana seguir els quatre punts següents a l'hora de realitzar el projecte de la instal·lació:

- Preveure futures ampliacions sense necessitat de fer obres, conductes buits i reservar espai al quadre de distribució per a futurs dispositius.
- Preveure un nombre de preses de punts d'il·luminació, preses de corrent d'usos generals o al bany i auxiliars de cuina, superior als indicats en la taula 2.7; d'aquesta manera, a més de tenir una instal·lació d'acord amb la necessitat de l'usuari, se'n millora la seguretat, ja que es redueix l'ús de connectors multivia o prolongadors i s'evita la realització de futures modificacions de la instal·lació per personal no qualificat.
- No intentar un estalvi fictici esgotant al màxim les preses per circuit per reduir el nombre de circuits. Incrementar els circuits i passar al grau d'electrificació elevat no té obligatòriament conseqüències pràctiques de canvi de potència contractada a la companyia subministradora. Si es fa això s'obté més confort, però no necessàriament un consum més gran.
- En habitatges amb més d'una altura, per exemple unifamiliars o dúplex, se situarà un quadre general de comandament i protecció a cada planta de manera que els circuits de cada planta estiguin protegits al quadre ubicat a la seva planta.

#### Taula dels mecanismes

Quan es fa la electrificació d'un habitatge s'ha de tenir en compte la normativa, les característiques tipiques de cada estança de l'habitatge i els requisits de confort que demana el client. Per tant, i per tenir-ho tot al mateix lloc, és molt útil fer-se una taula on apareguin tots els mecanismes a instal·lar. A la secció dels annexos trobaràs una plantilla d'exemple molt útil on apareix tant el nombre mínim per reglament, com el nombre final que podria ser superior. A més també s'ha de tenir en compte el nombre màxim d'elements a cada circuit per si cal afegir qualsevol circuit adicional.

Les ubicacions dels punts d'utilització mínim de confort indicades en la taula 2.7 es consideren orientatives, ja que, per exemple, la rentadora pot estar instal·lada en un safareig. El timbre no computa com a "punt d'utilització" al circuit C1. Els commutadors, encreuaments, teleruptors i altres dispositius de característiques similars es consideren englobats en el genèric "interruptor" indicat en la taula 2.7.

**TAULA 2.7.** Punts mínims d'utilització a cada estança de l'habitatge

Estança	Circuit	Mecanisme	Nombre Mínim	Superfície / Longitud
Accés	C1	Polsador Timbre	1	-
Vestíbul	C1	Punt de llum	1	-
		Interruptor 10A	1	-
	C2	Base 16A (2p + T)	1	-
Sala d'estar o saló	C1	Punt de llum	1	Fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S>10 m <sup>2</sup> ) Un per a cada punt de llum
		Interruptor 10A	1	
	C2	Base 16A (2p + T)	3 (1)	Un per cada 6 m <sup>2</sup> , arrodonint a l'enter superior
	C8	Presa de calefacció	1	Fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S>10 m <sup>2</sup> )
	C9	Presa d'aire condicionat	1	Fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S>10 m <sup>2</sup> )
Dormitoris	C1	Punt de llum	1	Fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S>10 m <sup>2</sup> ) Un per a cada punt de llum
		Interruptor 10A	1	
	C2	Base 16A (2p+T)	3 (1)	Un per cada 6 m <sup>2</sup> , arrodonint a l'enter superior
	C8	Presa de calefacció	1	-
	C9	Presa d'aire condicionat	1	-
Banys	C1	Punt de llum	1	-
		Interruptor 10A	1	-
	C5	Base 16A (2p + T)	1	-
	C8	Presa de Calefacció	1	-
Passadissos i distribuïdors	C1	Punt de llum	1	Un per cada 5m de longitud Un en cada accés
		Interruptor-commutador 10A	1	
	C2	Base 16A (2p + T)	1	Fins a 5m (2 si L>5m)
	C8	Presa de Calefacció	1	-
Cuina	C1	Punt de llum Interruptor 10A	1 1	Fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S>10 m <sup>2</sup> ) Un per a cada punt de llum
	C2	Base 16A (2p + T)	2	Extractor i frotgífic

TAULA 2.7 (continuació)

Estança	Circuit	Mecanisme	Nombre Mínim	Superfície / Longitud
	C3	Base 25A (2p + T)	1	Cuina/forn
	C4	Base 16A (2p + T)	3	Rentadora, rentaplats i escalfador
	C5	Base 16A (2p + T)	3 (2)	A sobre del plànol de treball
	C8	Presa de calefacció	1	-
	C10	Base 16A (2p + T)	1	assecadora
Terrasses i vestidors	C1	Punt de llum Interruptor 10A	1	Fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S>10 m <sup>2</sup> ) Un per a cada punt de llum
			1	
Garatges unifamiliars i altres	C1	Punt de llum Interruptor 10A	1	Fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S>10 m <sup>2</sup> ) Un per a cada punt de llum
			1	
	C2	Base 16A (2p + T)	1	Fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S>10 m <sup>2</sup> )

(1) on es prevegi la instal·lació d'una presa per al receptor de televisió, la base corresponent s'haurà de considerar com una sola base a l'efecte del nombre de punts d'utilització. (2) Es col·loquen fora d'un volum delimitat pels plans verticals situats a 0.5m de la pica i dels fogons de cocció o cuina.

A cada una de les estances de l'habitatge hi ha dos tipus de prescripcions que podem considerar:

- Prescripcions reglamentàries. Són aquelles obligades pel Reglament per a baixa tensió, més concretament, allò que especifica la ITC-BT-25.
- Prescripcions de confort d'ús no obligatori.



Timbres per a habitatges

### 2.3.1 Electrificació de l'accés a l'habitatge

L'accés a l'habitatge és el replà que trobem just abans de la porta d'entrada. En els accessos a l'habitatge només és reglamentari que hi hagi un polsador, però seria convenient també, tant per confort com per comoditat, tenir-hi també un punt de llum i fins i tot un videoporter.

Els elements mínims per a l'accés a l'habitatge són els que apareixen a la taula 2.7. Les prescripcions de confort no obligatòries, però recomanades, són les corresponents a la taula 2.8.

TAULA 2.8. Prescripcions de confort d'ús no obligatori de l'accés a l'habitatge

Mecanisme	Nombre aconsellat
Polsador per a timbre	1
Punt de llum (habitatge unifamiliar)	1
Videoporter (habitatge unifamiliar)	1

Ja hi ha al mercat els primers bronzidors MP3. Té la seva pròpia IP (es connecta a la xarxa local).

En la secció "Adreces d'interès" del web d'aquest crèdit podeu trobar enllaços on es fa referència a domòtica amb videoporters.

### 2.3.2 Electrificació del vestíbul

Segons les dimensions del vestíbul hi haurà més d'un punt de llum, que és el que marca el Reglament per a baixa tensió.

Els elements mínims per a l'electrificació del vestíbul són els que apareixen a la taula 2.7. Les prescripcions de confort no obligatòries, però recomanades, són les corresponents a la taula 2.9.

**TAULA 2.9.** Prestacions de confort d'ús no obligatori del vestíbul

Mecanisme	Superfície/Longitud	Nombre Aconsellat
Punt de llum	1 fins 10m2 (2 si S>10m2)	1 o 2
	Llum exterior (habitatge unifamiliar)	1
Interruptor 10A	Per punt de llum	1
Base 16A (2 p + T)	1	1
Brunzidor	-	1
Presa de Calefacció elèctrica (1)	-	1
Videoporter	-	1

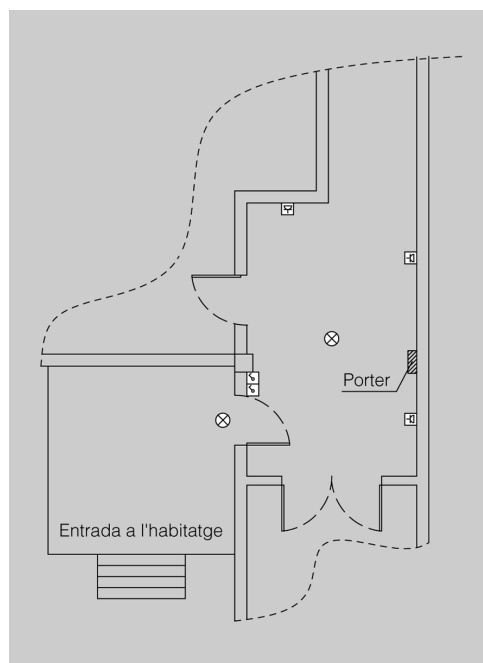
(1) quan es prevegi la instal·lació

#### El videoporter

Hi ha videoporters amb àudio integrat dintre d'una xarxa de telefonia i càmera integrada de xarxa de televisió. El videoporter està integrat com a domoporter; la seva càmera es pot veure des de qualsevol televisor i l'àudio es pot sentir des de qualsevol telèfon. No caldrà anar a la cuina o al rebedor per atendre les trucades.

En la figura 2.3 teniu les prescripcions obligatòries (reglamentàries), el plànol en planta de l'accés de l'habitatge i el vestíbul.

**FIGURA 2.3.** Plànol de planta de l'accés de l'habitatge i el vestíbul



### 2.3.3 Electrificació de la sala d'estar o saló



Presa de calefacció elèctrica

Per a cada punt de llum al saló pot haver-hi més d'un interruptor per encendre'l. És el que anomenem *commutador*. Igual que al vestíbul, segons les dimensions de la sala d'estar s'instal·laran més punts de llums i més bases de 16 A.

Malgrat que a les prestacions reglamentàries no hi ha presa de telèfon, se n'aconsella la instal·lació (dues com a mínim). Una per al telèfon fix i l'altra per a la connexió d'un ordinador si s'escau al saló.

En aquest món canviant de noves tecnologies cada vegada més ens imaginem un saló amb un petit ordinador que ens permeti la connexió a Internet amb el nostre televisor, o una televisió per cable, etc.

Els elements mínims per a la sala d'estar o saló són els que apareixen a la taula 2.7. Les prescripcions de confort no obligatòries, però recomanades, són les corresponents a la taula 2.10.

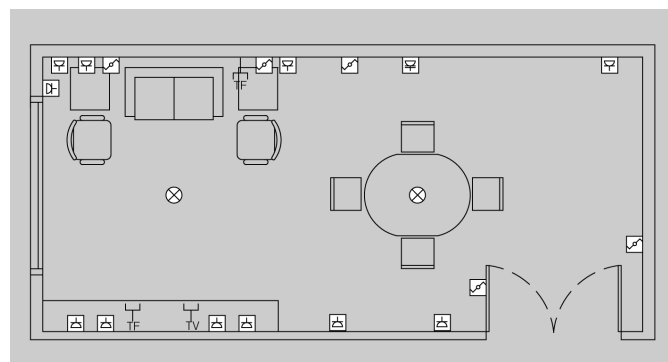
TAULA 2.10. Prestacions de confort d'ús no obligatori del saló o sala d'estar

Mecanisme	Superfície/longitud	Nombre aconsellat
Punt de llum	1 fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S> 10 m <sup>2</sup> )	1 o 2
Interruptor 10 A	Per punt de llum	1 o 2
Base 16 A (2 p + T)	1 per cada 6 m <sup>2</sup> arrodonint al nombre sencer superior	3
Presa de calefacció elèctrica(1)	1 fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S>10 m <sup>2</sup> )	1 o 2
Presa aire condicionat	1 fins a 10 m <sup>2</sup> (2 S> 10 m <sup>2</sup> )	1 o 2
Presa telefònica	Telèfon	2
Base 16 A (2 p + T)	Televisor/vídeo	1 múltiple
Base 16 A (2 p + T)	Equip de música	1

(1) Quan se'n prevegi la instal·lació

En la figura 2.4 teniu un plànol amb la configuració d'una sala d'estar amb les prescripcions mínimes reglamentàries.

FIGURA 2.4. Plànol de planta de la sala d'estar o saló





### 2.3.4 Electrificació de la cuina

La cuina és una de les estances amb més circuits de tota l'electrificació, per això és molt important, dins d'un habitatge, tenir una bona instal·lació elèctrica a la cuina.

A la cuina de l'habitatge es troben tots els circuits que són obligatoris a l'electrificació bàsica C1, C2, C3, C4 i C5.

Els elements mínims per a la cuina són els que apareixen a la taula 2.7. Les prescripcions de confort no obligatòries, però recomanades, són les corresponents a la taula 2.11.

**TAULA 2.11.** Prestacions de confort d'ús no obligatori de la cuina

Mecanisme	Superfície/longitud	Nombre aconsellat
Punt de llum	2 fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	1 o 2
Interruptor 10 A	Per punt de llum	1
Base 16 A (2 p + T)	Extractor i frigorífic	2
Base 25 A (2 p + T)	Cuina/forn	1
Base 16 A (2 p + T)	Rentadora, rentavaixelles i escalfador	3
Base 16 A (2 p + T)	A sobre del pla de treball	4
Presa calefacció elèctrica (1)	1 fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S > 10 m <sup>2</sup> )	1
Base 16 A (2 p + T)(2)	Assecadora	1
Presa telefònica	Telèfon	1
Base 16 A (2 p + T)	Extractor i frigorífic	2
Base 16 A (2 p + T)	Televisor	1

(1) Quan se'n prevegi la instal·lació. (2) S'han de col·locar fora d'un volum delimitat pels plans verticals situats a 0.5m de l'aiguera i de la placa de cocció o cuina.

#### Exemple d'electrificació d'una cuina

Tenim una cuina de 20 m<sup>2</sup>, la casa no té safareig i, per tant, tots els electrodomèstics es troben en aquesta estança. Descriu tots els circuits que hem d'instal·lar i què ha de contenir cadascun d'ells.

C1 - 2 punts de llum

C2 - 1 presa de corrent d'ús general

C3 - 1 presa de corrent (cuina/forn)

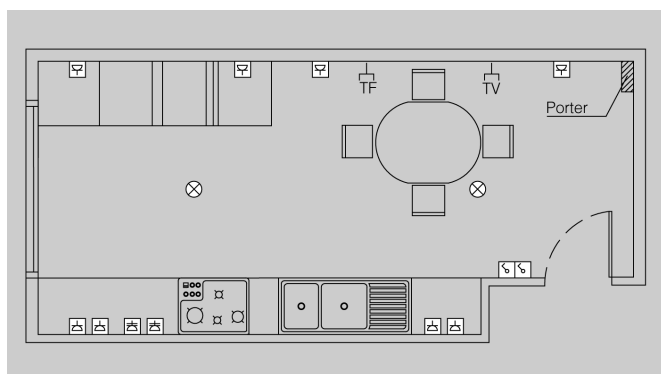
C4 - 3 preses de corrent (rentadora, rentavaixelles i escalfador)

C5 - 4 preses de corrent a sobre del pla de treball

C8 - Calefacció elèctrica

C10 - Assecadora

En la figura 2.5 teniu el plànol en planta de la cuina amb els principals mecanismes que són necessaris en una cuina.

**FIGURA 2.5.** Plànol de planta de la cuina

Per consultar la normativa per instal·lar banyeres i dutxes en habitatge i locals, aneu a la secció "Annexos" que trobareu al web d'aquest mòdul.

#### Banyeres d'hidromassatge

En el cas que vulguem instal·lar una banyera d'hidromassatge ens haurem de referir a la ITC-BT-27 de l'RBT. En general qualsevol equip elèctric, electrònic, telefònic o de telecomunicació incorporat a la banyera ha de complir els requisits de la norma UNE-EN 60335-2-60.

### 2.3.5 Electrificació del bany

Un habitatge pot tenir més d'un bany o un bany i un lavabo. El circuit C5 és el que té les preses dels banys i ha d'estar repartida a tot l'habitatge, si és el cas.

Els elements mínims per al bany són els que apareixen a la taula 2.7. Les prescripcions de confort no obligatòries, però recomanades, són les corresponents a la taula 2.12.

Les banyeres i dutxes han de seguir la normativa dictada per la ITC-27, que forma part del REBT, per garantir la seguretat de les persones.!

**TAULA 2.12.** Prescripcions de confort d'ús no obligatori al bany o lavabo

Mecanisme	Superfície/longitud	Nombre aconsellat
Punt de llum	*	2
Interruptor 10 A	Per punt de llum	2
Base 16 A (2 p + T)	*	2
Preses de calefacció elèctrica (1)	*	1

(1) Quan se'n prevegi la instal·lació

La secció mínima del cable per al circuit 1 d'il·luminació és d'1,5 mm<sup>2</sup>, i per al circuit 2 de preses de corrent d'ús general és de 2,5 mm<sup>2</sup>.

#### L'estàndard IEC 60529

Describeix un sistema per classificar els graus de protecció aportats a l'equipament elèctric per als contenidors que els protegeixen. Aquest estàndard està dissenyat per qualificar de manera numèrica un producte en el nivell de protecció que el seu contenidor li proporciona. En assignar diferents codis numèrics, el grau de protecció del producte pot ser identificat de manera ràpida i amb facilitat.

### 2.3.6 Electrificació del dormitori

No es diferencia entre el tipus de dormitori si és individual o doble, però sí que es fa referència a m<sup>2</sup>. Igual que en el cas del saló o sala d'estar, malgrat que a les prescripcions reglamentàries no es fa referència a cap presa d'antena per connectar televisors o endolls per a telèfon, i atès que els habitatges són més petits, cada vegada més les habitacions dobles es converteixen en petits despatxos.

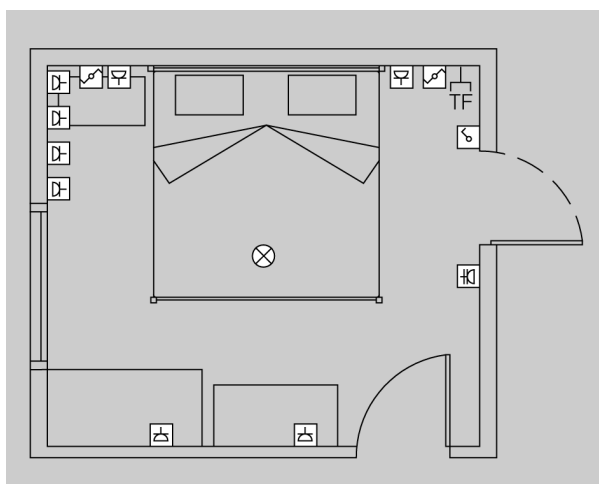
Els elements mínims per al dormitori són els que apareixen a la taula 2.7. Les prescripcions de confort no obligatòries, però recomanades, són les corresponents a la taula 2.13.

**TAULA 2.13.** Prestacions de confort d'ús no obligatori del dormitori

Mecanisme	Superfície / Longitud	Nombre Aconsellat
Punt de llum	Habitacions individuals	2 (1)
	Habitacions dobles	3 (1)
Interruptor 10 A	Per punt de llum	-
Base 16 A (2p + T)	1 per cada 6 m <sup>2</sup> arrodonint al nombre sencer superior	4
Presa de calefacció elèctrica (2)	1 fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si s>10 m <sup>2</sup> )	1
Presa d'aire condicionat (2)	1 fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si s>10 m <sup>2</sup> )	1
Presa telefònica	Telèfon	2
Base 16 A (2p + T)	Televisor	1
Base 16 A (2p + T)	Ordinador	1
Base 16 A (2p + T)	Equip de música	1

(1) 2 en habitacions individuals, 1 en tauleta de nit i 1 en sostre, 3 en habitacions dobles, 2 en tauleta de nit i 1 en sostre. (2) Quan se'n prevegi la instal·lació

En la figura 2.6 trobareu els principals mecanismes que són necessaris en un dormitori.

**FIGURA 2.6.** Plànol de planta del dormitori

### 2.3.7 Electrificació de la terrassa o jardí

En el cas que un habitatge disposi de jardí, la instal·lació elèctrica d'aquest ha de ser un circuit independent de la resta de l'habitatge. Les bases exteriors destinades a alimentar aparells fixos o mòbils han d'estar protegides per un diferencial independent dels circuits interiors, de 30 mA.

Les bases, interruptors i llums instal·lats al jardí han de tenir un grau IP44.

Els elements mínims per a la terrassa o jardí són els que apareixen a la taula 2.7. Les prescripcions de confort no obligatòries, però recomanades, són les corresponents a la taula 2.14.

**TAULA 2.14.** Prescripcions de confort d'ús no obligatori de la terrassa

Mecanisme	Superfície / Longitud	Nombre Aconsellat
Punt de llum	Entrada	1
	Una altra zona 1 fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S>10 m <sup>2</sup> )	1 o 2
Interrupctor 10A	per punt de llum	1 (1)
Base 16 A (2p + T)	-	1

### 2.3.8 Electrificació del passadís

No tots els habitatges tenen passadís, i moltes vegades el vestíbul distribuïdor fa aquesta funció; per tant, no sempre haurem d'utilitzar aquestes regles i recomanacions de confort.

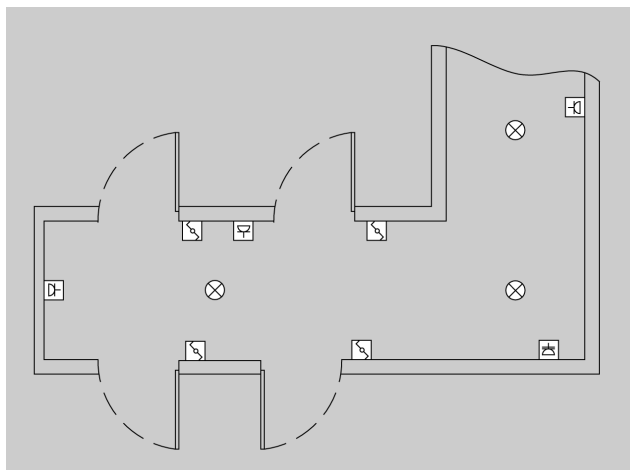
Els elements mínims per al passadís són els que apareixen a la taula 2.7. Les prescripcions de confort no obligatòries, però recomanades, són les corresponents a la taula 2.15.

**TAULA 2.15.** Prescripcions de confort d'ús no obligatori del passadís

Mecanisme	Superfície/longitud	Nombre aconsellat
Punt de llum	1 cada 5 m de longitud	2
Interrupctor 10 A	1 en cada accés	2
Base 16 A (2 p + T)	1 fins a 5 m <sup>2</sup> (2 si L > 5 m)	1 o 2
Presa de calefacció (1)	*	1

(1) Quan se'n prevegi la instal·lació

La figura 2.7 ens permet veure els principals mecanismes d'un passadís.

**FIGURA 2.7.** Plànol de planta del passadís

### 2.3.9 Electrificació del garatge unifamiliar

Els elements mínims per a un garatge unifamiliar, no per a un d'un edifici d'habitatges, són els que apareixen a la taula 2.7. Les prescripcions de confort no obligatòries, però recomanades, són les corresponents a la taula 2.16.

**TAULA 2.16.** Prescripcions de confort d'ús no obligatori del garatge unifamiliar

Mecanisme	Superfície/longitud	Nombre aconsellat
Punt de llum (1)	1 fins a 10 m <sup>2</sup> (2 si S>10 m <sup>2</sup> )	1
Interruptor 10 A	Per punt de llum	1
Base 16 A (2 p + T)	*	2

(1) es recomana dur a terme la instal·lació d'un circuit d'enllumenat d'emergència. La il·luminació mínima per a aquest tipus d'estances és de 150 LUX.

Lux és la unitat derivada del sistema internacional d'il·luminació o nivell d'il·luminació.

Un garatge no és obligatori en un habitatge, però en cas que n'hi hagi hi ha una prescripció obligatòria i de confort per a aquesta part de l'habitatge.

## 2.4 Habitatges o locals amb banyera o dutxa

La Instrucció tècnica complementària del Reglament per a baixa tensió número 27, és a dir, la ITC-BT-27, és la que regula la normativa que s'ha d'aplicar a habitatges i locals que contenen una banyera o dutxa. Aquests espais, a causa de la proximitat de l'aigua, presenten un risc important per a la seguretat de les persones i, per això, es divideixen en volums, amb la finalitat de delimitar les zones de risc i establir els equips i materials elèctrics que es poden instal·lar en cadascun d'aquests volums.

Per a llocs que continguin banys o dutxes per a tractament mèdic o per a discapacitats es poden necessitar requisits addicionals.

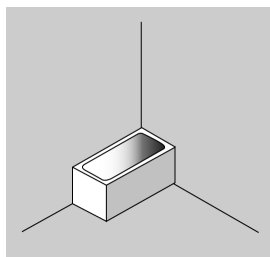
Les prescripcions objecte d'aquesta instrucció, ITC-BT-27, són aplicables a les instal·lacions d'interior d'habitatges, i també, en la mesura que els pugui afectar, a les de locals comercials, d'oficines i a les de qualsevol altre local destinat a finalitats anàlogues que continguin una banyera o una dutxa o una dutxa prefabricada o una banyera d'hidromassatge o aparell per a un ús anàleg.

Per a dutxes d'emergència en zones industrials, són aplicables les regles generals.

Resulta molt important establir les normes necessàries per a l'execució correcta i reglamentària d'una instal·lació elèctrica en locals o habitatges amb banyera o dutxa, ja que són espais de possible risc elèctric.

Depenent de la proximitat o no a les zones de risc s'estableix una **classificació dels volums**.

### 2.4.1 Classificació dels volums

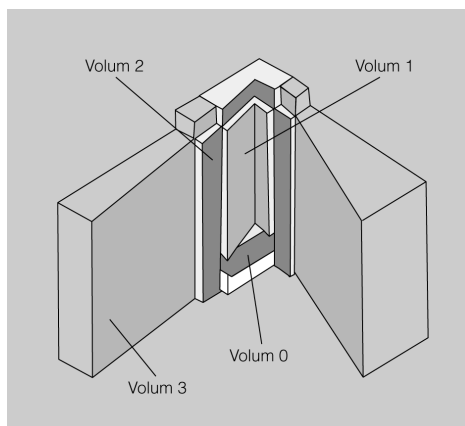


Banyera en tres dimensions

Per a les instal·lacions elèctriques en locals o habitatges que tenen una banyera o dutxa es tenen en compte quatre volums 0, 1, 2 i 3 ben delimitats per les seves mesures.

En la figura 2.8 es pot observar la representació dels quatre volums en conjunt.

**FIGURA 2.8.** Representació dels quatre volums en conjunt

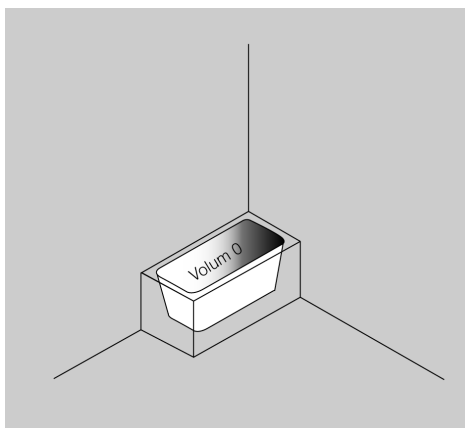


Cal tenir en compte i recordar que els falsos sostres i les mampares no es consideren barreres als efectes de la separació de volums.

#### Volum 0

Les dimensions del volum 0 comprenen l'interior de la banyera o dutxa (figura 2.9).

**FIGURA 2.9.** Representació del volum 0



En un lloc que contingui una dutxa sense plat, el volum 0 és delimitat pel terra i per un pla horitzontal situat a 0,05 m per sobre del terra.

Quant al plànol vertical, es poden distingir dos casos depenent de si el difusor és fix o si es pot desplaçar: Dutxa sense plat i amb difusor fix: el volum 0 és limitat pel pla generatriu vertical situat a un radi de 0,6 m entorn del difusor. Dutxa sense plat i amb difusor que es pot desplaçar durant l'ús: el volum 0 és limitat pel pla generatriu vertical situat a un radi d'1,2 m entorn de la presa d'aigua de la paret o el pla vertical que tanca l'àrea prevista perquè l'ocupi la persona que es dutxa.

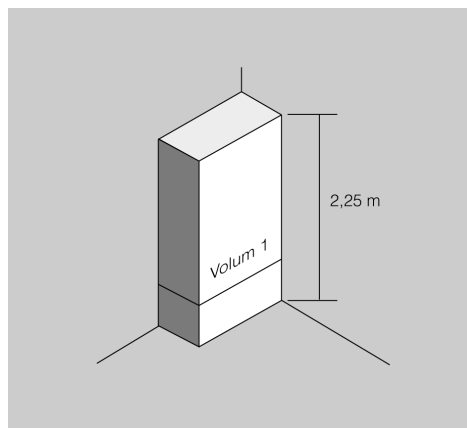
## Volum 1

El volum 1 és limitat pel pla horitzontal superior al volum 0 i el pla horitzontal situat a 2,25 m per sobre del terra; i el pla vertical entorn de la banyera o dutxa i que inclou l'espai per sota d'aquests, quan aquest espai és accessible sense l'ús d'una eina (figura 2.10).

En una dutxa sense plat i depenent de si el difusor és fix o es pot desplaçar, se'n poden distingir dos casos:

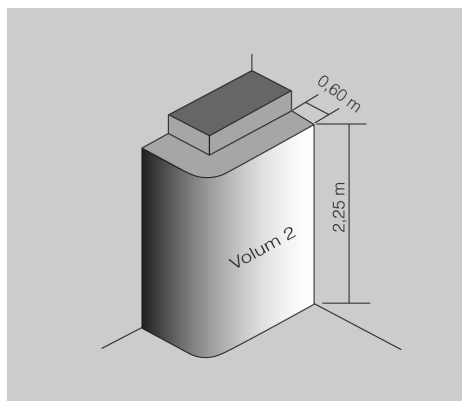
- Dutxa sense plat i amb difusor fix: **el volum 1 és delimitat per la superfície generatriu vertical situada a un radi de 0,6 m entorn del ruixador.** \*
- **Dutxa sense plat i amb difusor que es pot desplaçar durant l'ús:** el volum 1 és limitat pel pla generatriu vertical situat a un radi d'1,2 m des de la presa d'aigua de la paret o el pla vertical que tanca l'àrea prevista perquè l'ocupi la persona que es dutxa.

FIGURA 2.10. Representació del volum 1



## Volum 2

El volum 2 és limitat pel pla vertical exterior al volum 1 i el pla vertical paral·lel situat a una distància de 0,6 m; i el terra i el pla horitzontal situats a 2,25 m per sobre del terra (figura 2.11).

**FIGURA 2.11.** Representació del volum 2

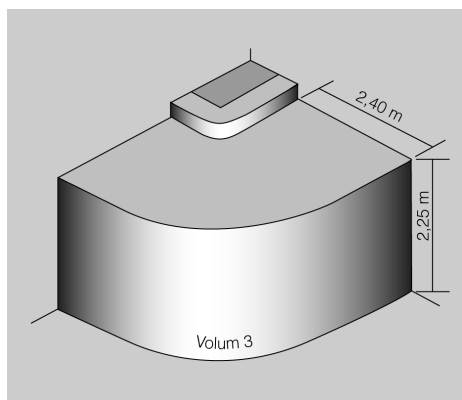
A més, quan l'alçada del sostre excedeixi els 2,25 m per sobre del terra, l'espai comprès entre el volum 1 i el sostre o fins a una alçada de 3 m per sobre del terra, sigui quin sigui el valor menor, es considera volum 2.

**Protecció IPX5**

Es tracta d'aquella que és capaç de protegir contra els rajos d'aigua, és a dir, l'aigua projectada amb l'ajuda d'un broc, en totes les direccions, sobre l'embolcall, no ha de tenir efectes perjudicials.

**Volum 3**

El volum 3 és limitat pel pla vertical límit exterior del volum 2 i el pla vertical paral·lel situat a una distància d'aquest de 2,4 m; i el terra i el pla horitzontal situats a 2,25 m per sobre del terra (figura 2.12).

**FIGURA 2.12.** Representació del volum 3**Protecció IPX4**

Es tracta d'aquella que és capaç de protegir contra les projeccions d'aigua, és a dir, l'aigua projectada en totes les direccions, sobre l'embolcall, no ha de tenir efectes perjudicials.

A més, quan l'alçada del sostre excedeixi els 2,25 m per sobre del terra, l'espai comprès entre el volum 2 i el sostre o fins a una alçada de 3 m per sobre del terra, sigui quin sigui el valor menor, es considera volum 3.

El volum 3 comprèn qualsevol espai per sota de la banyera o dutxa que sigui accessible només mitjançant l'ús d'una eina sempre que el tancament d'aquest volum garanteixi una protecció com a mínim IPX4. Aquesta classificació no és aplicable a l'espai situat per sota de les banyeres d'hidromassatge i cabines, ja que aquests espais estan considerats amb un grau de protecció IPX5 mínim.



## 2.4.2 Protecció per garantir la seguretat

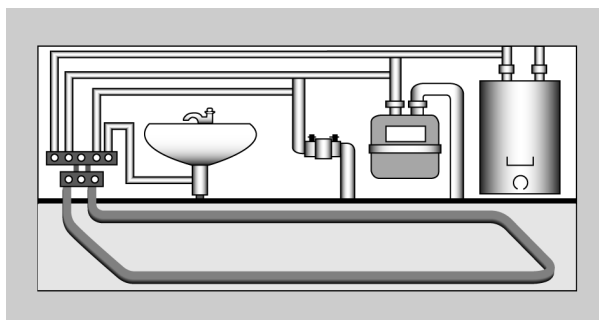
Quan es fa servir **MBTS** (molt baixa tensió de seguretat), sigui quina sigui la tensió assignada, la **protecció contra contactes directes** ha d'estar proporcionada per dues possibilitats:

- **Barreres o embolcalls** amb un grau de protecció mínim IP2X o IPXXB, d'acord amb la UNE 20.324.
- **Aïllament** capaç de suportar una tensió d'assaig de 500 V en valor eficaç en altern durant 1 minut.

Una **connexió equipotencial** (figura 2.13) local suplementària ha d'unir el conductor de protecció associat amb les parts conductores accessibles dels equips de classe I als volums 1, 2 i 3, incloses les preses de corrent i les parts conductores externes següents dels volums 0, 1, 2 i 3:

- **Canalitzacions metàl·liques** dels serveis de subministrament i **desguassos** (per exemple aigua, gas).
- **Canalitzacions metàl·liques de calefaccions centralitzades i sistemes d'aire condicionat**.
- **Parts metàl·liques accessibles de l'estructura de l'edifici**. Els marcs metàl·lics de portes, finestres i similars no es consideren parts externes accessibles, llevat que estiguin connectades a l'estructura metàl·lica de l'edifici.
- **Altres parts conductores externes**, per exemple, parts que són susceptibles de transferir tensions.

FIGURA 2.13. Connexió equipotencial



Aquests requisits no s'apliquen al volum 3, a recintes en què hi hagi una cabina de dutxa prefabricada amb els seus sistemes de drenatge, diferents d'un bany, per exemple d'un dormitori.

Les **banyeres i dutxes metàl·liques** s'han de considerar **parts conductores externes** susceptibles de transferir tensions, llevat que s'instal·lin de forma que

### Protecció IP2X

Es tracta d'aquella que és capaç de protegir contra els cossos sòlids de més de 12 mm, és a dir, cossos sòlids amb un diàmetre superior a 12 mm que puguin estar sota tensió.

### Protecció IPXXB

Es tracta d'aquella que l'embolcall impedeix l'accessibilitat a parts perilloses amb els dits o objectes anàlegs que no excedeixin una longitud de 80 mm. Prova efectuada amb un dit de 12 mm de diàmetre i 80 mm de longitud.

### Connexió equipotencial

Es tracta de la connexió elèctrica que posa al mateix potencial, o a potencials pràcticament iguals, les parts conductores accessibles i elements conductors.

### Equips o receptors de classe I

Són aquells previstos de connexió de terra i que s'han de connectar a la presa de terra de protecció, com a mesura de seguretat.

quedin aïllades de l'estructura i d'altres parts metàl·liques de l'edifici. Les banyeres i dutxes metàl·liques es poden considerar aïllades de l'edifici, si la resistència d'aïllament entre l'àrea dels banys i dutxes i l'estructura de l'edifici és com a mínim de **100 K $\Omega$** .

### 2.4.3 Mesura de la resistència d'aïllament de sòls i parets

La **resistència d'aïllament** es fa amb un **megaòhmmetre**, que mesura la resistència d'aïllament entre un elèctrode d'unes dimensions especificades que es recolza sobre el sòl o la paret per mesurar i el conductor de protecció de terra de la instal·lació.

Per obtenir un valor de la **resistència d'aïllament** fiable s'han de fer almenys tres mesures al mateix local, una de les quals se situa a l'elèctrode, aproximadament a 1 m d'un element conductor accessible al local. Les altres dues mesures s'han d'efectuar a distàncies superiors. Aquesta sèrie de tres mesuraments s'ha de repetir per a cada superfície important del local.

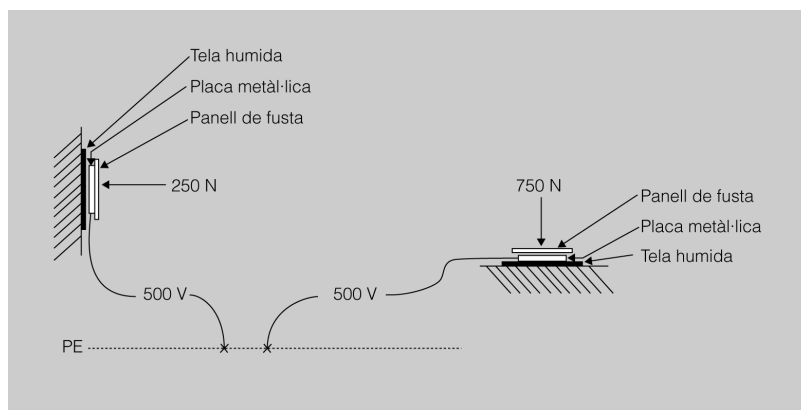


Mesurador d'aïllament de sòls i parets

S'ha d'utilitzar per a les mesures un **megaòhmmetre** capaç de subministrar en buit una tensió d'uns 500 volts de corrent continu (1.000 volts, si la tensió nominal de la instal·lació és superior a 500 volts).

Es poden utilitzar **dos elèctrodes de mesura** (el tipus 1 o el tipus 2), encara que és recomanable utilitzar-ne el tipus 1.

- L'elèctrode de mesura **tipus 1** és constituït per una placa metàl·lica quadrada de 250 mm de costat i un paper o tela hidròfila mullada i escorreguda d'uns 270 mm de costat que es col·loca entre la placa i la superfície per assajar. Durant els mesuraments s'aplica a la placa una força de 750 N o 250 N, segons es tracti de sòl o parets.
- L'elèctrode de mesura de **tipus 2** és constituït per un triangle metàl·lic, en què els punts de contacte amb el sòl o paret es col·loquen a prop dels vèrtexs d'un triangle equilàter. Cadascuna de les peces de contacte que el sosté està formada per una base flexible que garanteix, quan està sota l'esforç indicat, un contacte íntim, amb la superfície per assajar, d'aproximadament 900 mm<sup>2</sup>, presentant una resistència inferior a 5.000  $\Omega$ . En aquest cas, abans d'efectuar les mesures, la superfície per assajar es mulla o es cobreix amb una tela humida. Durant el mesurament, s'aplica sobre el triangle metàl·lic una força de 750 N o 250 N, segons es tracti de sòls o parets (figura 2.14).

**FIGURA 2.14.** Mesurament de la resistència d'aïllament de sòls o parets

## 2.4.4 Elecció i instal·lació de materials elèctrics

A l'hora de fer la instal·lació elèctrica s'ha de tenir en compte l'equip que cal instal·lar i la seva norma UNE corresponent (taula 2.17).

**TAULA 2.17.** Producte i la seva norma d'aplicació

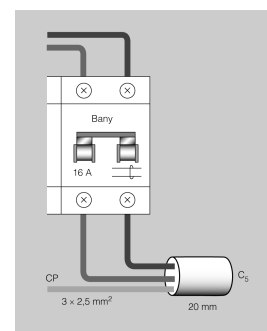
Producte	Norma d'aplicació
Transformadors de separació de circuits i transformadors de seguretat	UNE-EN 60742
Transformadors i unitats d'alimentació per a màquines d'afaitar	UNE-EN 61558-2-5
Bases de presa de corrent (fixes i mòbils) per a ús domèstic o anàleg	UNE 20315
Caixes d'empalmament i/o derivació	UNE 20451
Interruptors per a instal·lacions elèctriques fixes domèstiques i anàlogues	UNE-EN 60669-1

En el volum 3, la norma UNE 20460-7-701 estableix que el grau de protecció mínim per a l'equip elèctric serà IPX1.

En l'espai existent sota banyeres o dutxes que sigui accessible només mitjançant l'ús d'una eina, el grau de protecció de l'equip elèctric serà IPX4.

Els blocs d'alimentació d'afaitadores d'acord amb la UNE-EN 60742 o UNE-EN 61558-2-5 instal·lats en el volum 2 han de presentar un grau de protecció mínim IPX1 i, per tant, no se'ls aplica el requisit general d'IPX4.

Les caixes de connexió s'hauran d'instal·lar fora dels volums 0, 1 i 2, d'acord amb la norma UNE 20460-7-701 (taula 2.18).

**C5.** Protecció per a endolls de bany i cuina

### Protecció IPX1

Es tracta d'aquella que és capaç de protegir contra la caiguda vertical de gotes d'aigua, és a dir, la caiguda vertical de gotes d'aigua no ha de tenir efectes perjudicials.

### Protecció IPX4

Es tracta d'aquella que és capaç de protegir contra les projeccions d'aigua, és a dir, l'aigua projectada en totes les direccions, sobre l'embolcall, no ha de tenir efectes perjudicials.

**TAULA 2.18.** Característiques de cada volum

	<b>Grau de protecció</b>	<b>Cablatge</b>	<b>Mecanismes (2)</b>	<b>Altres aparells fixos (3)</b>
<b>Volum 0</b>	IPX7	Limitat al necessari per alimentar els aparells elèctrics fixos situats en aquest volum.	No està permesa la seva instal·lació.	Aparells que únicament poden ser instal·lats en el volum 0 i han de ser adequats a les condicions d'aquest volum.
<b>Volum 1</b>	IPX4 IPX2, per sobre del nivell més alt d'un difusor fix. IPX5, en equip elèctric de banyeres d'hidromassatge i als banys comuns en els quals es puguin produir dolls d'aigua durant la seva neteja. (1)	Limitat al necessari per alimentar els aparells elèctrics fixos situats en els volums 0 i 1.	No està permesa la seva instal·lació, amb l'excepció d'interruptors de circuits MBTS alimentats a una tensió nominal de 12 V de valor eficaç en altern o de 30 V en continu, en què la font d'alimentació és instal·lada fora dels volums 0, 1 i 2.	Aparells alimentats a MBTS no superior a 12 V ca o 30 V cc Escalfadors d'aigua, bombes de dutxa i equip elèctric per a banyeres d'hidromassatge que compleixin la seva norma aplicable, si la seva alimentació és protegida addicionalment per un dispositiu de protecció de corrent diferencial de valor no superior als 30 mA, segons la norma UNE 20460-4-41.
<b>Volum 2</b>	IPX4 IPX2, per sobre del nivell més alt d'un difusor fix. IPX5, als banys comuns en els quals es puguin produir dolls d'aigua durant la seva neteja. (1)	Limitat al necessari per alimentar els aparells elèctrics fixos situats en els volums 0, 1 i 2, i la part del volum 3 situada per sota la banyera o dutxa.	No està permesa la seva instal·lació, amb l'excepció d'interruptors o bases de circuits MBTS la font d'alimentació dels quals és instal·lada fora dels volums 0, 1 i 2. Es permeten també la instal·lació de blocs d'alimentació de màquines d'afaitar que compleixin la UNE-EN 60472 o UNE-EN 61558-2-5.	Tots els permesos per al volum 1. Llums, ventiladors, calefactores i unitats mòbils per a banyeres d'hidromassatge que compleixin la seva norma aplicable, si la seva alimentació és protegida addicionalment per un dispositiu de protecció de corrent diferencial de valor no superior als 30 mA, segons la norma UNE 20460-4-41.
<b>Volum 3</b>	IPX5, als banys comuns, quan es puguin produir dolls d'aigua durant la seva neteja.	Limitat al necessari per alimentar els aparells elèctrics fixos situats en els volums 0, 1, 2 i 3.	Es permeten les bases només si són protegides o bé per un transformador d'aïllament, o per MBTS, o per un interruptor automàtic de l'alimentació amb un dispositiu de protecció per corrent diferencial de valor no superior als 30 mA, tots ells segons els requisits de la norma UNE 20460-4-41.	Es permeten els aparells només si són protegits o bé per un transformador d'aïllament, o per MBTS, o per un dispositiu de protecció de corrent diferencial de valor no superior als 30 mA, tots ells segons els requisits de la norma UNE 20460-4-41.

(1) Els banys comuns comprenen els banys que es troben en escoles, fàbriques, centres esportius, etc. i inclouen tots els utilitzats pel públic en general. (2) Els cordons aïllants d'interruptors de tirador són permesos en els volums 1 i 2, sempre que compleixin els requisits de la norma UNE-EN 60669-1. (3) Els calefactores de baix sol es poden instal·lar sota qualsevol volum sempre que sota aquests volums estiguin coberts per una malla metàl·lica connectada a terra o per una coberta metàl·lica connectada a una connexió equipotencial local suplementària.

## 2.4.5 Instal·lacions especials

Hi ha uns requisits particulars per a **instal·lacions especials**, com banyeres d'hidromassatge, cabines de dutxa amb circuits elèctrics i aparells anàlegs.

El fet que en aquests aparells coexisteixi, als espais compresos entre la banyera i el terra i les parets i el sostre de les cabines i les parets i els sostres del local on s'instal·len, equip elèctric tant de baixa tensió com de molt baixa tensió de

seguretat (MBTS) amb canonades o dipòsits d'aigua o altres líquids, fa necessari que es requereixin condicions especials d'instal·lació.

En general, qualsevol equip elèctric, electrònic, telefònic o de telecomunicació incorporat a la cabina o banyera, inclosos els alimentats en MBTS, han de complir els requisits de la norma UNE-EN 60.335-2-60.

La **connexió de les banyeres i cabines** s'ha d'efectuar amb cable amb coberta de característiques no menors que el de designació **H05W-F** o mitjançant cable sota tub aïllant amb conductors aïllats de tensió assignada 450- 750 V. S'ha de garantir que, una vegada instal·lat el cable o tub a la caixa de connexions de la banyera o cabina, el grau de protecció mínim que s'obté sigui IPX5.

Els cables i conductors unipolars aïllats comunament utilitzats corresponen als tipus de la taula 2.19.

**TAULA 2.19.** Característiques dels cables

Tipus de Cable	Característiques	Norma d'aplicació
H05VV-F	Cable de tensió assignada 300-500V, amb conductor de coure classe 5 (-F) i amb aïllament i coberta de policlorur de vinil (VV)	UNE 21.031-5
H07V-O	Conductor aïllat unipolar de tensió assignada 450-750V, amb conductor de coure de classe 1 (-U) i aïllament de policlorur de vinil (V)	UNE 21.031-3
H07V-R	Conductor aïllat unipolar de tensió assignada 450-750V, amb conductor de coure de classe 2 (-R) i aïllament de policlorur de vinil (V)	UNE 21.031-3
H07V-K	Conductor aïllat unipolar de tensió assignada 450-750V, amb conductor de coure de classe 5 (-K) i aïllament de policlorur de vinil (V)	UNE 21.031-3



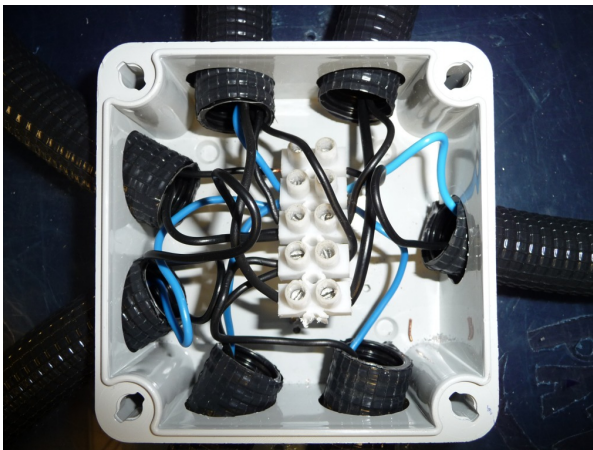
Cable amb coberta H05W-F

**Segons la norma UNE 21.022, que especifica les característiques constructives i elèctriques de les diferents classes de conductor:**

- classe 1: conductor rígid d'un sol filferro (símbol -U)
- classe 2: conductor rígid de diversos filferros cablejats (símbol -R)
- classe 5: conductor flexible de diversos filferros fins
  - no apte per a usos mòbils (símbol -K)
  - apte per a usos mòbils (símbol -F)

Totes les **caixes de connexió** (com la de la figura 2.15) localitzades en parets i al terra del local sota la banyera o el plat de dutxa, o a les parets o els sostres del local, situades darrere de parets o sostres d'una cabina per on recorren tubs o dipòsits d'aigua, vapor o altres líquids, han de garantir, juntament amb la seva unió als cables o tubs de la instal·lació elèctrica, un grau de protecció mínim **IPX5**. Per obrir-les cal que sigui necessari l'ús d'una eina.

**FIGURA 2.15.** Caixa de connexió

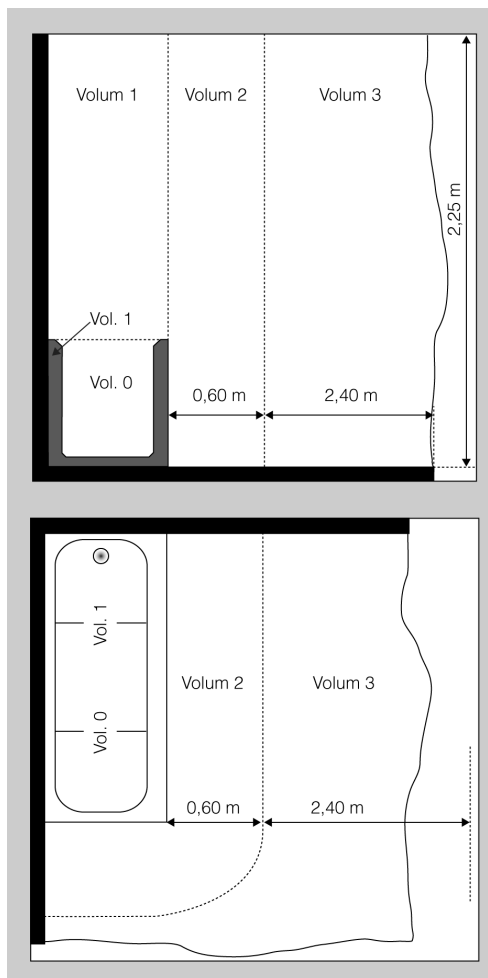


Grau de protecció IPX5  
 protegeix contra dolls  
 d'aigua en totes les  
 direccions.

No s'admeten empalmaments als cables i les canalitzacions que discorren pels volums determinats per les superfícies esmentades excepte si es duen a terme amb caixes que compleixin el requisit anterior.

### 2.4.6 Figures de la classificació dels volums

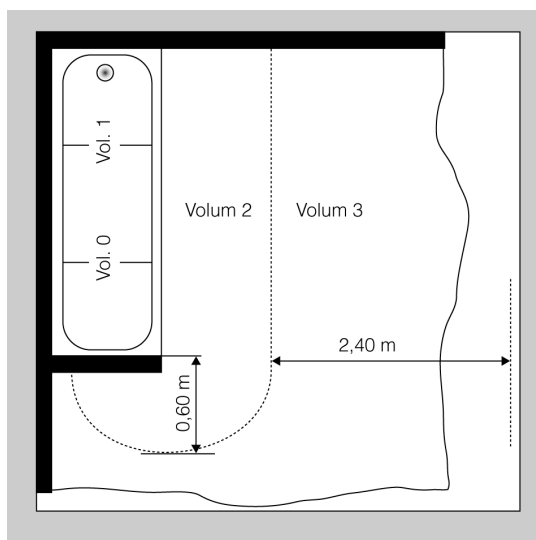
**FIGURA 2.16.** Volums d'una banyera



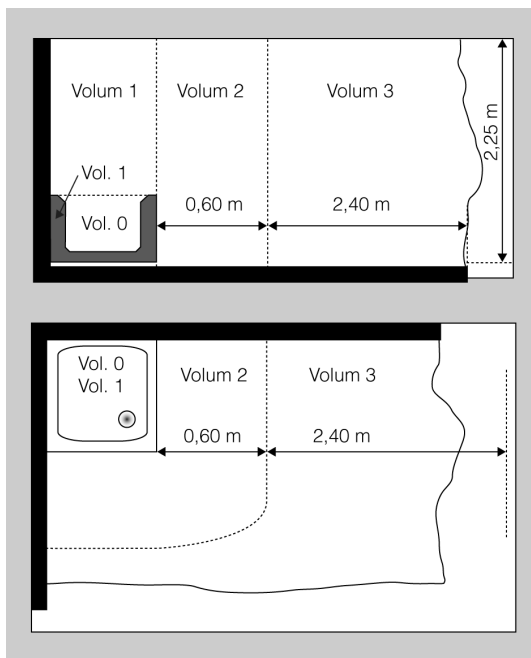
Es representen figures explicatives per classificar els volums (figura 2.16, figura 2.17, figura 2.18, figura 2.19, figura 2.20, figura 2.21 i figura 2.22), tenint en compte la influència de les parets i del tipus de bany o dutxa. Els falsos sostres i les mampares no es consideren barreres per a la separació de volums.

- Volum 1 si aquest espai és accessible sense l'ús d'una eina o el tancament no garanteix una protecció mínima IPX4.
- Volum 3 si aquest espai és accessible només mitjançant una eina o el tancament garanteix una protecció mínima IPX4.
- Volum 1 si aquest espai és accessible sense l'ús d'una eina o el tancament no garanteix una protecció mínima IPX4.
- Volum 3 si aquest espai és accessible només mitjançant una eina o el tancament garanteix una protecció mínima IPX4.

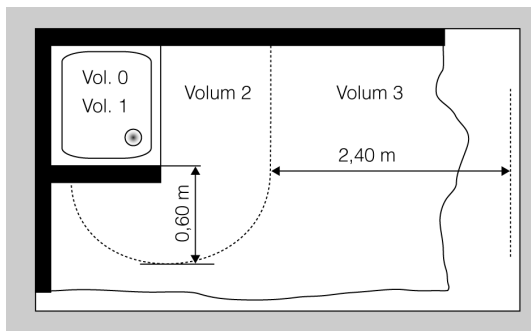
**FIGURA 2.17.** Volums d'una banyera amb paret fixa



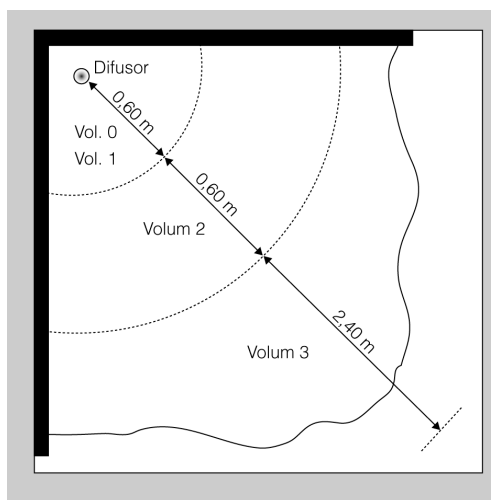
**FIGURA 2.18.** Volums d'una dutxa



**FIGURA 2.19.** Volums d'una dutxa amb paret fixa

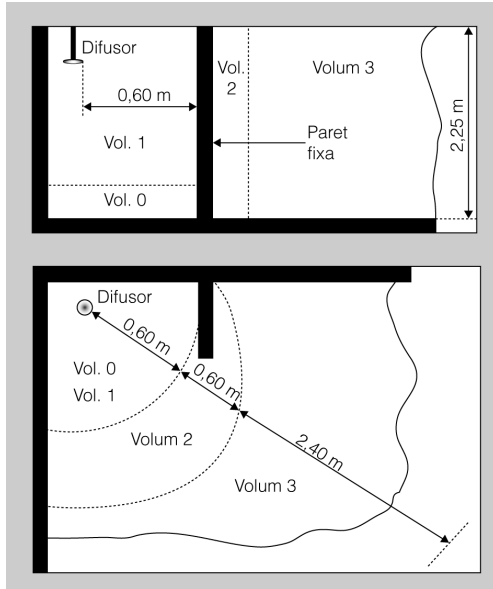


**FIGURA 2.20.** Volums d'una dutxa sense plat

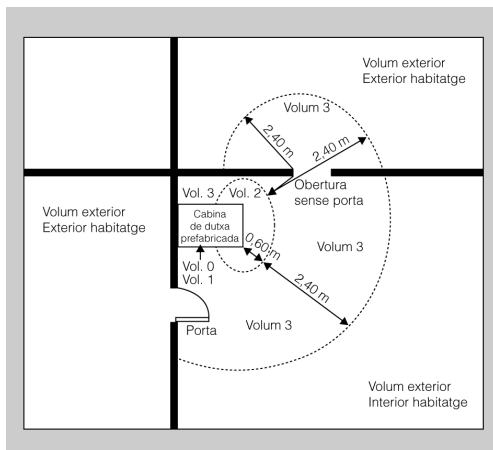




**FIGURA 2.21.** Volums d'una dutxa sense plat però amb paret fixa i difusor fix



**FIGURA 2.22.** Volums d'una cabina de dutxa prefabricada





### 3. Manteniment i posada en servei d'una instal·lació d'un habitatge

Per posar en servei les instal·lacions, el titular de la instal·lació ha de sol·licitar el subministrament d'energia a l'empresa subministradora mitjançant el lliurament del corresponent exemplar del certificat de la instal·lació.

L'empresa subministradora pot realitzar, a càrrec seu, les verificacions que consideri oportunes, pel que fa al compliment de les prescripcions d'aquest Reglament.

És feina de l'instal·lador fer les diferents verificacions i assajos que corresponguin per tal d'assegurar tant el bon funcionament de la instal·lació com la seva seguretat. També cal fer les feines que calguin per assegurar-ne el manteniment i el bon funcionament.

#### 3.1 Manteniment i posada en servei

Un cop feta una instal·lació elèctrica és de vital importància que tot funcioni correctament abans de posar-la en marxa. Per tant, s'ha de fer una verificació que implica una responsabilitat afegida al disseny i construcció de la instal·lació. De caràcter obligatori, aquesta verificació es basa en la comprovació de la seguretat elèctrica de la instal·lació mitjançant verificacions visuals, assajos i mesures amb diferents instruments.

Per posar en servei les instal·lacions, el titular de la instal·lació ha de sol·licitar el subministrament d'energia a l'empresa subministradora mitjançant el lliurament de l'exemplar corresponent del certificat de la instal·lació.

L'empresa subministradora pot fer, a càrrec seu, les verificacions que consideri oportunes, pel que fa al compliment de les prescripcions d'aquest Reglament.

Precisament en l'article 18 del REBT es recull que: "La instal·lació l'haurà de verificar l'instal·lador, amb la supervisió del director d'obra, si s'escau, per tal de comprovar-ne l'execució correcta i el funcionament segur".

Segons el nou REBT, l'instal·lador és, a tots els efectes, el màxim responsable de l'execució i verificació de la instal·lació. A més, i segons la ITC-BT-05 p. 4.1., determinades instal·lacions seran objecte d'inspecció per part d'un "organisme de control autoritzat" abans de ser documentades davant l'òrgan competent de la comunitat autònoma i per tal d'assegurar, en la mesura del possible, el compliment reglamentari d'aquestes instal·lacions. En la pràctica aquestes inspeccions estaran basades, entre altres tasques, en una verificació semblant a la que ha de fer l'instal·lador autoritzat, i en funció del seu resultat i dels criteris per a la classificació de defectes d'aquesta inspecció, l'organisme oficial emetrà un certificat.

#### Verificació i inspecció

La diferència entre verificació i inspecció està principalment en l'agent encarregat de fer-la. La verificació la fa l'empresa instal·ladora per a la posada en marxa o per a la revisió anual d'una instal·lació. Mentre que la inspecció la fa un organisme de control o l'administració pública de la comunitat autònoma.

Per tot això és important per a l'instal·lador autoritzat conèixer i dominar les proves que s'han de dur a terme reglamentàriament per comprovar la conformitat de la instal·lació.

De manera general, la verificació inicial de les instal·lacions elèctriques comprèn dues fases diferents: una primera, anomenada **verificacions per examen**, que es fa sense tensió a la instal·lació, i consisteix en una inspecció visual que es fa abans dels assajos, i una segona, amb i sense tensió en la instal·lació, que es du a terme mitjançant assajos i mesures, anomenada **assajos**.

### 3.1.1 Verificacions per examen

La finalitat d'aquesta "revisió" de la instal·lació és la de comprovar visualment que el material elèctric instal·lat compleix "les prescripcions de seguretat de les normes aplicables, s'ha seleccionat i instal·lat correctament (segons la norma UNE 20460 i les especificacions del fabricant) i, en general, no presenta cap dany apreciable que pugui afectar la seguretat".

L'aplicació afecta la totalitat de la instal·lació i, segons diu literalment la norma, ha de comprendre en la mesura que sigui aplicable, almenys la verificació de les condicions següents:

- L'existència de mesures de protecció contra els xocs elèctrics, incloent-hi les mesures de distàncies, per exemple, pel que fa a la protecció de barreres o envoltants, per obstacle o per allunyament.
- La presència de barreres tallafocs i altres disposicions que impedeixin la propagació de foc i proteccions contra efectes tèrmics.
- La utilització de cables per a les intensitats màximes previstes i per a les caigudes de tensió admissibles.
- L'existència i calibratge dels dispositius de protecció i senyalització.
- L'existència de dispositius adequats de seccionament i comandament connectats correctament.
- La utilització de materials i mesures de protecció apropiats a les influències externes.
- La identificació de conductors de neutre i protecció.
- L'existència i disponibilitat d'esquemes, advertències i informacions anàlogues.
- La identificació de circuits, fusibles, interruptors, borns, etc.
- L'execució correcta de les connexions dels conductors.
- L'accessibilitat per comoditat de funcionament i manteniment.

### 3.1.2 Assajos

Un cop feta la verificació per examen es fan els assajos, i per a això s'empren els instruments de mesura exigits a l'instal·lador autoritzat en la ITC-BT-03 del REBT de 2002.

La norma UNE 20460 defineix una sèrie d'assajos, alguns dels quals no s'apliquen a una instal·lació elèctrica d'un edifici d'habitatges. Els que sí que corresponen són, amb l'ordre següent d'execució:

1. Continuitat dels conductors de protecció i de les unions equipotencials principals i suplementàries.
2. Resistència d'aïllament de la instal·lació elèctrica.
3. Protecció per separació de circuits MBTS (molt baixa tensió de seguretat) i MBTP (molt baixa tensió de protecció) i en el cas de protecció per separació elèctrica.
4. Mesura de la resistència de posada a terra (ITC-BT-18).
5. Assajos de polaritat.
6. Mesura de la resistència de bucle (ITC-BT-24).
7. Comprovació dels interruptors diferencials (ITC-BT-24).
8. Mesura de corrents de fuites (ITC-BT-19, ITC-BT-24).
9. Assajos funcionals.

Per fer cadascun d'aquests assajos hi ha diferents equips al mercat, i també hi ha equips multifunció que en un sol aparell poden fer totes aquestes mesures. Aquest ampli ventall de possibilitats fa que tant les connexions com els diferents passos que cal seguir siguin molt grans, de manera que descriurem aquí una metodologia genèrica, però que en funció de l'aparell que s'utilitzi pot variar.

#### Continuïtat

Els circuits per assajar han d'estar lliures de tensió. La finalitat de la prova és garantir que no s'han produït desperfectes o talls en el cablatge durant la instal·lació, ja sigui sobre els conductors actius o en els conductors de protecció.

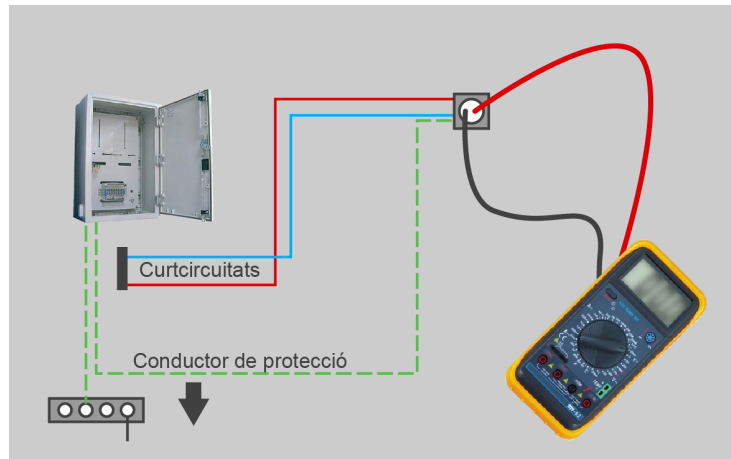
Per a això es fa una mesura de continuïtat, utilitzant un instrument que disposi d'una font interna de tensió de 4 V a 24 V en buit en CC o CA i amb una intensitat mínima d'assaig de 200 mA.

Si bé comprovar la continuïtat d'un cable no instal·lat és una tasca sense cap dificultat en tenir accessibles tots dos extrems del cable, en el cas del cable instal·lat els extrems dels conductors fan que s'hagi de recórrer necessàriament

a l'assaig dels conductors units entre si (de dos en dos) i determinar, per exemple, conjuntament la continuïtat del cable de neutre i fase en la mateixa mesura.

A la figura 3.1 es pot observar la mesura de continuïtat, des d'una presa de corrent, dels conductors de neutre i fase en una mateixa mesura. Tenint en compte que la longitud dels cables i el material amb què estan construïts són similars, el valor de continuïtat resultant serà la meitat del valor mesurat sobre tots dos. La mesura es pot efectuar des del quadre elèctric (curtcircuits en les preses de corrent) o des de les preses de corrent (curtcircuit en el quadre elèctric).

**FIGURA 3.1.** Mesura de continuïtat



A la secció dels annexos trobareu un document amb totes les especificacions tècniques d'un equip multifunció del mercat, i una presentació d'un altre equip amb la manera d'operar per fer cada mesura.

En el nou REBT no es defineixen, per a instal·lacions d'habitatges, valors concrets mínims de continuïtat per als conductors actius, de protecció o d'unions equipotencials. En general, és convenient conèixer la longitud del cable assajat, el material i la secció (tot declarat pel fabricant), perquè a partir d'aquestes especificacions es pot determinar un valor adequat de la resistència que ha de tenir una determinada longitud de cable. En general, la discontinuïtat d'un cable implica valors de resistència elevats (superiors a  $1\text{ M}\Omega$ ) mentre que petits valors de resistències ( $1\ \Omega$  o  $2\ \Omega$ ) són indicatius d'una bona continuïtat.

### Resistència d'aïllament

Els circuits per assajar han d'estar lliures de tensió. La mesura de la resistència d'aïllament de la instal·lació elèctrica té com a finalitat comprovar la integritat dels conductors i els seus aïllants.

La verificació ajuda a excloure la possibilitat d'un curtcircuit o d'una derivació a terra que representi un perill mortal (per descàrrega elèctrica), o per a la instal·lació mateixa (incendi d'origen elèctric).

Per mesurar-ho s'utilitzen mesuradors d'aïllament amb capacitat de proporcionar una tensió d'assaig de fins a  $1.000\text{ V}$  i un corrent d' $1\text{ mA}$ . La mesura es fa un cop instal·lats tots els conductors de la instal·lació (tant els actius com els de protecció) i abans de connectar-los a la tensió d'alimentació, i es porta a terme aplicant a aquests conductors una tensió contínua de prova, segons indica la taula 3.1:

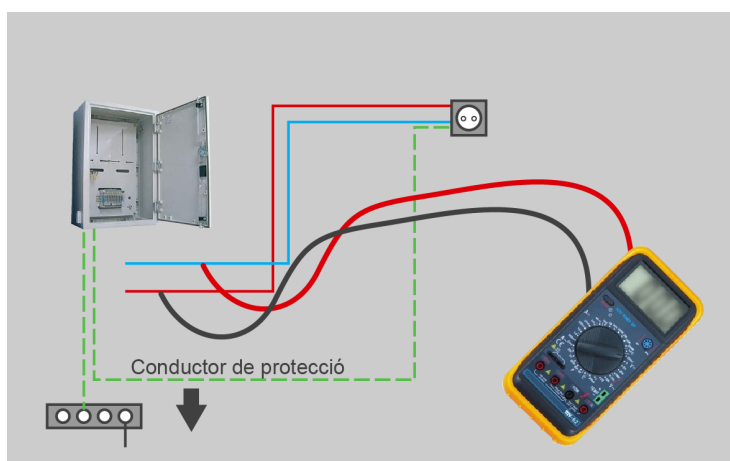
**TAULA 3.1.** Mesura de la resistència d'aïllament

Tensió nominal de la instal·lació	Tensió d'assaig amb tensió contínua	Resistència d'aïllament (M $\Omega$ )
Molt baixa tensió de seguretat (MBTS) Molt baixa tensió de protecció (MBTP)	250	$\geq 0,25$
Inferior o igual a 500 V, excepte el cas anterior	500	$\geq 0,5$
Superior a 500 V	1.000 V	$\geq 1,0$

Per a instal·lacions amb MBTS i MBTP, caldrà tenir en compte, a més, les prescripcions de la ITC-BT-36.

Es pot dur a terme de la manera següent:

- Entre conductors actius (units entre si) i el conductor de protecció: la mesura es farà connectant al conductor de protecció el pol positiu del mesurador d'aïllament i, d'altra banda, tots els conductors de fase i neutre es connectaran entre si i al pol negatiu del mesurador d'aïllament. S'hauran de deixar (si n'hi ha) els receptors connectats i els seus comandaments en posició d'aturada, assegurant que no hi ha manca de continuïtat elèctrica a la part de la instal·lació que es verifica. Al seu torn, els dispositius d'interrupció intercalats (per exemple, diferencials), es posaran en posició de tancat i els tallacircuits instal·lats (per exemple, fusibles) en situació normal de servei.
- Entre conductors actius (figura 3.2): la mesura entre conductors actius s'efectuarà successivament entre els conductors de fase i neutre presos de dos en dos.

**FIGURA 3.2.** Mesura de la resistència d'aïllament entre conductors actius

El REBT, en la ITC-BT-19, defineix aquesta mesura d'aïllament per a instal·lacions en les quals el conjunt de les canalitzacions i qualsevol nombre de conductors que la componen no excedeixin els 100 m. Quan aquesta longitud excedeixi del valor citat anteriorment s'haurà de fraccionar la instal·lació en parts

d'aproximadament 100 m de longitud, ja sigui per seccionament, desconexió, retirada de fusibles o obertura d'interruptors. Cadascuna de les parts en què la instal·lació hagi estat fraccionada haurà de presentar la resistència d'aïllament que correspongui.

Quan no sigui possible efectuar el seccionament citat, s'admet que el valor de la resistència d'aïllament de tota la instal·lació sigui, en relació amb el mínim que li correspongui, inversament proporcional a la longitud total, en hectòmetres de les canalitzacions. El valor mínim admissible serà l'indicat a la taula dividit per la longitud total (expressada en hectòmetres) de les canalitzacions. Les instal·lacions hauran de presentar una resistència d'aïllament almenys igual que els valors indicats en la taula anterior. Per seguretat i conveniència en la mesura és aconsellable que l'instrument de mesura disposi d'una funció de descàrrega automàtica del circuit en acabar cada assaig.

### **Protecció per separació de circuits MBTS i MBTP i en el cas de protecció per separació elèctrica**

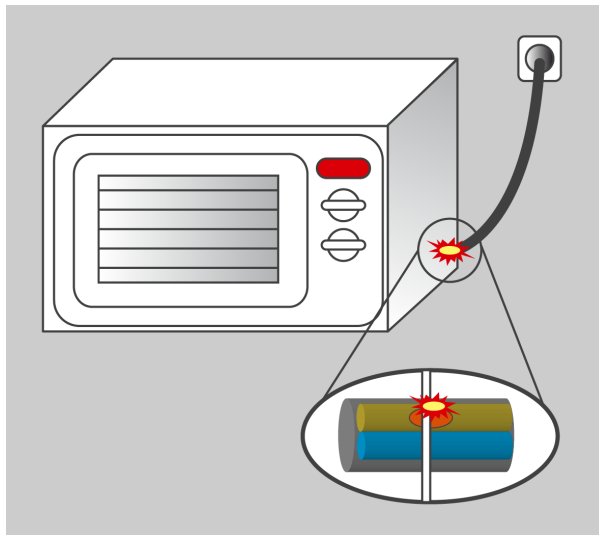
En aquest tipus de circuits s'utilitzen petites tensions d'alimentació quan es pretén evitar el risc d'un xoc elèctric, originat tant per contacte directe amb l'alimentació com per contacte indirecte. La condició perquè resulti eficaç aquest mètode d'alimentació és que la instal·lació es trobi galvànica i separada de la xarxa d'alimentació.

La prova consisteix en la verificació de la separació de circuits (típicament mitjançant transformador separador o grup motogenerador), fent ús d'un mesurador d'aïllament. Les tensions nominals d'assaig i els valors corresponents de resistència d'aïllament estan definits a la taula 3 de la ITC-19.

### **Mesura de la resistència de posada a terra**

Els circuits per assajar han d'estar lliures de tensió. La posada a terra d'una instal·lació elèctrica és la connexió elèctrica directa a terra, sense fusibles ni cap protecció, de totes les masses metàl·liques accessibles de la instal·lació: panells metàl·lics dels electrodomèstics, aixetes, part metàl·lica dels llums, etc. Per això, s'uneixen elèctricament aquestes masses a un elèctrode, o grups d'elèctrodes, que s'enterren a terra. Una bona posada a terra ha de permetre el pas franc (sense cap tipus de resistència) a terra dels corrents de defecte (deguts a errors d'aïllament dels elements sota tensió, vegeu la figura 3.3) i de les descàrregues d'origen atmosfèric. Precisament l'objectiu de la posada a terra és limitar la tensió que, en cas de defecte, pugui aparèixer en aquelles masses conductores accessibles de la instal·lació, i també assegurar l'actuació eficient de les proteccions davant contactes indirectes per tall automàtic de l'alimentació. Aquesta tensió es coneix com a *tensió de contacte*, i està limitada a 24 V en locals o emplaçaments conductors i, en general, a 50 V en els altres casos.



**FIGURA 3.3.** Risc de contacte indirecte per fallada d'aïllament

La mesura de la resistència de terra es fa amb un tel·luròmetre. Els equips multifunció de mesures de verificacions d'instal·lacions acostumen a incloure aquesta funció.

La mesura de resistència de terres és, amb aquests equips multifunció, totalment automàtica i no requereix més que la selecció d'aquesta funció al menú. Aquests tipus d'instruments injecten en la presa de terra de la instal·lació una intensitat de corrent altern conegut, i mesura la tensió resultant en borns de l'elèctrode sota prova. El quocient entre la tensió mesura i el corrent injectat proporciona el valor de la resistència de posada a terra, RE.

Per dur a terme la mesura primer cal desconnectar provisionalment la presa de terra de la instal·lació del born principal de terra. A continuació es claven en el terreny les piques auxiliars del tel·luròmetre PA1 i PA2. Els tres elèctrodes han de quedar alineats i separats entre si la distància que recomani el fabricant de l'aparell (aproximadament uns 10 m). La posició dels dos elèctrodes auxiliars és determinant per efectuar una mesura de resistència de presa de terra precisa.

És convenient fer 3 mesures, per assegurar que la pica auxiliar 2 de mesura de tensió està fora de les zones d'influència dels altres dos elèctrodes (vegeu la figura 3.4), aproximant i allunyant l'elèctrode auxiliar central de la seva posició intermèdia, i verificant en cada desplaçament que el valor de resistència mesurat no varia significativament. En cas contrari, s'ha d'augmentar la distància entre les piques auxiliars i repetir la mesura.

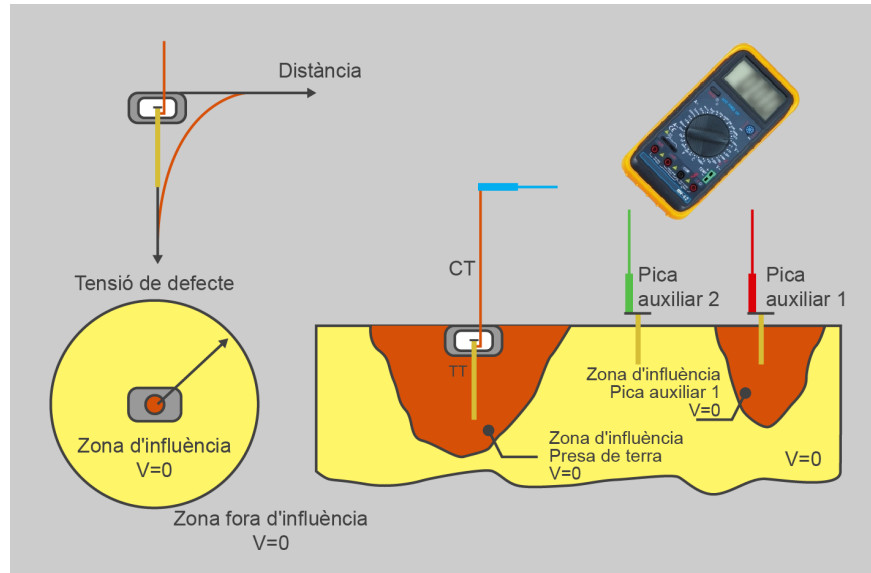
Tal com expressa el REBT 2002 en la ITC-BT-18, el valor de resistència de terra serà tal que qualsevol massa no pugui donar lloc a tensions de contacte superiors a 24 V i 50 V. Si les condicions de la instal·lació són tals que poden donar lloc a tensions de contacte superiors als valors assenyalats anteriorment, caldrà eliminar ràpidament la falta mitjançant dispositius de tall adequats al corrent de servei. Tenint en compte que en la instal·lació elèctrica s'empra com a dispositiu de tall un interruptor diferencial amb una sensibilitat nominal  $I_n = 30$  mA, el valor reglamentari màxim de la resistència de terra serà de  $1.666 \Omega$  per a tensions de contacte de 50 V i de  $800 \Omega$  per a tensions de contacte de 24 V.

### Mesurar la resistència

La mesura de la resistència de posada a terra és imprescindible perquè, en el cas d'una fallada en l'aïllament d'un aparell o de la descàrrega d'un llamp, es faci correctament la derivació al terra. Aquesta revisió s'ha de fer periòdicament, ja que hi ha terrenys abrasius amb les piquetes o elèctrodes. L'època de l'any ideal per fer la mesura és a l'estiu, quan el terreny està més sec i, per tant, té més resistència.

No obstant això, per facilitar la desconexió ràpida de l'interruptor diferencial i assegurar una baixa tensió de defecte a les masses abans que aquesta desconexió es produeixi, és convenient "deixar" el valor de la resistència de terra molt per sota d'aquest valor. Cal saber que aquest valor pot ser variable en funció del temps, la corrosió de les piques, la temperatura, humitat, etc., i tant les companyies com els organismes oficials el solen limitar a valors molt més baixos, de vegades a  $15 \Omega$  i  $37 \Omega$ , depenent de si la instal·lació disposa de parallamps o no, respectivament.

**FIGURA 3.4.** Mesura de la resistència de posada a terra



A més, cal considerar altres prescripcions complementàries que s'hagin de complir en la instal·lació que puguin afectar el valor d'aquesta resistència.

### Assaig de polaritat

Quan les normes prohibeixin la instal·lació de dispositius de tall unipolars sobre el conductor de neutre, s'ha de fer un assaig de polaritat per verificar que aquests dispositius són instal·lats únicament en el conductor de fase.

L'assaig consisteix en la comprovació, per exemple amb un detector de tensió, que els interruptors unipolars estan correctament connectats, és a dir, en el conductor de fase. D'aquesta manera, pot garantir que estant l'interruptor obert no hi ha potencial a les preses d'il·luminació o corrent sobre les quals actuï aquest element de tall.

Per motius de seguretat és recomanable fer aquesta prova amb un detector de tensió fet amb les parts accessibles amb materials no conductors.

### Mesura de la resistència de bucle

La mesura d'impedància de bucle està estretament relacionada amb la verificació de les proteccions davant els contactes indirectes en les instal·lacions elèctriques. Els contactes indirectes són aquells que tenen lloc a través d'una massa conductora accessible que, per exemple per un defecte d'aïllament, ha quedat sotmesa a tensió.

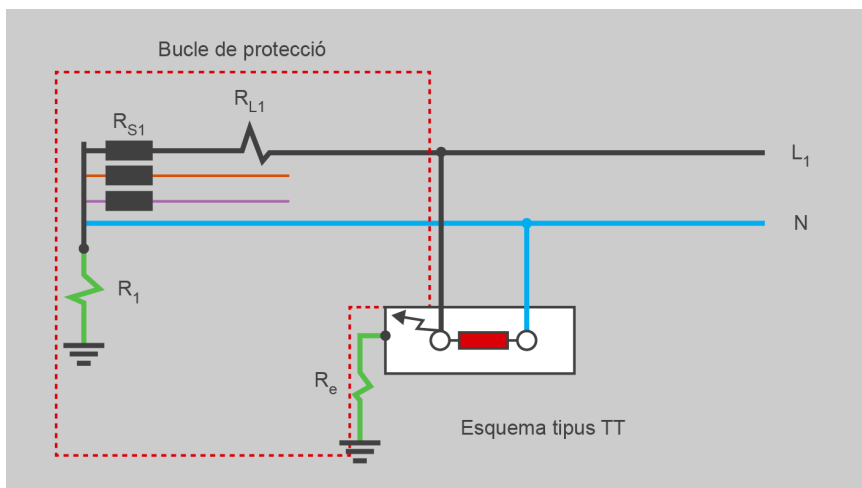
Els sistemes de protecció de la instal·lació han de separar automàticament de l'alimentació el circuit o el material protegit davant els contactes indirectes. Es tracta d'evitar que, després d'un defecte entre una part activa i massa en el circuit o en el material, es mantingui una tensió de contacte superior als valors de les tensions de contacte límit durant un temps suficient per provocar un xoc elèctric.

Segons el REBT, el valor límit convencional de la tensió de contacte suposada UL en els sistemes de protecció per tall automàtic de l'alimentació és:

- De 24 V en local o emplaçament conductor.
- De 50 V en els altres casos (mentre no s'especifiqui un altre valor.; per exemple, 12 V als volums 0 i 1 de les piscines, etc.).

El circuit elèctric definit pel bucle de protecció depèn del tipus de posada a terra de la instal·lació, i poden ser a terra (sistemes TT i IT) o al neutre (sistemes TN-C i TN-S). En el cas d'instal·lacions en habitatges i edificis acostumen a ser una instal·lació TT. En aquest cas dels sistemes, la mesura de la impedància de bucle és una alternativa còmoda i ràpida per a la mesura de la resistència de la presa de terra.

FIGURA 3.5. Esquema tipus TT



En aquests sistemes, el valor de la resistència del bucle de protecció (anomenat llavors *bucle de terra*) és, tal com s'aprecia en la figura 3.5:

$$R_B = R_e + R_t + R_{S1} + R_{L1}$$

a on:

- $R_e$  és la resistència de terra de la instal·lació.
- $R_t$  és la resistència de terra del transformador (típicament, de 2-5  $\Omega$ ).
- $R_{S1}$ , és la resistència del bobinat d'una fase del secundari del transformador.
- $R_{L1}$ , és la resistència del conductor de fase L1 al llarg de tota la seva extensió, des del secundari del transformador fins al receptor.

Com, generalment,  $R_e$  és molt més gran que  $R_t + R_{SI} + R_{LI}$ , es pot utilitzar l'aproximació  $R_B \approx R_e$ . A més a més, com la resistència de terra  $R_e$  és part de la resistència de bucle  $R_B$ , sempre es complirà que  $R_e$  és menor que la resistència de bucle. Per tant, considerant com a valor de resistència de terra el valor mesurat de la resistència de bucle, és més estricte encara que si aquesta mesura es fes amb un tel·luròmetre.

Aquest aspecte, i que a més es puguin connectar a qualsevol endoll de la instal·lació (que tingui presa de terra), o al quadre principal, fa que sigui molt recomanable utilitzar-ho quan no es pugui emprar el tel·luròmetre.

Cal tenir en compte que la mesura d'impedància de bucle requereix la circulació d'un corrent de prova pel bucle de protecció. Aquest corrent de prova és, de fet, un corrent de defecte, de manera que provocarà el disparament dels interruptors diferencials. Només els mesuradors d'impedància de bucle moderns tenen la tecnologia adequada per fer aquesta mesura amb precisió i sense provocar el disparament dels interruptors diferencials. Segons el REBT, els valors òptims de resistència de bucle de terra són similars als estipulats per a la resistència de posada a terra.

### Comprovació dels interruptors diferencials

A la ITC-BT-24 es prescriuen les condicions generals i particulars que han de respectar les diferents instal·lacions en funció de la seva tipologia (TT, TN o IT). Entre les particulars, es descriuran els dispositius de protecció contra contactes directes i indirectes en una instal·lació de tipus TT. En aquest tipus d'instal·lacions, els interruptors diferencials (d'ara endavant ID) són els dispositius ideals per a la protecció contra els contactes indirectes. En aquestes instal·lacions, s'haurà de verificar que:

$$R_E \times I_{_n} \geq U_L$$

en què:

- $R_E$ : és la suma de les resistències de la presa de terra de la instal·lació i dels conductors de protecció de masses
- $I_{_n}$ : és el corrent que assegura el funcionament automàtic de l'ID, és a dir, la seva sensibilitat nominal o, més tècnicament, el seu corrent diferencial residual assignat.
- $U_L$ : és la tensió de contacte límit convencional (50 V, 24 V, o altres, segons els casos).

Per garantir la seguretat elèctrica de la instal·lació han de considerar, per tant, la tensió de contacte (valors d' $U_L$  fixats al REBT) i el funcionament correcte dels ID.

De manera general, es pot dir que els ID tenen la finalitat de protegir els béns materials i, sobretot, humans enfront de les corrents de defecte que puguin arribar

a ser perilloses i, per consegüent, davant de les corresponents tensions de contacte. La seva missió consisteix a monitorar diferències de corrents entre els conductors de fase i neutre, perquè en cas que aquest corrent diferencial sigui superior al del valor nominal de tall de l'interruptor diferencial, aquest sigui capaç d'interrompre l'alimentació per eliminar el possible xoc elèctric en un temps determinat.

Els danys fisiològics que pot originar un corrent elèctric circulant pel cos humà depenen del valor eficaç d'aquest corrent i del temps que estigui circulant per l'organisme. L'interruptor diferencial ha de tenir una velocitat de resposta per a cada valor de corrent de defecte prou ràpida per evitar, si més no, que el corrent pugui provocar un xoc elèctric lesiu (per exemple, no es produeixen lesions en el cos humà amb un corrent de 100 mA que circula durant 20 ms, però els efectes d'aquest corrent poden ser mortals si persisteix durant 500 ms o més).

Per tant, no és suficient verificar mecànicament l'interruptor diferencial (mitjançant el polsador T de prova), sinó que cal fer l'assaig preveient el factor *temps*. Per això, per fer aquesta prova es requereix en el REBT un instrument amb la capacitat de verificar la característica *intensitat-temps* de l'ID.

Per fer la prova, el comprovador multifunció es connecta a qualsevol base de l'endoll aigües avall del diferencial en assaig, amb la instal·lació en servei. Quan es dispari el diferencial, el comprovador ha de ser capaç de mesurar el temps que va trigar a disparar des del moment en què es va injectar el corrent. A més, la prova s'ha de fer amb corrents de defecte que comencen a la semionada positiva (prova a 0°), i amb corrents de defecte que comencen a la semionada negativa (prova a 180°). Això és així perquè els interruptors diferencials responen amb diferent celeritat dependent de la fase del corrent de defecte.

Així, per exemple, els passos que cal seguir per verificar els interruptors diferencials del tipus AC i A amb sensibilitats iguals o superiors a 30 mA poden ser els següents:

1. S'injecta una intensitat diferencial igual a la meitat del corrent nominal de tir de l'interruptor diferencial (ID), amb un angle de fase de 0°. L'identificador no ha de disparar.
2. Es repeteix la prova anterior amb un angle de fase de 180°. L'identificador no ha de disparar.
3. S'injecta una intensitat igual a la intensitat nominal de tret, amb un angle de fase de 0°. L'identificador ha de disparar en menys de 300 ms.
4. Es repeteix la prova anterior amb un angle de fase de 180° i l'ID ha de disparar en menys de 300 ms.
5. S'injecta una intensitat igual a cinc vegades la intensitat nominal de tir, amb un angle de fase de 0°. L'identificador ha de disparar en menys de 40 ms.
6. Es repeteix la prova anterior amb un angle de fase de 180°. L'ID ha de disparar en menys de 40 ms.

---

Els corrents de fuga no són el mateix que els corrents de defecte. El corrent de defecte apareix quan hi ha un defecte d'aïllament.

---

Els comprovadors actuals porten a terme aquests 6 passos de verificació de manera automàtica, de manera que una vegada llançada la prova, l'usuari només ha d'anar rearmant l'interruptor diferencial en els casos en què la prova el dispari, i el comprovador detectarà el rearmament del diferencial i continuarà automàticament amb el pas següent.

### Mesura de corrents de fugues

Es defineix com a corrent de fuga el que, en absència d'errors, es transmet al terra o als elements conductors del circuit. Els corrents de fuga són habituals en molts receptors, sobretot els de tipus electrònic, que en condicions normals de funcionament deriven una certa intensitat des dels conductors d'alimentació cap al conductor de protecció. La suma dels corrents de fuga i de defecte és la que provoca el disparament de les proteccions davant de contactes indirectes de la instal·lació (interruptors diferencials, en el cas dels sistemes TT). Per això, es pot donar el cas que, sense l'existència de defecte en la instal·lació, es produeixi el disparament del seu interruptor diferencial per un excés de corrents de fuga.

Per tot això, és convenient efectuar, per a cada un dels circuits protegits amb interruptors diferencials, la mesura de corrents de fuga en la tensió de servei de la instal·lació i amb els receptors connectats.

Per a la mesura de corrent de fuga cal una pinça amperimètrica que sigui capaç de mesurar amb precisió corrents molt petits (de mA), cosa que no és habitual en una pinça amperimètrica convencional. Es coneixen com a *pinces de fuites*.

La mesura s'efectua abraçant amb la mordassa tots els conductors actius (de fase i de neutre). Si la suma vectorial dels corrents d'aquests conductors no és nul·la, la pinça mesurarà la intensitat de la diferència, que és, justament, el corrent de fuites aigües avall del punt de mesura.

A la ITC-BT-19 es diu que el valor del corrent de fuites no ha de ser superior per al conjunt de la instal·lació, o per a cada un dels circuits en què aquesta es pugui dividir a l'efecte de la protecció, a la sensibilitat que presentin els interruptors diferencials de la instal·lació, normalment 30 mA.

### Assajos funcionals



Maletins amb les eines dels instal·ladors de categoria bàsica i especialista. Imatge de Kovan, grup Temper

Les connexions d'aparells, motors i els seus auxiliars, accionaments, bloquejos, etc., s'han de sotmetre a un assaig funcional, per tal de verificar que s'han muntat correctament, regulat i instal·lat segons les prescripcions de la norma UNE 20460.

Al seu torn, els dispositius de protecció s'han de sotmetre a assajos funcionals, si fos necessari, per tal de verificar que estan correctament instal·lats i regulats.

Important: quan un assaig no doni resultat positiu, cal corregir el problema i repetir aquest assaig i tots els anteriors els resultats dels quals es puguin veure influïts per l'assaig en qüestió.

## 3.2 Avaries a una instal·lació elèctrica a un edifici d'habitatges

Quan hi ha una avaria o alguna fallada a la instal·lació, hem de tenir present que tant si és la primera vegada que es prova el circuit d'una instal·lació, com si és el circuit d'una instal·lació que ha funcionat un cert temps i després ha deixat de fer-ho, el punt de partida i raonament sempre serà el mateix: què podem fer i per on comencem per tal d'optimitzar el temps de dedicació a trobar-hi l'error i reparar-lo posteriorment.

Cal dir que serà, per una banda, l'experiència de l'instal·lador i, per l'altra, la complexitat de l'error allò que determinarà el temps de dedicació a la solució del problema. Com més hàbil sigui i més coneixements tingui l'instal·lador, més ràpidament es resoldrà aquest problema ja que els errors estan pràcticament tipificats i es poden delimitar al màxim.

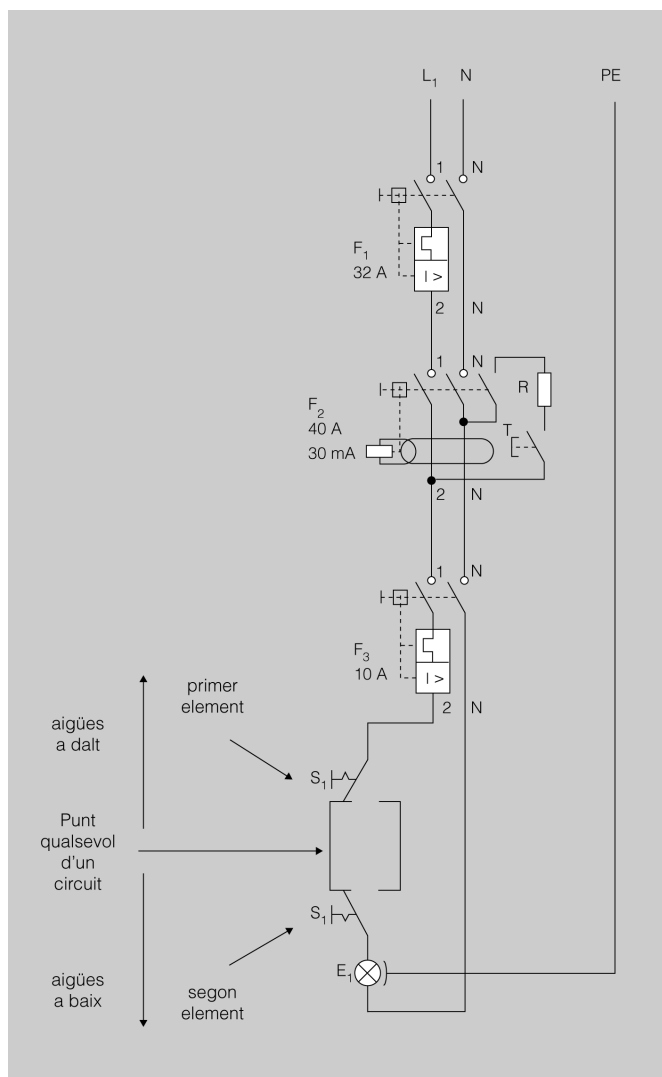
### 3.2.1 Consideracions prèvies

Per una qüestió de seguretat, s'ha de tenir també present que quan es detecta la fallada d'un component i aquest s'ha de substituir per un altre que funcioni correctament, sempre, i reiterem la paraula "sempre", s'haurà de tallar el corrent en aquell circuit per tal de manipular els components. Dit d'una altra manera, mai no es pot manipular cap part d'un circuit elèctric si aquesta es troba en tensió.

Hi ha un concepte del qual es parla en electricitat, concretament en les instal·lacions elèctriques i en els circuits elèctrics, que haurem de tenir present i utilitzarem en aquest capítol: és el d'"aigua amunt" i "aigua avall". Evidentment, no fan referència a res que tingui a veure amb l'aigua, sinó a la idea que si ens trobem en un punt qualsevol del circuit, des d'aquest punt si seguim el circuit cap al quadre general de comandament i protecció parlem de seguir el circuit "aigua amunt", i si seguim el circuit cap a la càrrega (o punt final del circuit), parlem de seguir el circuit "aigua avall".

Tanmateix, si hem de numerar elements iguals dins d'un circuit elèctric, ho farem seguint el circuit "aigua avall", és a dir, el primer element serà el que ens trobem seguint el circuit des del quadre general de comandament i protecció i l'últim serà el que quedi més a prop de la càrrega.

La figura 3.6 ens mostra en un circuit d'exemple el concepte d'aigua amunt, aigua avall i numeració dels components. Es pot veure com a partir d'un punt triat es reflecteix el concepte d'aigua amunt i aigua avall.

**FIGURA 3.6.** Aigua amunt, aigua avall

### 3.2.2 Manteniment sense tensió. 5 regles d'or

Com s'ha dit abans, sempre s'ha de fer la substitució de l'element o, en moltes mesures, s'ha de fer sense tensió. El procediment per seguir es coneix amb el nom de les 5 regles d'or, perquè s'han de fer servir aquestes 5 regles i sempre en aquest ordre:

#### Obrir amb tall visible totes les fonts de tensió

El circuit elèctric sobre el qual anem a treballar ha d'estar obert de manera visible. Això només es pot aconseguir mitjançant els dispositius següents:

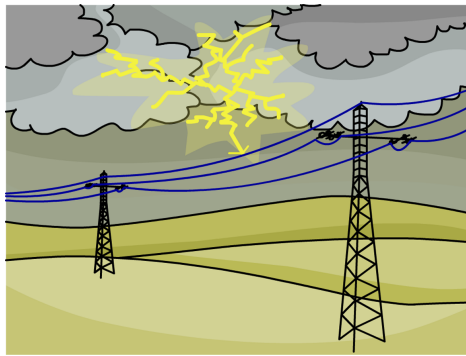
- Interruptors.
- Seccionadors.
- Fusibles.



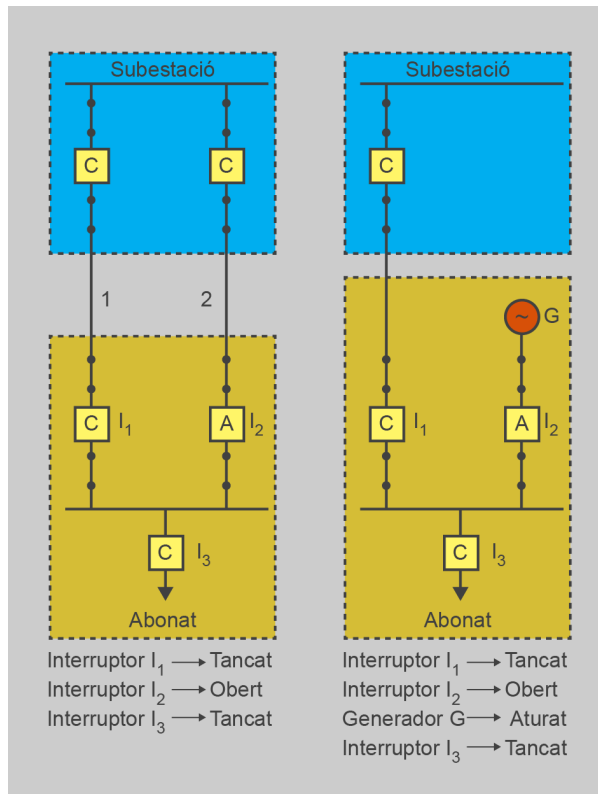
La simple observació del dispositiu no és garantia suficient de l'obertura. Els aparells que no disposin d'un sistema d'extinció de l'arc no proporcionaran un tall visible. Amb això no és suficient, perquè una instal·lació es pot posar en tensió per diverses causes:

- Caiguda de conductors.
- Fenòmens d'inducció.
- Descàrregues atmosfèriques. (figura 3.7)
- Tensió de retorn.

**FIGURA 3.7.** Exemple de descàrregues atmosfèriques



**FIGURA 3.8.** Tensió de retorn



S'han d'obrir amb tall visible *totes* les fonts de tensió. Si només n'obrim una, és possible que al lloc on treballem ens arribi tensió d'una altra font; això s'anomena

*tensió de retorn*. Els casos més freqüents de tensió de retorn són els motivats pel doble subministrament, com apareix a la figura 3.8.

### Enclavar o bloquejar si és possible els aparells de tall

#### Treballar amb tensió

En alguns casos puntuals no és possible desconnectar la instal·lació de la xarxa per reparar una avaria o substituir un element. En aquests casos hi ha diferents mètodes per treballar amb tensió, com són el mètode de potencial o el mètode a distància.

S'ha d'impedir la maniobra de connexió, per una fallada elèctrica, un error humà o qualsevol causa imprevista. Aquest bloqueig pot ser:

1. Mitjans mecànics: un simple cadenat (figura 3.9)
2. Mitjans elèctrics: dispositius, telecomandaments, retirada de fusibles o desconnexió de cables (figura 3.10).
3. Mitjans físics: col·locar un element aïllant entre les parts de l'aparell de tall per impossibilitar físicament la unió dels contactes (figura 3.11).

FIGURA 3.9. Enclavament per mitjans mecànics

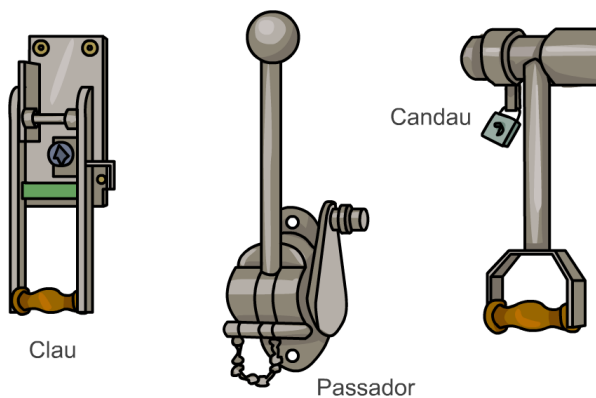
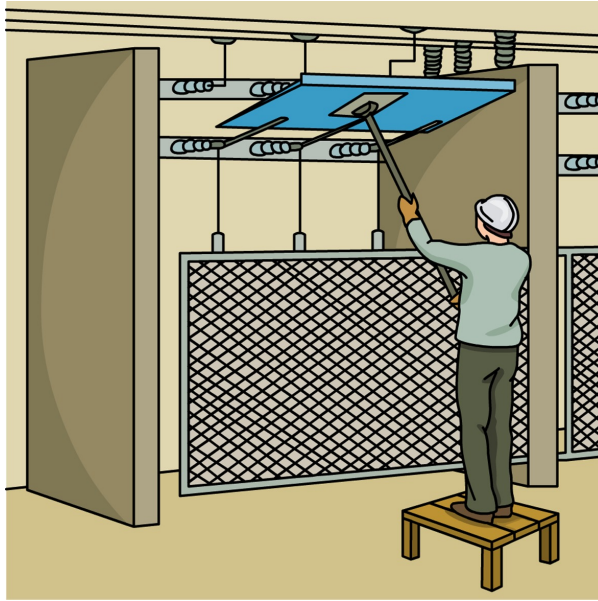


FIGURA 3.10. Enclavament per mitjans elèctrics



**FIGURA 3.11.** Enclavament per mitjans físics

A més, s'ha d'advertir dels treballs en el comandament del dispositiu de tall.

### **Comprovar l'absència de tensió**

Si no s'ha comprovat l'absència de tensió en la instal·lació, s'ha de considerar que aquesta es troba en tensió. De manera general es pot aplicar la llei: "tot conductor està sota tensió mentre no es demostrï el contrari".

La comprovació d'absència de tensió es farà:

- Al punt d'obertura de totes les fonts de tensió.
- A lloc on es faran els treballs. D'aquesta manera ens assegurem de no tenir cap tensió de retorn.

El procés de comprovació es farà amb el material adequat i verificat abans de començar els treballs. La comprovació per a un edifici d'habitatges es farà normalment amb un comprovador.

Sigui quin sigui l'aparell, se'n verificarà el funcionament correcte abans i després de la mesura.

### **Posada a terra i en curtcircuit**

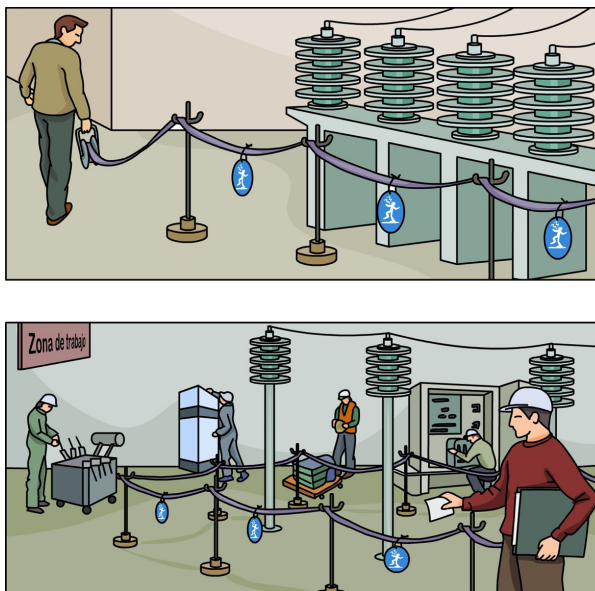
Els elements conductors de la instal·lació es connectaran a terra i en curtcircuit entre ells, per tal d'evacuar el corrent en cas de fallada d'aïllament, inducció o fenòmens atmosfèrics.

Per seguretat és obligatori a que la posada a terra es faci abans i després d'on s'efectuen els treballs de maniobres.

## Senyalització de la zona de treball

La zona on s'estan fent els treballs se senyalitzarà mitjançant tanques, cons o dispositius anàlegs. Si escau, també se senyalitzaran les zones segures per al personal que no està treballant en la instal·lació (figura 3.12).

FIGURA 3.12. Senyalització de la zona de treball



### 3.2.3 Procés de treball

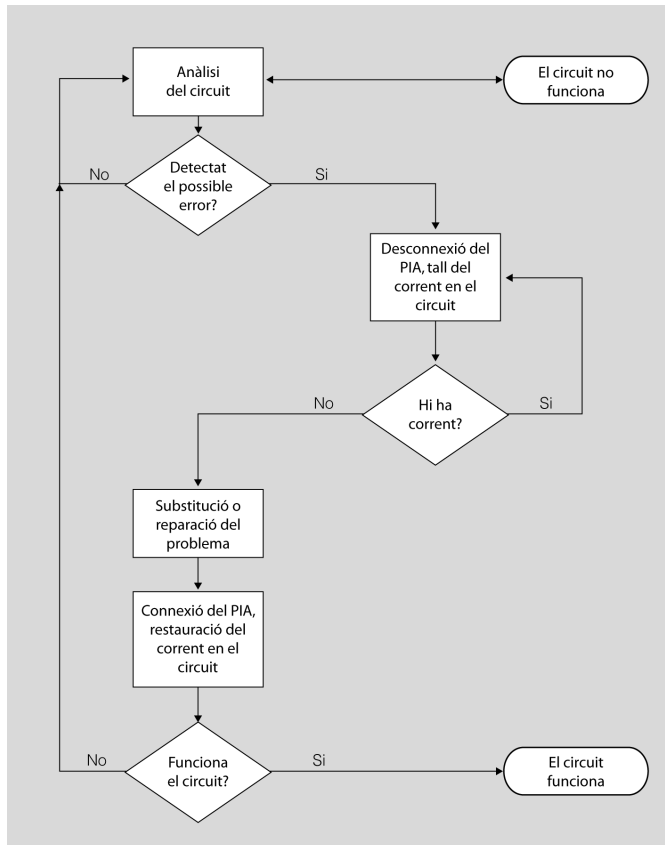
Quan en una instal·lació hi ha una avaria o un error en el funcionament d'un equip s'ha de trobar quina és la font possible d'aquesta avaria o error.

A partir d'aquest moment arribem al punt de determinar quina serà l'anàlisi d'un circuit que no té un funcionament correcte i com s'ha de fer el procés de treball per trobar-ne la fallada. Podem determinar quatre punts bàsics, que seran els següents:

- Anàlisi del circuit i possible detecció del possible error.
- Desconnexió personal del corrent en el circuit que es manipularà i utilització de les 5 regles d'or.
- Substitució o reparació del component que provoca la fallada.
- Restauració del corrent i comprovació del funcionament correcte del circuit.

En la figura 3.13 es mostra un diagrama de flux en què es veu amb claredat com aplicar el procés de treball indicat.

FIGURA 3.13. Procés de treball



### 3.2.4 Errors o mal funcionament

Quan un circuit no funciona correctament, bàsicament hi ha dues possibilitats d'error: que arribi intensitat a la càrrega del circuit (recordeu que serà l'element que transformarà l'energia elèctrica en un altre tipus d'energia), i que aquesta intensitat no es pugui treure, per la qual cosa la càrrega sempre estarà funcionant, o que no arribi intensitat a la càrrega del circuit, que de cap manera no s'hi pugui fer arribar, i en conseqüència mai no estarà funcionant. En funció de si és un tipus d'error o un altre, l'anàlisi serà diferent, però el procés de treball serà el mateix.

#### Sempre funciona

Si el problema és el primer cas, és a dir, que sempre arriba intensitat a la càrrega i aquesta sempre està en funcionament, la detecció de l'error és molt senzilla, ja que segur que el problema radica en l'element o elements que fan el control de tall d'intensitat, com poden ser interruptors, commutadors, teleruptors, etc. Si només hi ha un punt de control, la solució és evident, s'aplica el procés de treball per substituir l'element i el circuit passarà a funcionar correctament. D'altra banda, si hi ha més d'un element de control en el circuit, podrem determinar que, o tots els elements funcionen malament (cas una mica irreal), o l'error es trobarà en la connexió del cablejat dels components a l'hora de fer la instal·lació.

## Mai no funciona

El cas més típic d'error en un muntatge tècnic, i aquell que ens omple enormement de frustració, és fer un muntatge, provar-lo i que no funcioni. Quan ens trobem en aquest cas en un circuit elèctric, i sabem que la càrrega funciona correctament, la manera més fàcil i eficient per trobar l'error es utilitzar eines que ens indiquin l'absència o presència de tensió com poden ser el polímetre o el buscapols. En qualsevol cas penseu que el polímetre és sempre l'eina més eficaç i més adient. El procés de detecció de l'error és sistemàtic i el plantejament és relativament senzill: si no s'encén és que no circula intensitat, si no circula intensitat, existeix un punt en el circuit que impedeix aquesta circulació. A partir d'aquí, tot passarà per trobar aquest punt. La manera de fer-ho consisteix a anar a l'inici del circuit, comprovar amb el polímetre la presència de tensió i a partir d'aquí anar aigua avall fins a trobar el punt on deixem de tenir tensió. Una altra possibilitat consisteix a fer el procés en sentit contrari, és a dir, mesurar la tensió en la càrrega per corroborar que no hi ha tensió i a partir d'aquí anar aigua amunt fins a trobar el punt on sí que hi ha tensió. És qüestió de cadascú determinar per quin dels dos punts es comença.

### 3.3 Projecte i MTD

L'àmbit d'aplicació del Reglament de baixa tensió s'aplica a les instal·lacions que distribueixen energia elèctrica, a les generadores d'electricitat per a consum propi, i a les receptores, en els següents límits de tensions nominals:

- Corrent altern: igual o inferior a 1.000 V.
- Corrent continu: igual o inferior a 1.500 V.

Cal especificar que aquest Reglament s'aplica a:

- Noves instal·lacions, a les seves modificacions i a les ampliacions.
- A les instal·lacions existents abans de la seva entrada en vigor que siguin objecte de modificacions d'importància, reparacions d'importància i a les seves aplicacions.
- A les instal·lacions existents abans de la seva entrada en vigor, pel que fa al règim d'inspeccions, tot i que els criteris tècnics aplicables a aquestes inspeccions són els corresponents a la reglamentació amb la qual es van aprovar.

Les instal·lacions elèctriques en l'àmbit d'aplicació del Reglament de baixa tensió s'han d'executar sobre la base d'una documentació tècnica que, en funció de la seva importància, ha d'adoptar una de les modalitats de projecte o de memòria tècnica de disseny.

### 3.3.1 Documentació de les instal·lacions elèctriques

En funció del tipus d'instal·lació, la documentació que es requerirà serà o un Projecte o una Memòria Tècnica de Disseny.

#### Instal·lacions que necessiten projecte

No totes les instal·lacions necessiten projecte, però a continuació descrivim quines són les instal·lacions que obligatòriament en necessiten. És necessari projecte per als següents tres punts:

- Per a l'execució les noves instal·lacions necessiten elaborar un projecte segons el que especifica la taula 3.2.

TAULA 3.2.

Grup	Tipus d'Instal·lació	Límits
a	Les corresponents a indústries, en general.	P > 20 kW
b	Les corresponents a: Locals humits, polsegosos o amb risc de corrosió. Bombes d'extracció o elevació d'aigua, siguin industrials o no.	P > 10 kW
c	Les corresponents a: Locals molls. Generadors i convertidors. Conductors aïllats per a escalfament, excloent els habitatges.	P > 10 kW
d	De caràcter temporal per a alimentació de maquinària d'obres en construcció. De caràcter temporal en locals o emplaçaments oberts.	P > 50 kW
e	Les d'edificis destinats principalment a habitatges, locals comercials i oficines, que no tinguin la consideració de locals de concurrència pública, en edificació vertical o horitzontal.	P > 100 kW per caixa general de protecció
f	Les corresponents a habitatges unifamiliars.	P > 50 kW
g	Les de garatges que requereixen ventilació forçada.	Qualsevol que sigui la seva ocupació
h	Les de garatges que requereixen ventilació natural.	De més de 5 places d'ocupació
i	Les corresponents a locals de concurrència pública.	Sense límit

TAULA 3.2 (continuació)

Grup	Tipus d'instal·lació	Límits
j	Les corresponents a: Línies de baixa tensió amb suports comuns amb les d'alta tensió. Màquines d'elevació i transport. Les que utilitzin tensions especials. Les destinades a rètols lluminosos llevat que es considerin instal·lacions de baixa tensió segons el que estableix la ITC-BT-44. Tanques elèctriques Xarxes aèries o subterrànies de distribució.	Sense límit de potència
k	Instal·lacions d'enllumenat exterior.	P > 5 kW
l	Les corresponents a locals amb risc d'incendi o explosió, excepte garatges.	Sense límit
m	Les de quiròfans i sales d'intervenció.	Sense límit
n	Les corresponents a piscines i fonts.	P > 5 kW
o	Totes aquelles que, no estant compreses als grups anteriors, determini el Ministeri de Ciència i Tecnologia, mitjançant l'oportuna disposició.	Segons correspongui

- Les ampliacions i modificacions de les instal·lacions següents:
  - Les ampliacions de les instal·lacions dels tipus (b, c, g, i, j, l, m) i modificacions d'importància de les instal·lacions assenyalades en la taula 31.
  - Les ampliacions de les instal·lacions que, essent del tipus que assenyalen la taula 31, no arribin als límits de potència prevista establerts per a aquestes, però que els superen en produir-se una ampliació.
  - Les ampliacions d'instal·lacions que van requerir projecte originalment si en una o més ampliacions se supera el 50% de la potència prevista en el projecte anterior.
- Si una instal·lació està compresa en més d'un grup dels especificats en la taula 31, se li aplicarà el criteri més exigent dels establerts per als grups esmentats.

### Documentació per al projecte

Abans d'especificar què ha de tenir i què ha de preveure el projecte d'una instal·lació hem de dir que no totes les instal·lacions de nova construcció necessiten un projecte, així com tampoc en necessiten totes les instal·lacions d'ampliació, ni tampoc les modificacions. L'aplicació de fer un projecte està inscrit al Reglament de baixa tensió, concretament a la ITC-BT-04. Quan calgui un projecte, aquest



L'ha de redactar i signar un tècnic titulat competent, que és el responsable directe que el projecte s'adapti a les disposicions reglamentàries, o sigui, que compleixi el Reglament de baixa tensió. El projecte d'una instal·lació es desenvolupa, o bé com a part del projecte general de l'edifici, o bé en forma d'un o més projectes específics. La memòria ha de constar obligatòriament de les següents dades o apartats:

- Dades relatives al propietari.
- Emplaçament, característiques bàsiques i ús al qual es destina.
- Característiques i seccions dels conductors a utilitzar.
- Característiques i diàmetres dels tubs per a canalitzacions.
- Relació nominal dels receptors que es preveu instal·lar i la seva potència, sistemes i dispositius de seguretat adoptats i tants detalls com calguin, d'acord amb la importància de la instal·lació projectada i perquè es posi de manifest el compliment de les prescripcions del Reglament i les seves instruccions tècniques reglamentàries.
- Esquema unifilar de la instal·lació i característiques dels dispositius de tall i protecció adoptats, punts d'utilització i secció dels conductors.
- Croquis del seu traçat.
- Càlculs justificatius del disseny.

Els plànols han de ser suficients en nombre i detall, tant per donar una idea clara de les disposicions que es pretenen adoptar en les instal·lacions, com perquè l'empresa instal·ladora disposi de totes les dades necessàries.

### **Instal·lacions que requereixen memòria tècnica de disseny**

Requereixen memòria tècnica de disseny (MTD) totes les instal·lacions, ja siguin noves, ampliacions o modificacions, no incloses en la taula 31.

Documentació per a la memòria tècnica de disseny:

La memòria tècnica de disseny (MTD) s'ha de redactar sobre impresos, segons el model determinat per l'òrgan competent de la comunitat autònoma, amb l'objectiu de proporcionar les principals dades i característiques del disseny de les instal·lacions. L'MTD ha d'incloure les dades següents:

- Les dades referents al propietari.
- Identificació de la persona que signa la memòria i justificació de la seva competència. Per exemple en el cas de ser un enginyer ha de ser el número de col·legiat.
- Emplaçament de la instal·lació.

- Ús al qual es designa.
- Relació nominal dels receptors que es prevegi instal·lar i la seva potència.
- Càlculs justificatius de les característiques de la línia general d'alimentació, derivacions individuals i línies secundàries, els seus elements de protecció i els seus punts d'utilització.
- Petita memòria descriptiva.
- Esquema unifilar de la instal·lació i característiques dels dispositius de tall i protecció adoptats, punts d'utilització i secció dels conductors.
- Croquis del seu traçat.

L'instal·lador autoritzat per a la categoria de la instal·lació corresponent o el tècnic titulat competent que signi l'esmentada memòria serà directament responsable que aquesta s'adapti a les exigències reglamentàries.

### 3.3.2 Verificacions i inspeccions de les instal·lacions elèctriques

Les instal·lacions elèctriques han de seguir unes verificacions i inspeccions rigoroses que estan descrites en els articles 18 i 20 del Reglament de baixa tensió. Les inspeccions poden ser:

- Inicial. Abans de la posada en servei.
- Periòdiques. Durant el seu funcionament. Seran objecte d'inspeccions periòdiques, cada 5 anys, totes les instal·lacions elèctriques per baixa tensió que van requerir inspecció inicial i cada 10 anys, les comunes a edificis d'habitatges, la potència total instal·lada de les quals superi els 100 kW.

Durant el procés d'inspecció d'una instal·lació poden presentar-se una sèrie de defectes que poden catalogar-se com a lleus, greus i molt greus:

- Defectes lleus. Són els que no suposen perill per a les persones o béns.
- Defectes greus. Són els que no suposen un perill immediat per a la seguretat de les persones o dels béns, però poden ser-ho en originar-se una errada a la instal·lació.

També s'inclouen en aquesta classificació el defecte que pugui reduir de manera substancial la capacitat d'utilització de la instal·lació elèctrica.

Es consideren defectes greus els següents:

- Manca de connexions equipotencials, quan siguin requerides.

- Inexistència de mesures adequades de seguretat contra contactes indirectes.
- Manca d'aïllament de la instal·lació.
- Manca de protecció adequada contra curtcircuits i sobrecàrregues als conductors, en funció de la seva intensitat màxima admissible, d'acord amb les seves característiques i condicions de la instal·lació.
- Manca de continuïtat del conductor de protecció.
- Valors elevats de resistència a terra en relació amb les mesures de seguretat adoptades.
- Defectes en la connexió dels conductors de protecció a les masses, quan aquestes connexions siguin preceptives; secció insuficient dels conductors de protecció.
- Existència de parts o punts de la instal·lació l'execució defectuosa de la qual pugui ser origen d'avaries o dany.
- Naturalesa o característiques no adequades dels conductors utilitzats.
- Manca de secció de conductors, en relació amb les caigudes de tensió admissibles per les càrregues previstes.
- Manca d'identificació dels conductors *neutre* i de *protecció*.
- Ús de materials, aparells o receptors que no s'ajustin a les especificacions vigents.
- Ampliacions o modificacions d'una instal·lació que no s'hagin tramitat segons el que diu la ITC-BT-04.
- Mancança del nombre de circuits mínims estipulats.
- La reiteració o acumulació successiva de defectes lleus.
- Defectes molt greus. Són tots els que la raó o experiència determina que constitueixen un perill immediat per a la seguretat de les persones o béns.

Es consideren com a tals els incompliments de les mesures de seguretat que poden provocar el desencadenament dels perills que es pretenen evitar amb aquestes mesures, en relació amb el següent:

- Contactes directes, en qualsevol tipus d'instal·lació.
- Locals de concurrència pública.
- Locals amb risc d'incendi o explosió.
- Locals de característiques especials.
- Instal·lacions amb finalitats especials.
- Quiròfans i sales d'intervenció.