

# INSTALACIONES INDUSTRIALES

## TEMA 2

### INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA EDIFICACIÓN

Alfredo Ortiz Fernández  
Pedro Benito Gancedo

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética  
Universidad de Cantabria  
Avenida de los Castros s/n. 39005 - Santander

## REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSIÓN.

**ARTICULO 1**

**ARTICULO 2**

**ARTICULO 4**

**ARTICULO 6**

**ARTICULO 14**

**ARTICULO 15**

## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE B.T.

**INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS**

**FUSIBLES**

**INTERRUPTORES DIFERENCIALES**

**PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES**

**ESQUEMA GENERAL DE LA RED ELÉCTRICA EN UN EDIFICIO  
ACOMETIDA (ITC-BT-11)**

**CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

**INSTALACIÓN DE ENLACE**

**CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP) (ITC-BT-13)**

**LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA) (ITC-BT-14)**

**DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI) (ITC-BT-15)**

**CONTADORES (ITC-BT-16)**

**INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP). CUADRO GENERAL  
DE MANDO Y PROTECCIÓN (ITC-BT-17)**

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

**INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS (ITC-BT-25)**

**INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. LOCALES CON BAÑERAS O DUCHAS (ITC-BT-27)**

## OTRAS INSTALACIONES

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### INTRODUCCIÓN

### PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS (ITC-BT-10)

Sistemas de distribución para edificios

Cálculo de cargas en un edificio destinado preferentemente a viviendas

Cálculo de cargas en edificios comerciales, de oficinas o destinados a una o varias empresas

Factor de potencia ( $\cos \phi$ )

### DIMENSIONADO DE LA CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)

## DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

**Secciones mínimas**

**Caídas de tensión**

**Criterio térmico**

**Criterio de las corrientes de cortocircuito**

## DIMENSIONADO DE TUBOS Y CONDUCTOS

### PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

**ELECTRODOS**

**CONDUCTORES DE TIERRA Y PUNTOS DE PUESTA A TIERRA**

**CONDUCTORES DE PROTECCIÓN**

**CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA DE UN ELECTRODO**

## ANEXO I LEGALIZACION INSTALACIONES (ITC-BT-04)

-En Documento Separado de este-

**MEMORIA TECNICA DE DISEÑO**

**MTD INSTALACIONES INDUSTRIALES**

**CERTIFICADO DE INSTALACION**

**DIRECCION DE OBRA**

**CERTIFICADO DE INSPECCION INICIAL**

**MANUAL DE USUARIO**

**VERIFICACIONES**

**ESQUEMA UNIFILAR**

**DOCUMENTACION A PRESENTAR**

**INSTALACIONES QUE PRECISAN PROYECTO**

**Real Decreto 842/2.002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (B.O.E. nº224 de 18 de Septiembre de 2.002)**

## **Art. 1 Objeto:**

- a) Seguridad de personas y bienes**
- b) Asegurar el funcionamiento normal de las instalaciones y prevenir perturbaciones en otras instalaciones y servicios**
- c) Fiabilidad técnica y eficiencia económica**

## **Art. 2 Campo de aplicación:**

**Instalaciones de distribución, generación y receptoras.**

**$V \leq 1.000$  Volts. (1.500 Continua)**

## Art. 4 Clasificación de Tensiones:

	Corriente alterna (Valor eficaz)	Corriente continua (Valor medio)
Muy baja tensión ..	$U_n \leq 50V$	$U_n \leq 75V$
Tensión usual .....	$50 < U_n \leq 500V$	$75 < U_n \leq 750V$
Tensión especial ...	$500 < U_n \leq 1000V$	$750 < U_n \leq 1500V$

- a) **230 V. entre fases, para redes trifásicas de 3 conductores**
- b) **230 V. entre fase y neutro**
- 400 V. entre fases, para redes trifásicas de 4 conductores**

**La frecuencia empleada será de 50 Hz.**

## **Art. 6 Equipos y Materiales:**

### **Indicaciones marcadas en el equipo**

- a) Fabricante, Representante o responsable comercialización**
- b) Marca y Modelo**
- c) Tensión y Potencia (Intensidad)**
- d) Otras Indicaciones**

## **Art. 14 Especificaciones Particulares de las empresas suministradoras:**

- Ajustadas a REBT y aprobadas y publicadas.**

En Cantabria publicada la aprobación en el BOC N° 43 de Fecha Lunes, 4 de Marzo de 2.013

## Art. 15 Acometidas e instalaciones de enlace:

**1.- ACOMETIDA: Parte de la instalación de la red de distribución que alimenta a la C.G.P. (EMPRESA SUMINISTRADORA)**

ITC-BT-11

**2.- INSTALACION DE ENLACE: Se compone de C.G.P., L.G.A., Contadores, D.I., I.C.P. y Dispositivos mando y protección.**

ITC-BT-12 a 17

**C.G.P.: Caja General de Protección, “señala el principio de la propiedad de las instalaciones de los USUARIOS”**

ITC-BT-13

**3.- Las compañías Suministradoras facilitarán valores máximos previsibles de potencia ó corriente de cortocircuito con el fin de que el proyectista lo tenga en cuenta en sus cálculos**

## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T. Protección Contra Sobreintensidades (ITC-BT-22)

### INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS

Sirven para proteger los circuitos contra las **sobreintensidades** (sobrecargas o cortocircuitos), es decir contra corrientes superiores a su valor asignado.

Si la corriente es algo mayor que la asignada se tiene una **sobrecarga**. Los circuitos pueden soportarlas durante cierto tiempo sin sufrir daños.

El contacto entre dos partes a distinta tensión o entre partes activas y masa o tierra provoca **cortocircuito**. Normalmente → intensidad muy elevada → interrumpir lo antes posible.

## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.

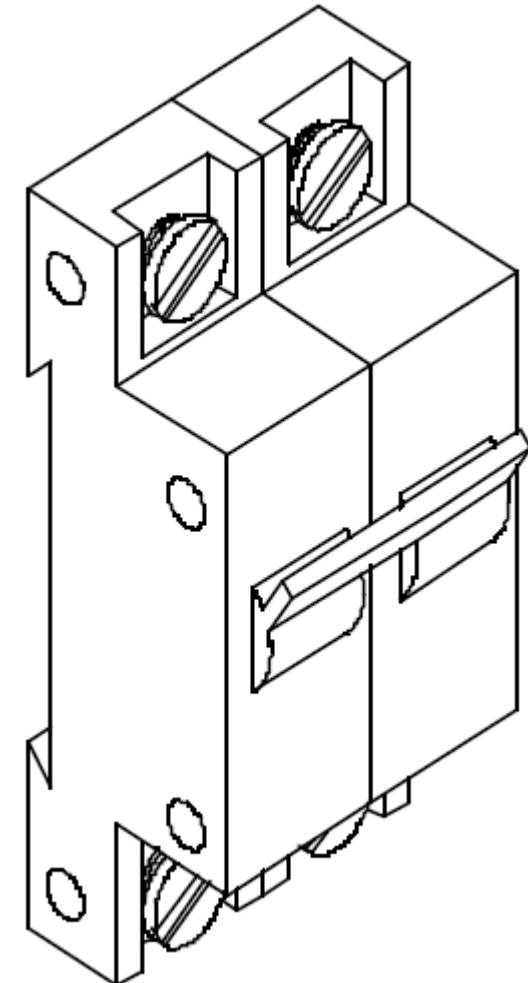
### INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS

Una protección magnetotérmica incluye:

- Protección contra sobrecargas, que no actúa instantáneamente sino con cierto retraso.
- Protección contra cortocircuitos instantánea.

Cuando actúa manda abrir el interruptor.

La protección y el interruptor → única unidad.



## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.

### INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS

La protección contra sobrecargas:

- Actúa cuando la intensidad supera a la asignada.
- El tiempo en actuar es inversamente proporcional a la intensidad.

La protección contra cortocircuitos:

- Actúa de forma inmediata.
- La corriente de actuación → varias veces >> a la asignada.

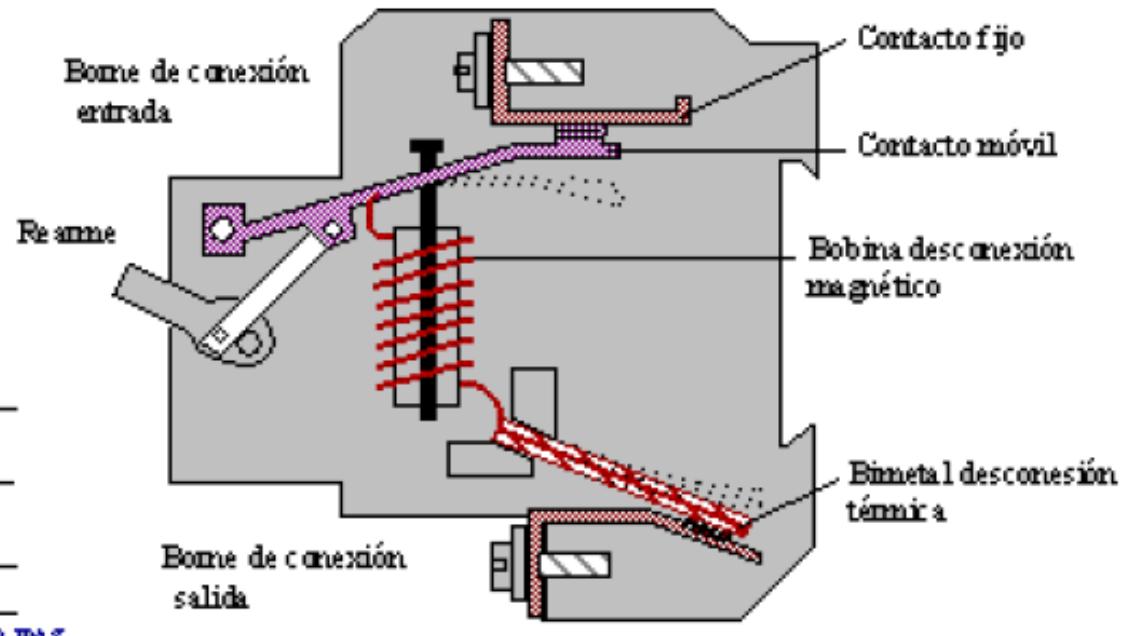
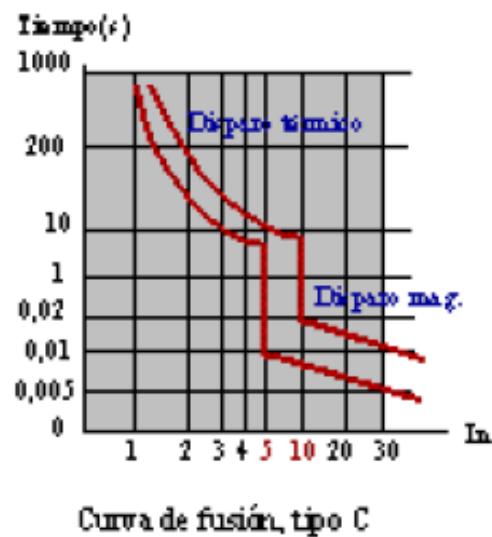
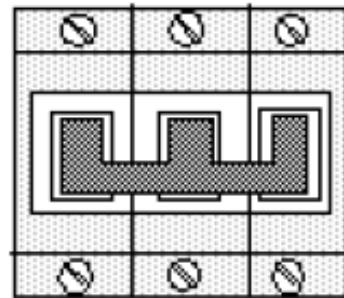
Según la corriente a partir de la cual actúa la protección instantánea se tienen diferentes tipos de interruptores automáticos (UNE-EN 60898 y 60947).

## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.

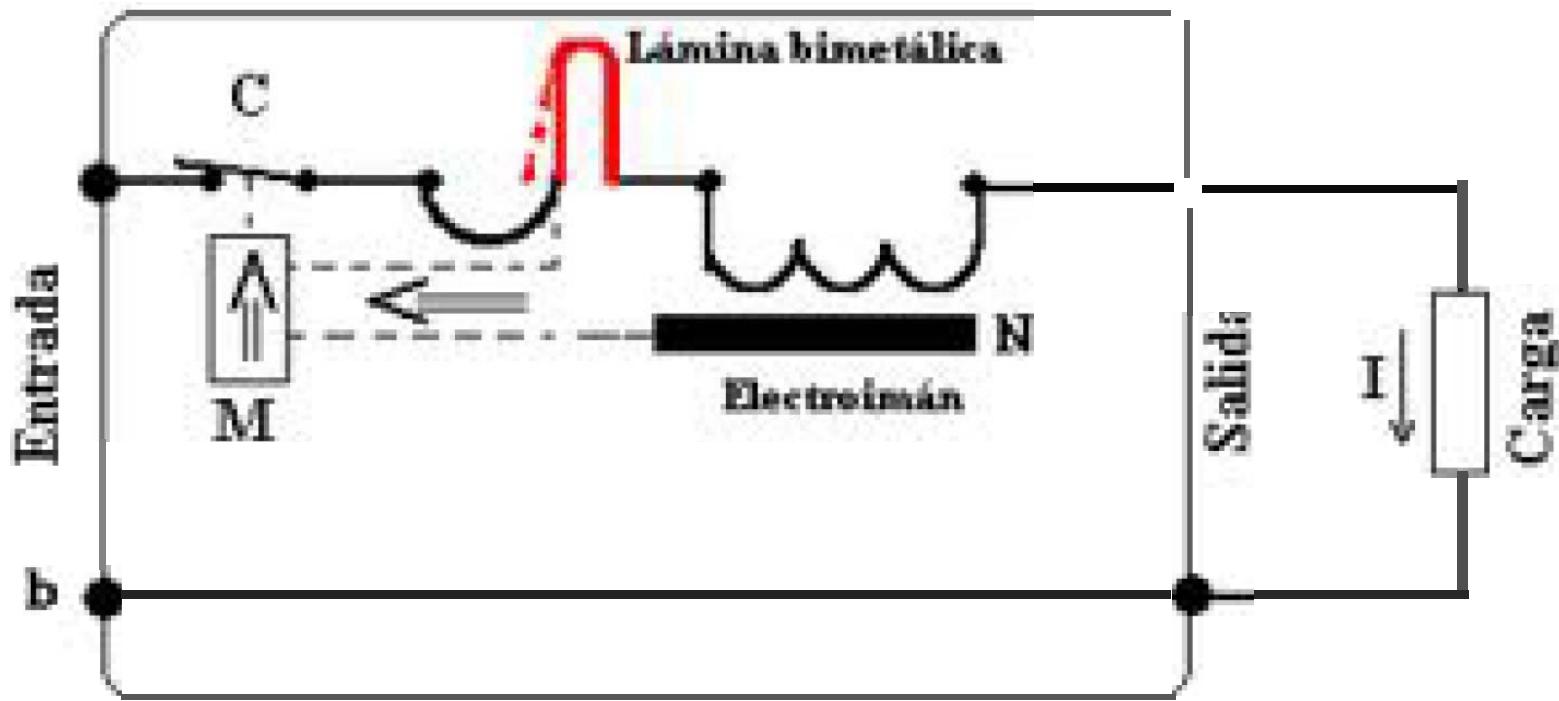
INTERRUMPTORES AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS

<b>Tipo de interruptor automático</b>	<b>Corriente a partir de la cual actúa la protección instantánea</b>
L	entre 2,4 y 3,5 $I_N$
U	entre 3,5 y 8,0 $I_N$
G	entre 7,0 y 10 $I_N$
B	entre 3 y 5 $I_N$
C	entre 5 y 10 $I_N$
D	entre 10 y 20 $I_N$
MA	fijo a $12I_N$
Z	entre 2,4 y 3,6 $I_N$
ICP-M	entre 5 y 8 $I_N$

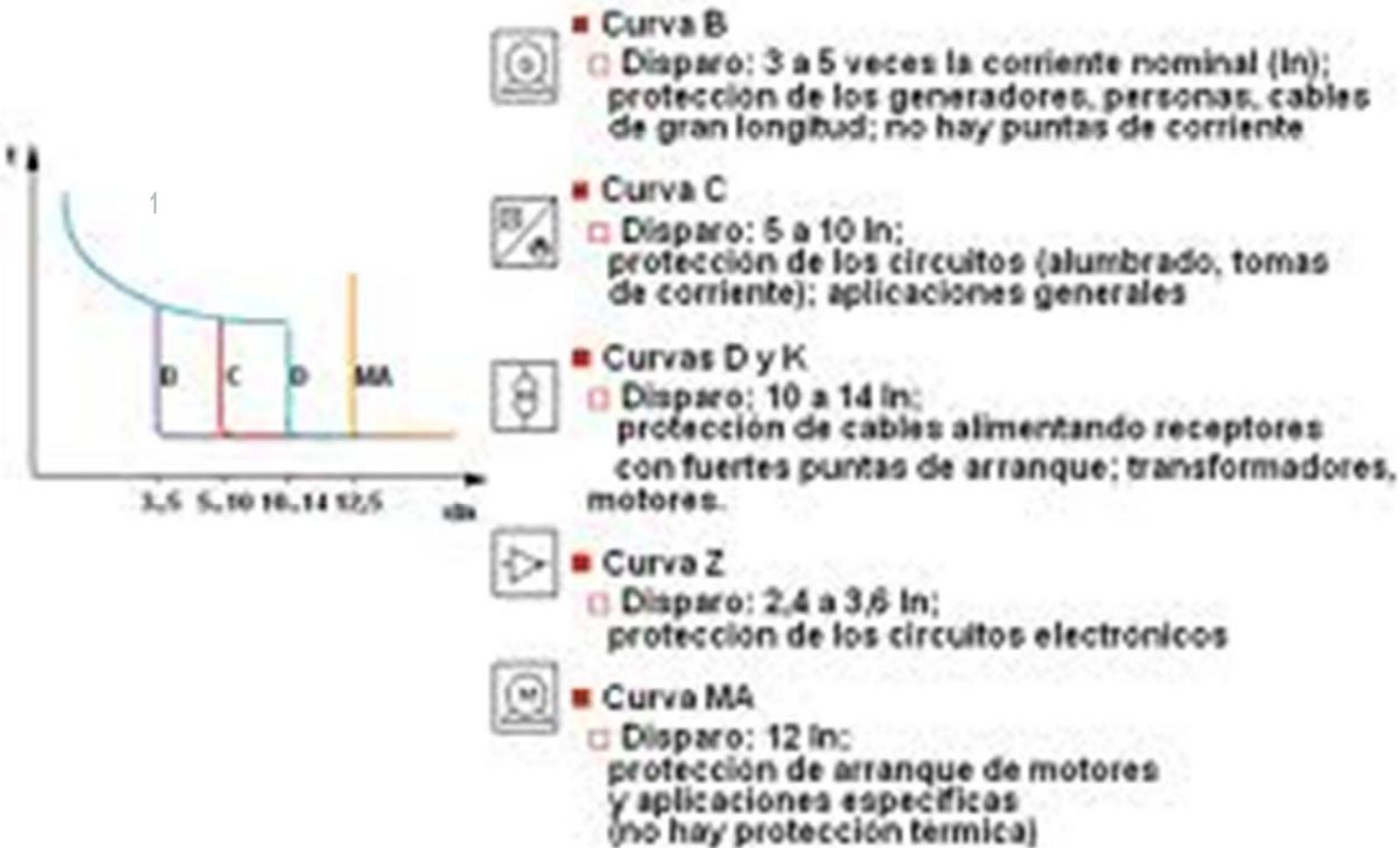
## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.



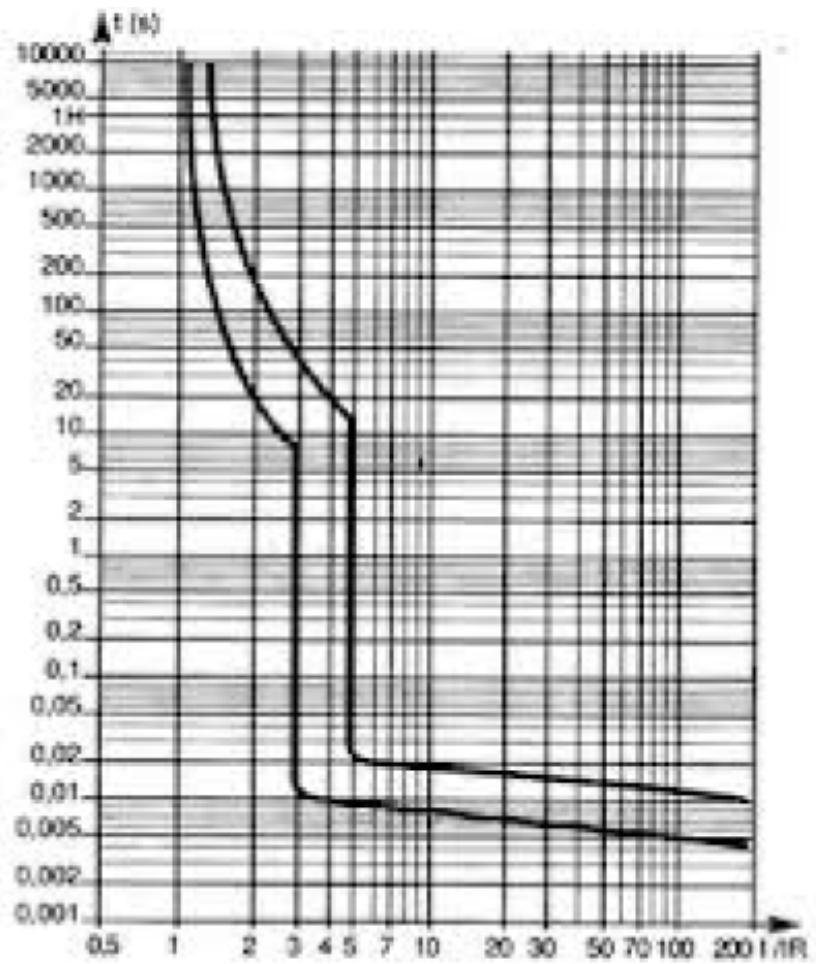
## DISPOSITIVOS DE PROTECCION DE LAS INSTALACIONES B.T.



## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.



## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.



## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.

### INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS

- Protegen las Instalaciones.
- I.C.P, P.I.A ...

### INTERRUPTORES DIFERENCIALES

- Protegen a las personas.

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

magnetotérmica		Protección diferencial	ID residencial	ID terciario	Clario	Vigi C60	Vigi C120	Vigi NG125	Protección magneto térmica y diferencial multi 9
14	iDPN e iDPN N 6 y 10 kA 1 a 40 A curvas C, By D	42 ID residencial 2 polos, 25 y 40 A 30 mA, clase AC instantáneos							
16	C60N/H/L 10, 15 y 25 kA 0,5 a 63 A curvas B, C, D, Z, MA	42 ID terciario 2 y 4 polos, 25 a 100 A 30, 300 y 500 mA clases AC, A, A "si" instantáneos y selectivos	42 iDPN Vigí para iDPN e iDPN N 30 a 300 mA clases AC, A y A "si"	45 iDPN Vigí 10 a 25 A, 30 y 300 mA curva C, clase AC Disponibles: iDPN N Vigí "si" iDPN N Vigí 10 mA	48 Bloque Vigí C60 para C60 de 2, 3 y 4 polos 10 a 1000 mA clases AC, A y A "si" instantáneos y selectivos	50 Bloque Vigí C120 para C120 de 2, 3 y 4 polos 30 a 1000 mA clases AC, A y A "si" instantáneos y selectivos	52 Bloque Vigí NG125 para NG125 de 2, 3 y 4 polos 30 a 3000 mA clases AC, A y A "si" instantáneos, selectivos y regulables		
24	C120 N/H 10 y 15 kA 10 a 125 A curvas B, C y D								
28	NG125 N/H/L - NG125 LMA 25, 36 y 50 kA - 50 kA 10 a 125 A - 4 a 80 A curvas B, C, D-MA								

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Referencias (continuación)				
Tipo	Calibre (A)	Referencia curva B	C	D
<b>1P+N</b>  1 polo protegido y neutro no protegido	0,5 1 2 3 4 6 10 16 20 25 32 40 50 63	24041 24041 24042 24043 23986 23987 23988 23989 23990 23991 23992 23993 23994 23995 23996	24318 24318 24319 24320 24321 24322 24323 24324 24325 24326 24327 24328 24329 24330	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
<b>2P</b>  2 polos protegidos	0,5 1 2 3 4 6 10 16 20 25 32 40 50 63	24068 24071 24072 24073 24074 24075 24076 24077 24078 24079 24080 24081 24082 24083	24404 24331 24332 24333 24334 24335 24336 24337 24338 24339 24340 24341 24342 24343	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
<b>3P</b>  3 polos protegidos	0,5 1 2 3 4 6 10 16 20 25 32 40 50 63	24069 24084 24085 24086 24087 24088 24089 24090 24091 24092 24093 24094 24095 24096	24405 24344 24345 24346 24347 24348 24349 24350 24351 24352 24353 24354 24355 24356	6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6
<b>4P</b>  4 polos protegidos	0,5 1 2 3 4 6 10 16 20 25 32 40 50 63	24070 24097 24098 24099 24100 24101 24102 24103 24104 24105 24106 24107 24108 24109	24406 24357 24358 24359 24360 24361 24362 24363 24364 24365 24366 24367 24368 24369	6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6

Protección magneto térmica  
y diferencial multi 9



## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.

### FUSIBLES

Protección contra sobreintensidades basada en la fusión de un conductor cuando la corriente que lo recorre es superior a un cierto valor.

Actualmente los fusibles se presentan en forma de cartuchos que se colocan sobre una base soporte adecuada y que deben ser sustituidos tras su fusión.

Suelen disponer de un elemento indicador de su estado (si están fundidos o no).



## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T. Protección Contra Contactos Directos e Indirectos (ITC-BT-24)

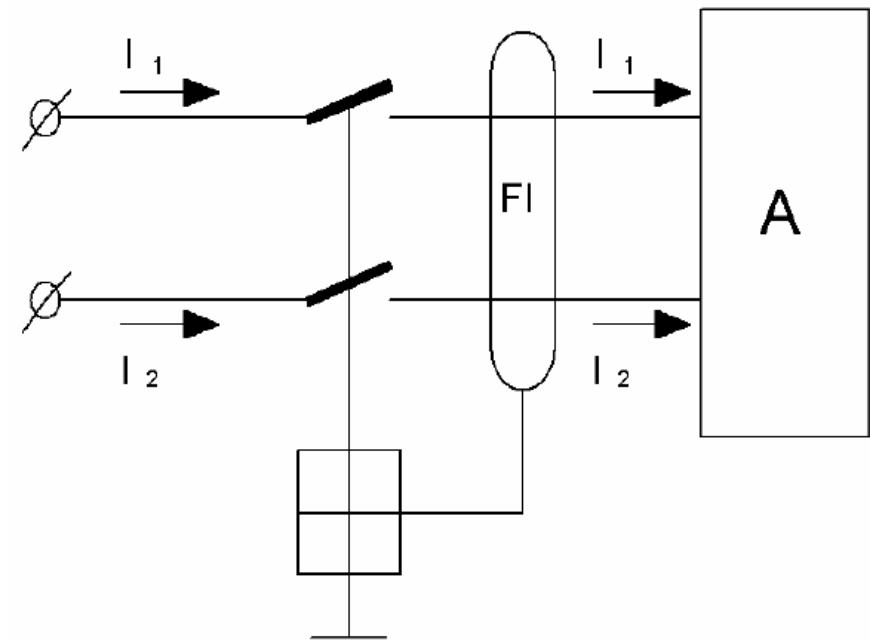
### INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Protegen a los circuitos eléctricos contra las **corrientes de defecto a tierra**.

Si no hay corrientes de defecto a tierra → la intensidad que entra al circuito ( $i_1$ ) = a la intensidad que sale ( $-i_2$ )

Así, la suma de intensidades que entran al diferencial es cero:  
 $(i_1 = -i_2; i_1 + i_2 = 0)$

La protección diferencial **no manda abrir** el interruptor.



## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.

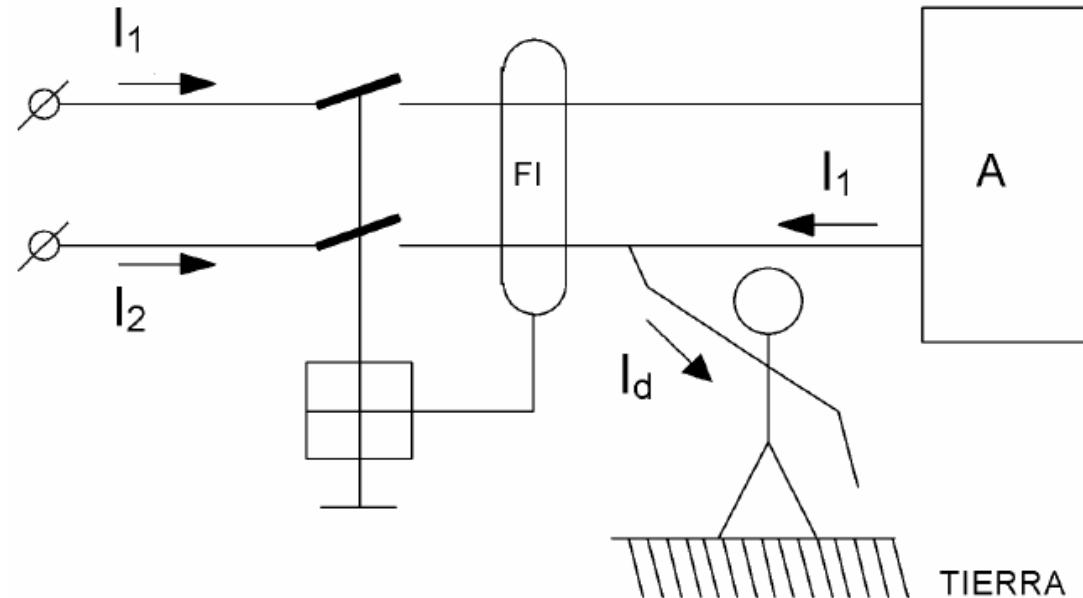
### INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Si una persona toca uno de los conductores activos (**contacto directo**) que alimentan la carga A, se producirá una corriente de defecto  $i_d$  a través de ella.

Persona → Impedancia a la tensión conductor-tierra.

$$i_1 + i_2 = i_d$$

Para  $i_d >$  Sensibilidad → el interruptor abrirá el circuito.



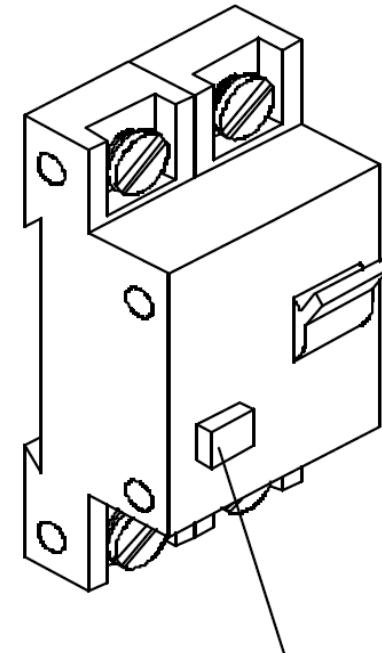
## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.

### INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Protegen también de electrocución cuando el contacto de una persona con una fase se produce de forma indirecta (**contacto indirecto**).

Ejemplo: Fallo del aislamiento de una fase con el resultado de que un conductor a tensión ha quedado tocando la carcasa metálica de un aparato eléctrico.

1. **Electrocución** si una persona toca la carcasa.
2. **Apertura del interruptor** si la *sensibilidad*.



BOTON DE PRUEBA

## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.

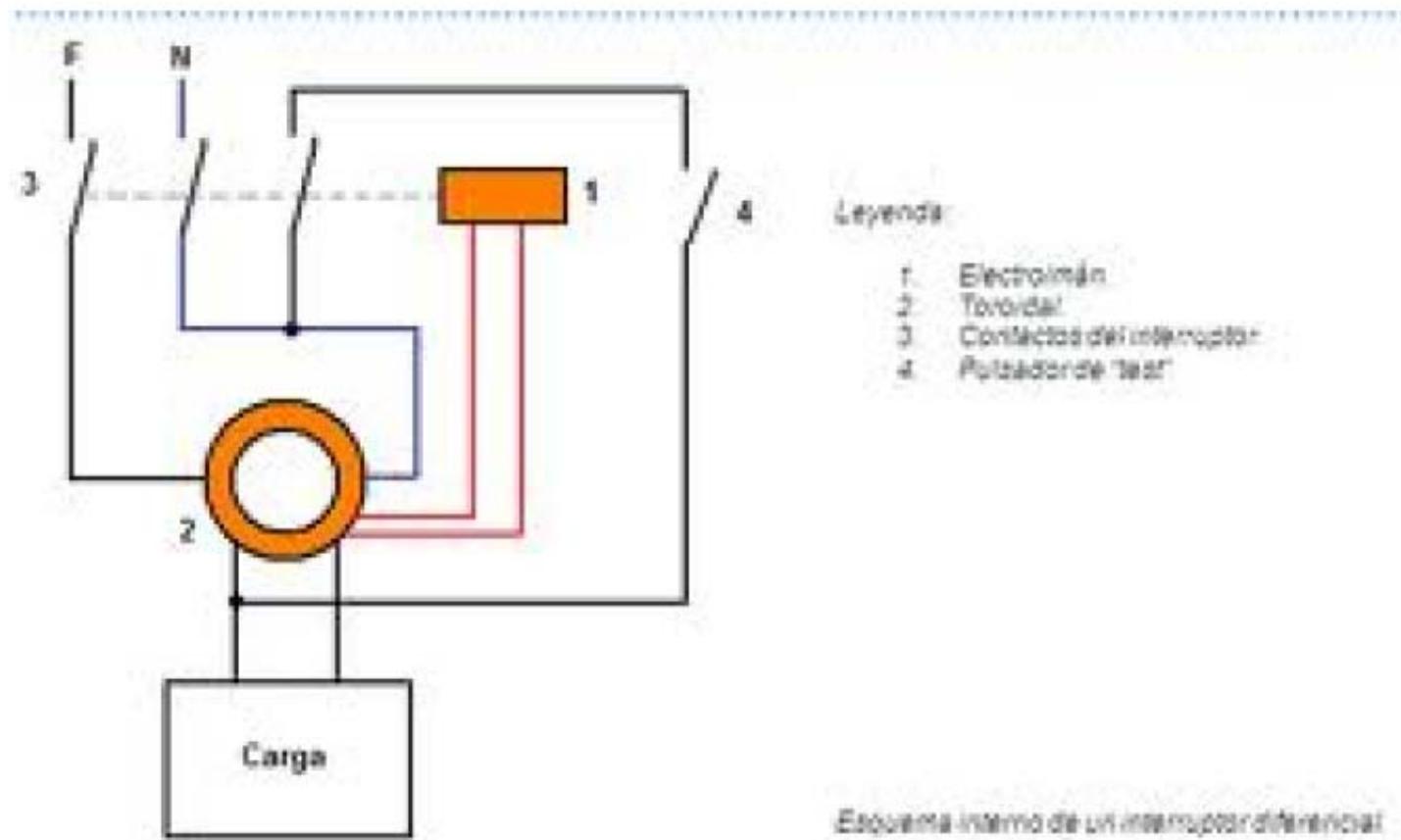
### INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS

- Protegen las **Instalaciones**, Las máquinas, los cables...

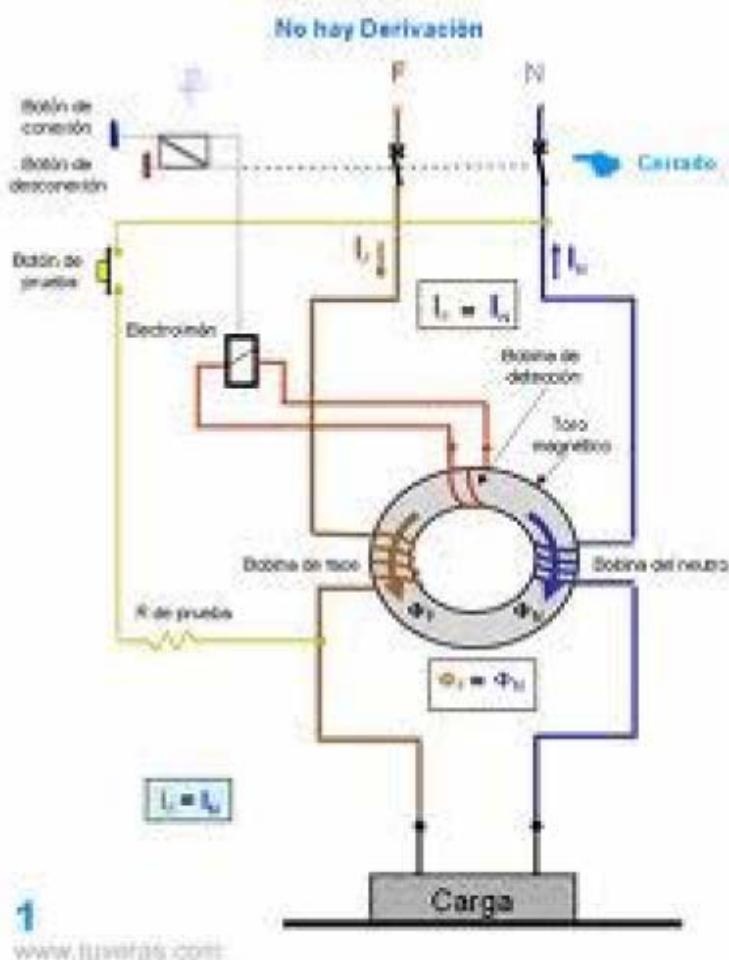
### INTERRUPTORES DIFERENCIALES

- Protegen a las **Personas**.  
- Valores de sensibilidad más usuales  
10 mA., 30 mA. y 300 mA.

## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.



## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.



## DISPOSITIVOS DE PROTECCION DE LAS INSTALACIONES B.T.



## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES B.T.



*Protección diferencial*  
**Tabla de elección**  
ID, ID*c*, *i*DPN Vigi, DPNa Vigi, DPN N Vigi “si”



Características	ID multi 9 residencial				ID multi 9 terciario							
	Página	42	AC	Instantáneos	AC	2	Selectivos	A	Ins.	Ins.	A “si”	Selectivos
Clase	AC											
Temporización	Instantáneos											
N.º de polos	2	2				2		2	2	2	2	
Calibres	25 40	25 40 63 80	25 40 63 80	4 80	100	100	63 80	40 63 80	25 40 63 80	25 40 63 80	25 40 63 80	40
Sensibilidad (mA)	10 30	30 300 500	30 300 500	30 300 500	300 300 500	300 300 500	300 300 500	300 300 500	30 300 300	30 300 300	30 300 300	300 500 500
Auxiliares que admiten	Ninguno				OF.S(*), OF, SD, OF+OF/SD, MX+OF, MN, MN s y MNx							

Los auxiliares eléctricos son idénticos para C60, C120, ID, **Claro**, DPN N Vigi “si” e I-NA.

(1) DPN Vigi tiene un poder de corte de 4500 A según UNE EN 61009 y 6 kA según UNE EN 60947.2. La curva de disparo es de tipo C.

(2) DPNa Vigi tiene un poder de corte de 4500 A según UNE EN 61009. La curva de disparo es de tipo C.

(3) DPN N Vigi “si” tiene un poder de corte de 6000 A según UNE EN 61009. La curva de disparo es de tipo C.

(\*) Uso de OF.S obligatorio para poder acoplar cualquiera de los auxiliares.

### Referencias

Referencias	Tipo	Tensión (V)	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)	ID	clase AC	clase A	clase A "si"		
<b>Instantáneos</b>										
<b>2P</b>										
23018			230	25	10	-	23008	-		
				25	30	(1) 15249*	23009*	23249		
				40	30	(1) 15261*	23014*	23253*		
				63	30	-	23018*	23258*		
				80	30	-	23020*	-		
				25	300	-	23011*	23251		
				40	300	-	23016*	23255*		
				63	300	-	23021*	23261*		
				80	300	-	23030*	-		
				100	300	-	23034*	-		
				25	500	-	23012	-		
				40	500	-	23017	-		
				63	500	-	23022	-		
				80	500	-	23026	-		
<b>4P</b>										
23042			415	25	30	-	23038*	-		
				40	30	-	23042*	23303*		
				63	30	-	23047*	23308*		
				25	300	-	23040*	-		
				40	300	-	23045*	23306*		
				63	300	-	23049*	23312*		
				80	300	-	23054*	-		
				100	300	-	23056	-		
				25	500	-	23041	-		
				40	500	-	23046	-		
				63	500	-	23051	-		
				80	500	-	23055	-		
<b>Selectivos [S]</b>										
<b>2P</b>										
23524			230	40	300	-	-	23361*		
				63	300	-	23028*	23363*		
				80	300	-	23032*	23372		
				100	300	-	23035	23323		
				63	500	-	23029	23375		
				80	500	-	23033	-		
<b>4P</b>										
23526			415	40	300	-	23062*	-		
				63	300	-	23066*	23392*		
				80	300	-	23069*	23394		
				100	300	-	23059	23342		
				40	500	-	23063	23405		
				63	500	-	23067	23407		
				80	500	-	23070	23409		

(1) No admite auxiliares e incluye señalización de disparo.

(\*) Modelo certificado por AENOR conforme a la norma UNE EN 61008.

23526

# Protección diferencial

## Bloques diferenciales Vigi C120

UNE EN 61009 y UNE EN 60947.2 Anexo B

Instantáneos 30, 300 y 500 mA clases AC, A y "sí". Selectivos 300 y 1000 mA clases AC, A y "sí", selectivos 500 mA clase A

### Funciones

#### Principales aplicaciones

El bloque diferencial de corriente residual Vigi C120 es de tipo electromecánico, es decir, funciona sin alimentación auxiliar; gracias a ello su campo de aplicación es muy amplio.

Se adapta al interruptor automático C120 de 10 a 125 A para realizar:

- c La protección de las instalaciones eléctricas contra los defectos de aislamiento.
- c La protección de personas contra contactos indirectos: sensibilidad media (300, 500, 1000 mA).
- c Protección complementaria de las personas contra los contactos directos: alta sensibilidad (30 mA).

Conforme la norma UNE EN 61009. No se produce decalaje térmico en el interruptor automático al adaptarse el bloque diferencial.

No es posible el acoplamiento entre el interruptor automático y el bloque diferencial si no coinciden el número de polos de ambos.

Los bloques Vigi selectivos  permiten una selectividad vertical total si:

- c Los dispositivos aguas arriba son retardados.
- c Los dispositivos aguas abajo son de tipo instantáneo y la sensibilidad es inferior a  $I_{\Delta n}/2$  del aparato de aguas arriba.

c Los bloques Vigi de tipo "sí" están especialmente diseñados para funcionar en redes perturbadas.

Los interruptores automáticos C120 asociados a bloques Vigi conservan sus características y siguen siendo compatibles con los auxiliares de señalización o de mando.

### Descripción



Interruptor automático diferencial  
C120

=



Interruptor automático  
C120

+



Bloque  
Vigi C120

#### Características comunes

- c El bloque diferencial Vigi C120 integra en un sólo elemento el relé diferencial y el toroidal. Se ofrece en versiones de 2, 3 y 4 polos.
- c Se ofrece en un sólo calibre de 125 A que se adapta a todos los calibres de C120 de 10 a 125 A.
- c Protección básica contra disparos intempestivos causados por sobretensiones transitorias (descarga de rayos, perturbaciones debidas a maniobras en la red, etc.).
- c El poder de cierre y de corte diferencial asignado ( $I_{\Delta m}$ ) es igual al poder de corte del interruptor automático ( $I_{cn}$ ).
- c Disparo instantáneos o selectivos .
- c Disparo a distancia: posible mediante el auxiliar de disparo por emisión de corriente MX o por el de mínima tensión MN.
- c Conexionado mediante bornes de caja para cables de cobre: idéntico a los interruptores automáticos C120:
  - v Cables flexibles: 1,5 a 35 mm<sup>2</sup>.
  - v Cables rígidos: 1 a 50 mm<sup>2</sup>.
- c Conforme a la norma UNE EN 61009.
- c **Ancho:**  
**C120 + bloque Vigi**

Tipo	N.º de pasos de 9 mm
------	----------------------

2P	13 (6 + 7)
3P	19 (9 + 10)
4P	22 (12 + 10)

c **Peso (g):**

Tipo	Vigi C120
2P	325
3P	500
4P	580

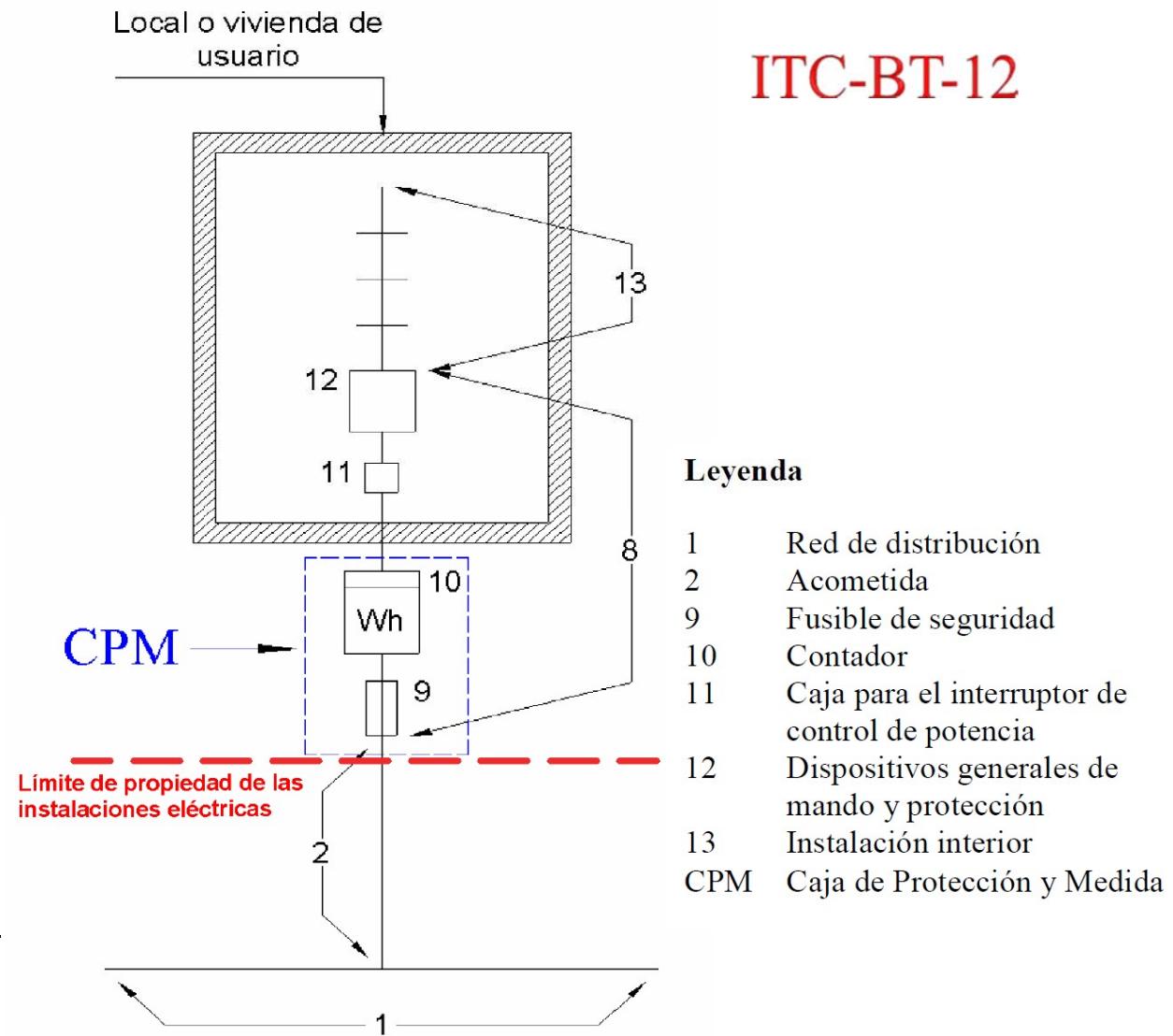
- c Visualización de disparo por defecto diferencial: desciende la maneta blanca en la cual aparece una banda roja.
- c Rearme simultáneo, después del disparo por defecto diferencial, de la parte magnetotérmica y diferencial al cerrar la maneta negra principal.

#### Características para clase AC y clase A estándar

- c Clase AC: estándar, 50...60 Hz.
- c Clase A : aseguran el disparo en presencia de corrientes con componente continua.
- c Nivel de inmunidad contra disparos intempestivos según onda de corriente tipo 8/20 fLs:
  - v Instantáneos: 250 A.
  - v Selectivos: 3 kA.

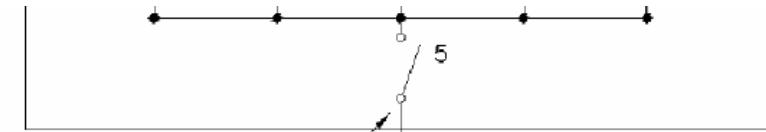
## ESQUEMA GENERAL DE LA RED ELÉCTRICA EN UN EDIFICIO

La instalación eléctrica de un edificio con un solo usuario seguirá el esquema:



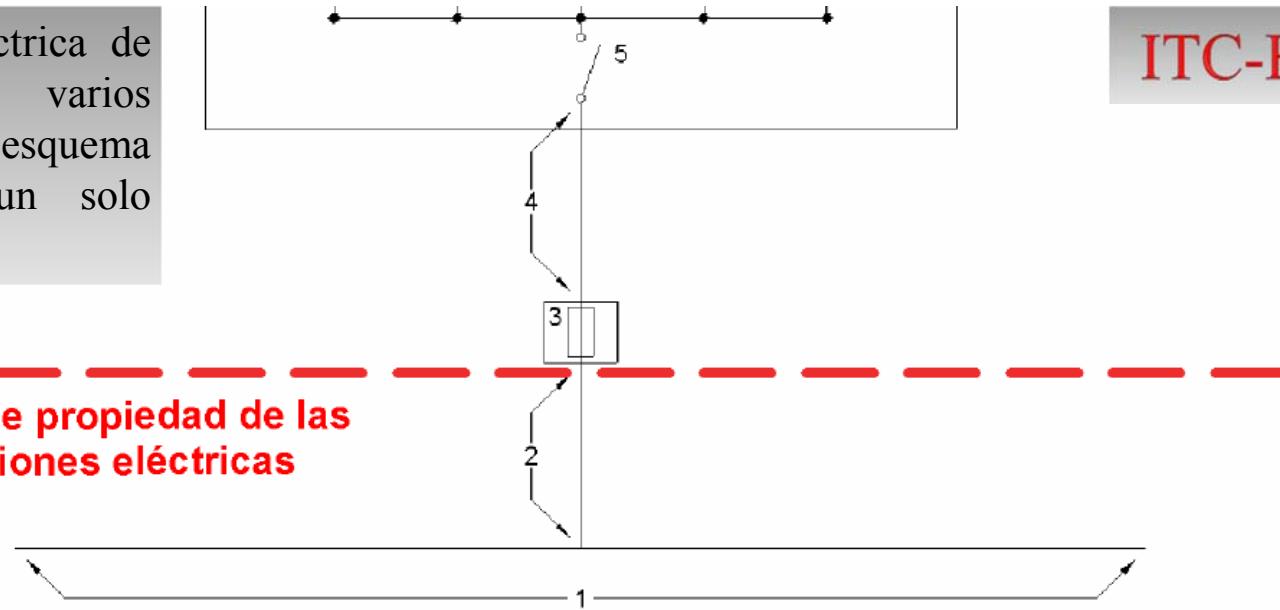
## ESQUEMA GENERAL DE LA RED ELÉCTRICA EN UN EDIFICIO

La instalación eléctrica de un edificio con varios usuarios seguirá el esquema (Contadores en un solo lugar):



**ITC-BT-12**

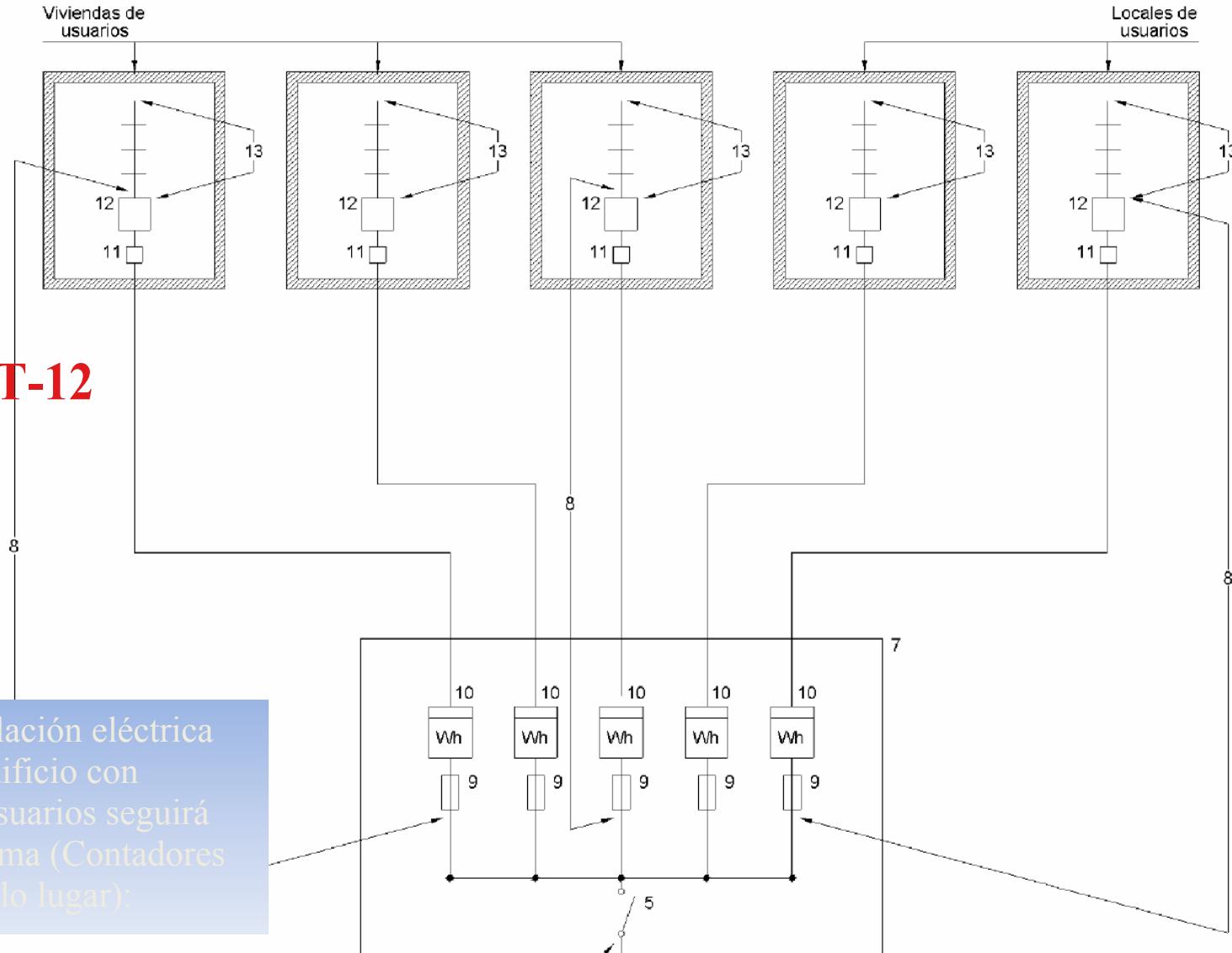
**Límite de propiedad de las instalaciones eléctricas**



### Leyenda

- |        |                                  |    |   |
|--------|----------------------------------|----|---|
| 1      | Red de distribución.             | 8  | Derivación individual.                        |
| 2      | Acometida.                       | 9  | Fusible de seguridad.                         |
| 3      | Caja general de protección.      | 10 | Contador.                                     |
| 4      | Línea general de alimentación.   | 11 | Caja para interruptor de control de potencia. |
| 5      | Interruptor general de maniobra. | 12 | Dispositivos generales de mando y protección. |
| ELEC 6 | Caja de derivación.              | 13 | Instalación interior.                         |
| 7      | Emplazamiento de contadores.     |    | 34/172  |

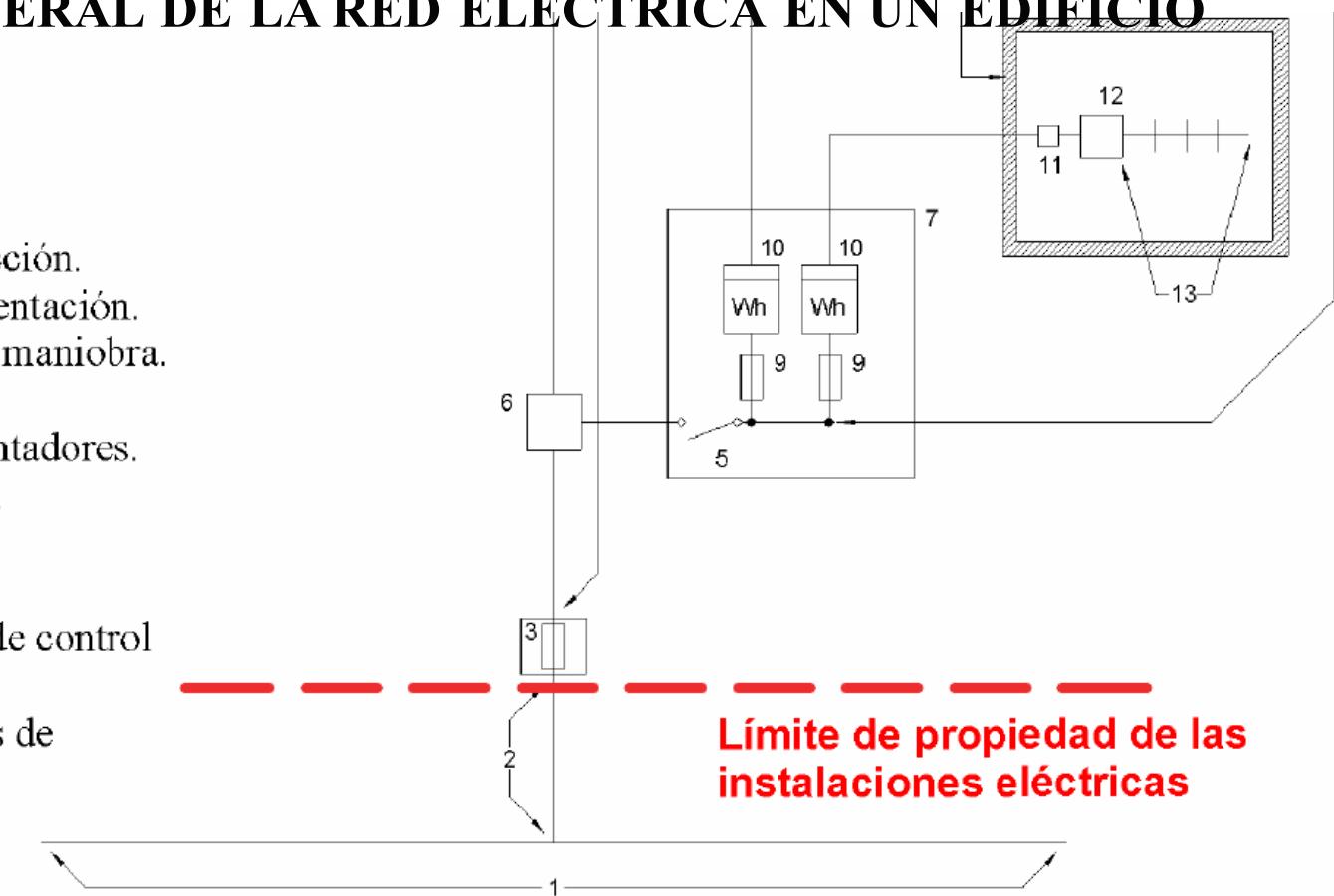
## ESQUEMA GENERAL DE LA RED ELÉCTRICA EN UN EDIFICIO



## ESQUEMA GENERAL DE LA RED ELÉCTRICA EN UN EDIFICIO

### Leyenda

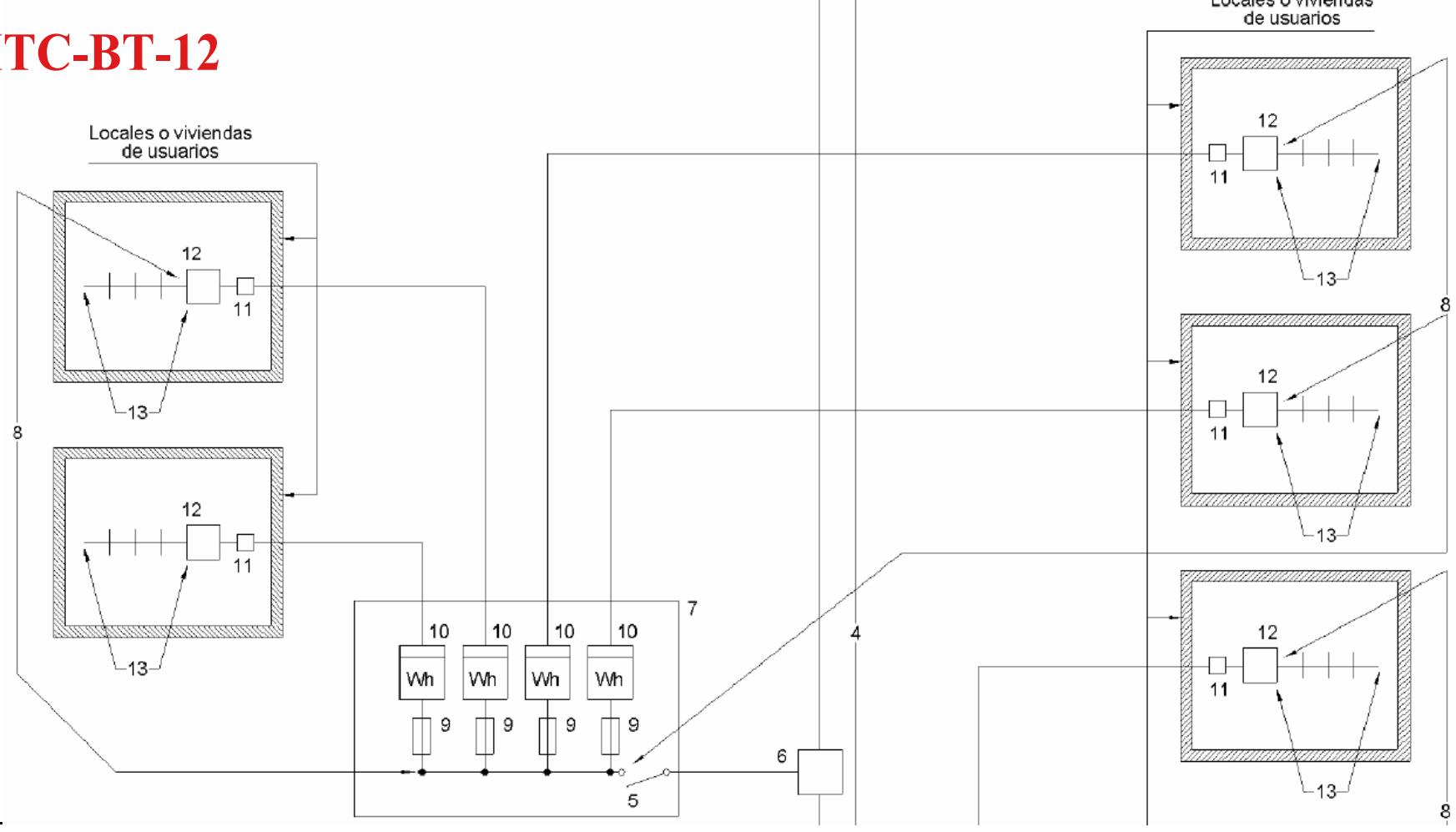
- 1 Red de distribución.
- 2 Acometida.
- 3 Caja general de protección.
- 4 Línea general de alimentación.
- 5 Interruptor general de maniobra.
- 6 Caja de derivación.
- 7 Emplazamiento de contadores.
- 8 Derivación individual.
- 9 Fusible de seguridad.
- 10 Contador.
- 11 Caja para interruptor de control de potencia.
- 12 Dispositivos generales de mando y protección.
- 13 Instalación interior.



La instalación eléctrica de un edificio con varios usuarios seguirá el esquema (Contadores en más de un lugar):

## ESQUEMA GENERAL DE LA RED ELÉCTRICA EN UN EDIFICIO

**ITC-BT-12**



**ITC-BT-11**

**ITC-BT-12 a 17**

## **ACOMETIDA E INSTALACIONES DE ENLACE**

- a) Comienzan en la red de distribución en B.T.
- b) Acometida: (Suministrador) Parte de la instalación de la red de distribución que alimenta a la C.G.P.  
No tienen Caída de tensión establecida.
- c) C.G.P: Caja General de Protección, Fusibles (Abonado),  
Protegen a las Líneas Generales de Alimentación.
- d) L.G.A.: Línea General de Alimentación, enlaza la C.G.P.  
con el centralizado de contadores.  
Si Totalmente centralizados  $e=0,5\%$   
Si Centralizaciones parciales  $e=1\%$

- e) **Centralizado:** Interruptor General de Maniobra
- f) Fusibles + Contador
- g) **D.I.:** Parte de la Instalación que sale de la L.G.A. y suministra energía a la instalación de UN Usuario.  
Si Totalmente centralizados e=1%  
Si Centralizaciones parciales e=0,5%  
D.I. = Fusibles Seg.+Contador+Mando y Protec (+Cable)
- h) **Dispositivos Generales de Mando y Protección.**  
Lo más cerca posible del punto de punto de entrada de la D.I., en viviendas junto a la puerta de entrada  
**I.C.P.:** Interruptor de Control de Potencia Automático General y Diferencial General
- i) **Dispositivos Individuales de Mando y Protección**  
En cada circuito interior

**ITC-BT-19**

## INSTALACIONES INTERIORES

### j) Instalación Interior

Viviendas       $e=3\%$  (ITC-25 nº de Ctos)

Otras Inst.       $e=3\%$  Alumbrado

$e=5\%$  Otros usos –Fuerza-

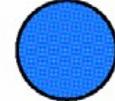
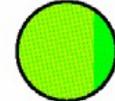
## ESQUEMA GENERAL DE LA RED ELÉCTRICA EN UN EDIFICIO

- Estas instalaciones la tensión asignada es 400/230 V. Cargas monofásicas estarán conectadas entre una fase y neutro → 230 V.
- Conductores activos: son los conductores de fase más el conductor neutro. En general, la sección del neutro deberá ser igual a la de las fases.
- Conductor de protección: se utiliza para conectar a tierra y entre sí todas las masas metálicas de la instalación (contactos directos e indirectos).
- Conductor de mando: sirve para unir los contadores y el interruptor de control de potencia (tarifa con discriminación horaria).

## ESQUEMA GENERAL DE LA RED ELÉCTRICA EN UN EDIFICIO

Conductores → fácilmente identificables (colores), neutro y protección.

Repartir de forma equilibrada las cargas entre las tres fases de la red.

conductor	coloración		
neutro <i>(o previsión de que un conductor de fase pase posteriormente a neutro)</i>		azul	
protección		verde-amarillo	
fase	marrón	negro	gris

## ACOMETIDA (ITC-BT-11)

La acometida (“2”) → instalación entre la red de distribución publica y la caja o cajas generales de protección del edificio.

La acometida es propiedad de la empresa suministradora de energía eléctrica.

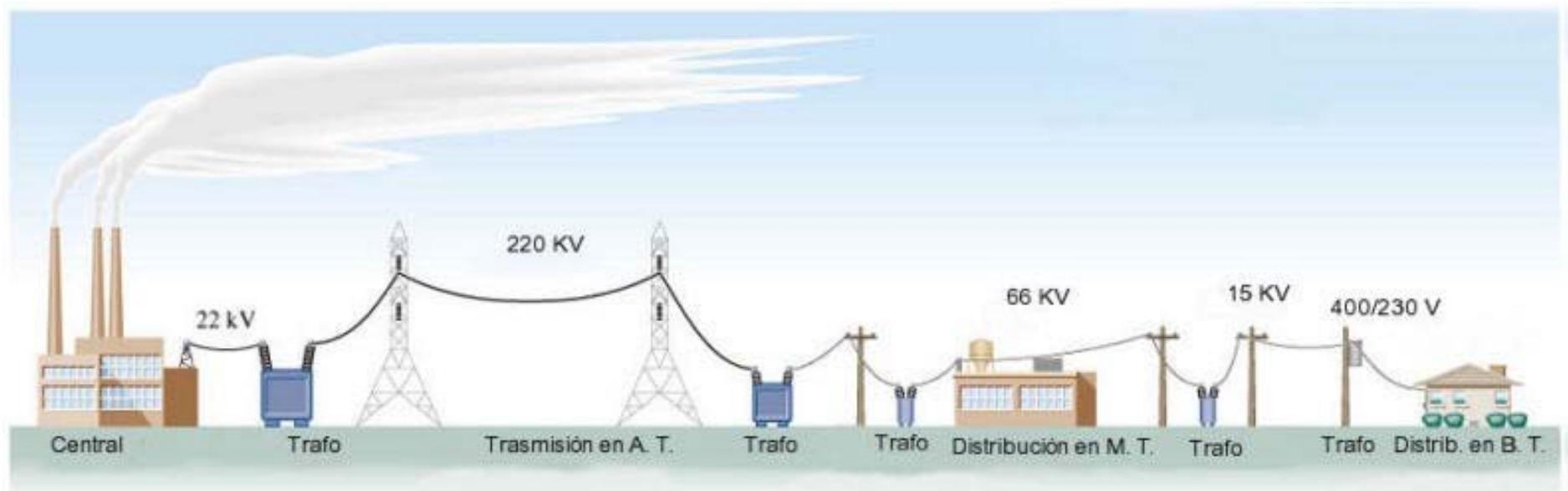
Las acometidas se pueden clasificar atendiendo a su trazado en:

- Aéreas
- Subterráneas
- Mixtas

La instalación de las acometidas debe cumplir los requisitos indicados en la instrucción ITC-BT-11.

## CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

**Generación, Transporte, Distribución (A.T.-B.T.)**



- Transporte 220 KV., 55 KV. (400 KV.)
- Subestación reduce de A.T. a M.T.
- Distribución en M.T. (A.T.) 12 KV. (Iberdrola 20 KV.)
- Centro de Transformación pasa de M.T. (A.T.) a B.T
- Distribución en B.T.
- Suministros domésticos ó industriales en B.T.

## CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

### DEFINICIÓN

Se denomina Centro de Transformación (CT) a una instalación provista de uno o varios transformadores reductores de Alta a Baja Tensión con la aparatura (interruptores, protecciones, aparatos de medida, ...) y la obra complementaria precisa.

“Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación”

“Normas Tecnológicas de la Edificación NTE-IET: Centros de transformación y NTE-IEB: Baja Tensión”

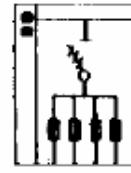
### Simbología:



Celda de línea en alta tensión



Celda de protección



Cuadro de distribución en baja tensión



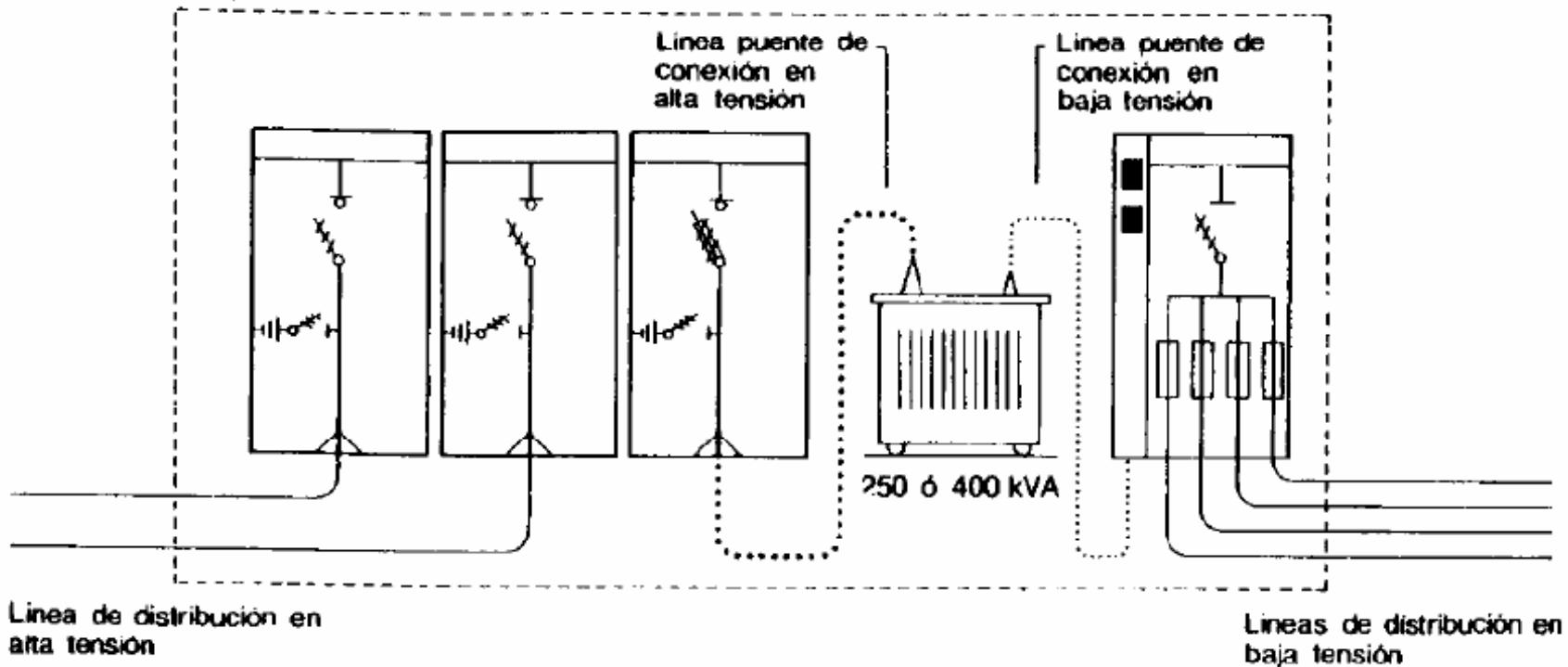
Transformador

..... Linea puente de conexión en alta tensión

..... Linea puente de conexión en baja tensión

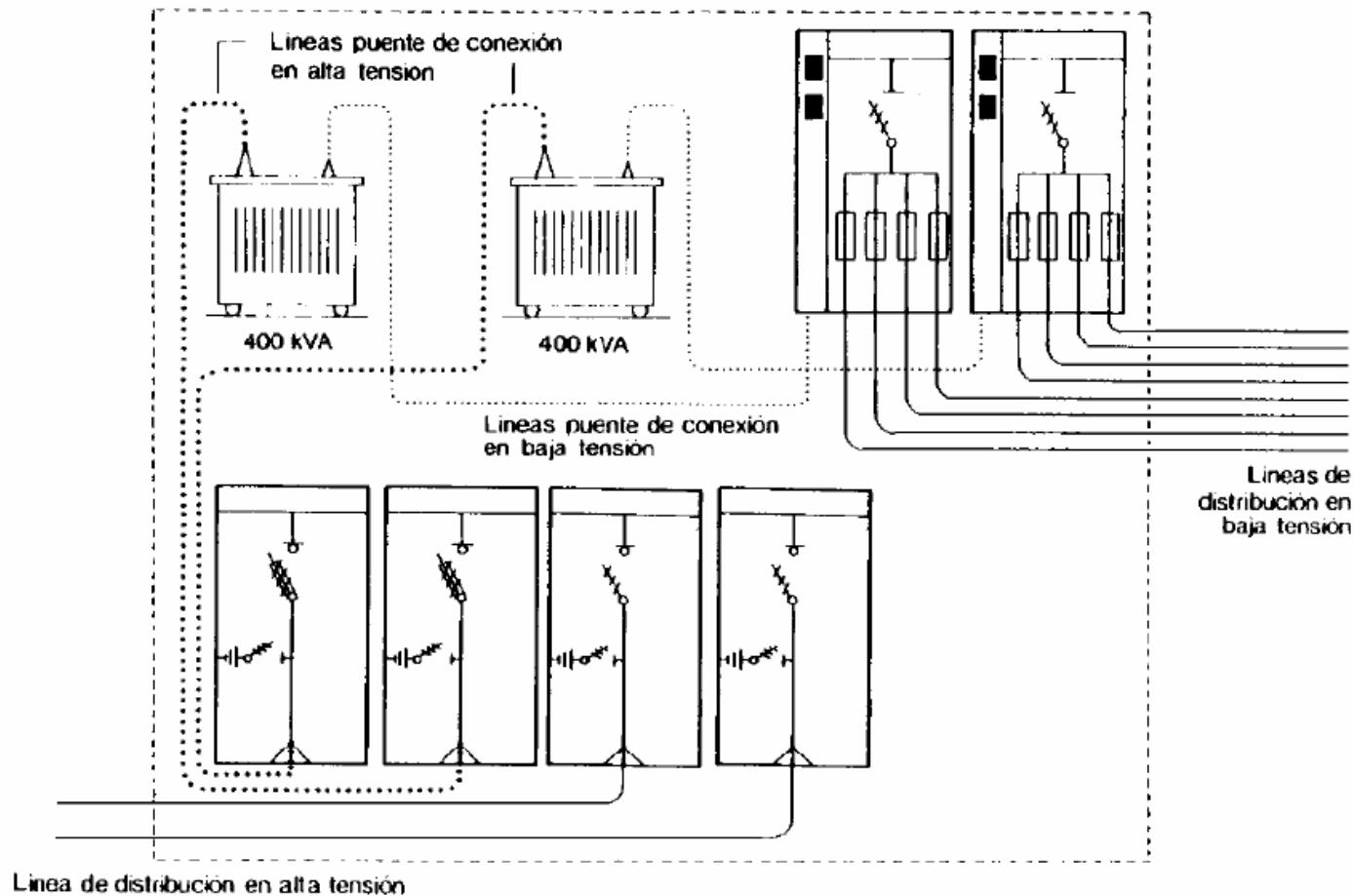
## CENTROS DE TRANSFORMACION

### Equipo transformador sencillo

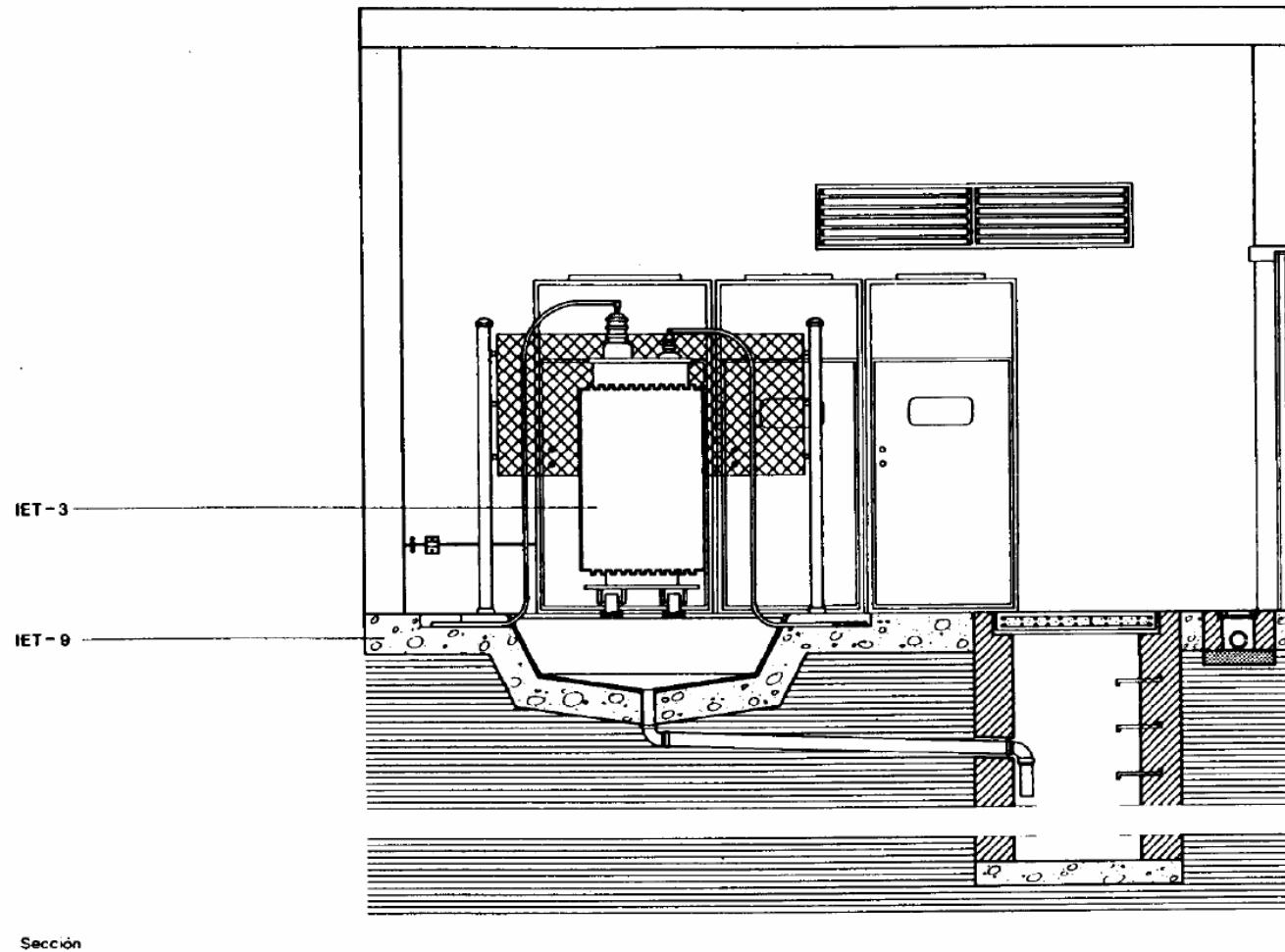


## CENTROS DE TRANSFORMACION

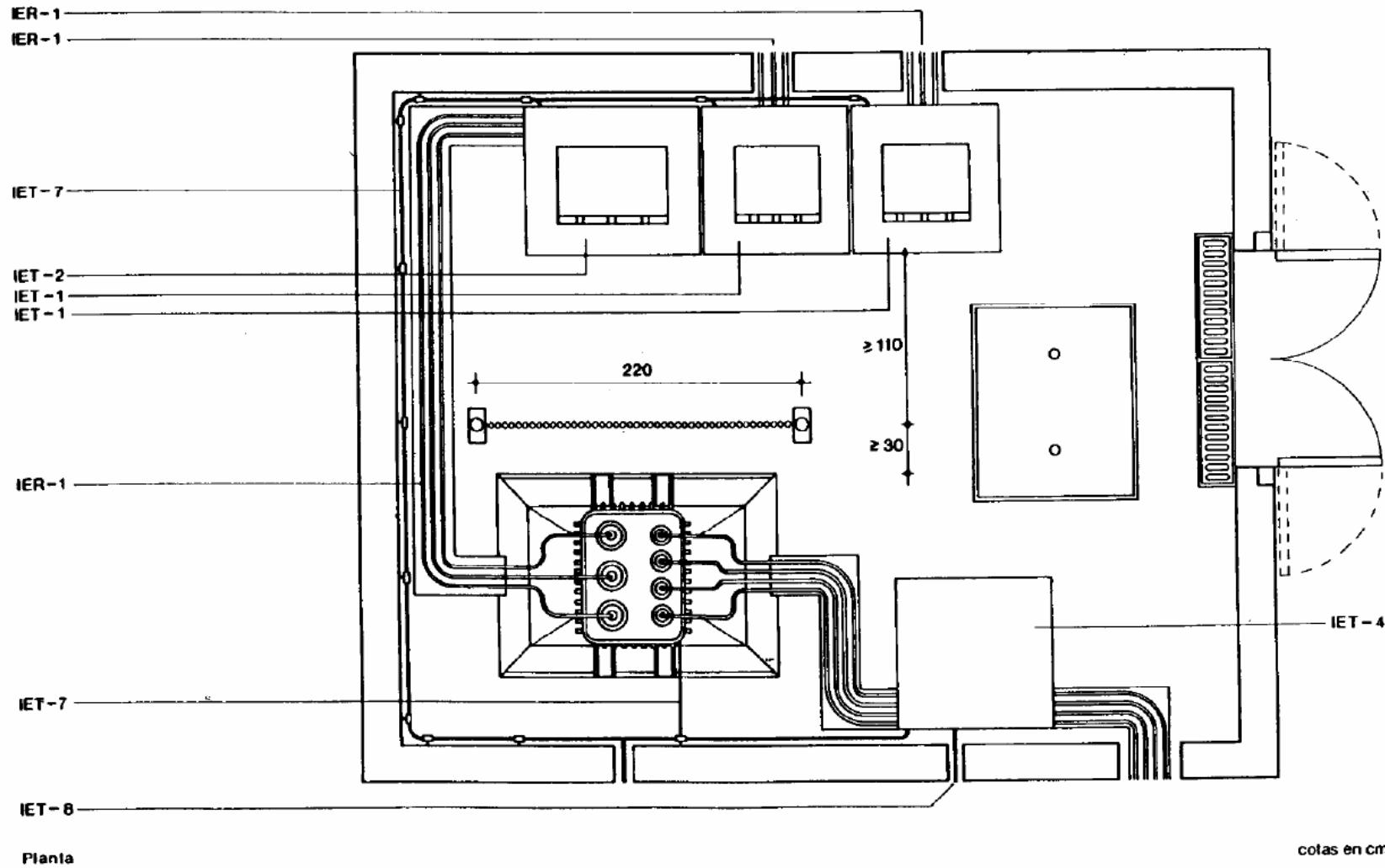
### Equipo transformador doble



## CENTROS DE TRANSFORMACIÓN



## CENTROS DE TRANSFORMACIÓN



## CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Centro de transformación interior es aquel que se aloja en un local.

- Es **obligatorio** reservar un local para CT en edificios con *cargas > 100 kW*.
- Situado en la planta baja o en la planta sótano.
- Referencias: Art. 13 REBT, NTE-IET: CT's y NTE-IEB Baja Tensión.
- Puede estar situado en espacios abiertos entre edificios, zonas ajardinadas, etc. en un local construido especialmente para su instalación.

## CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Centro de transformación de intemperie es aquel que se instala en el exterior sobre apoyos.

Según el número de transformadores existen CTs con “equipo transformador sencillo” y con “equipo transformador doble”.

Los elementos que constituyen los CTs son los siguientes:

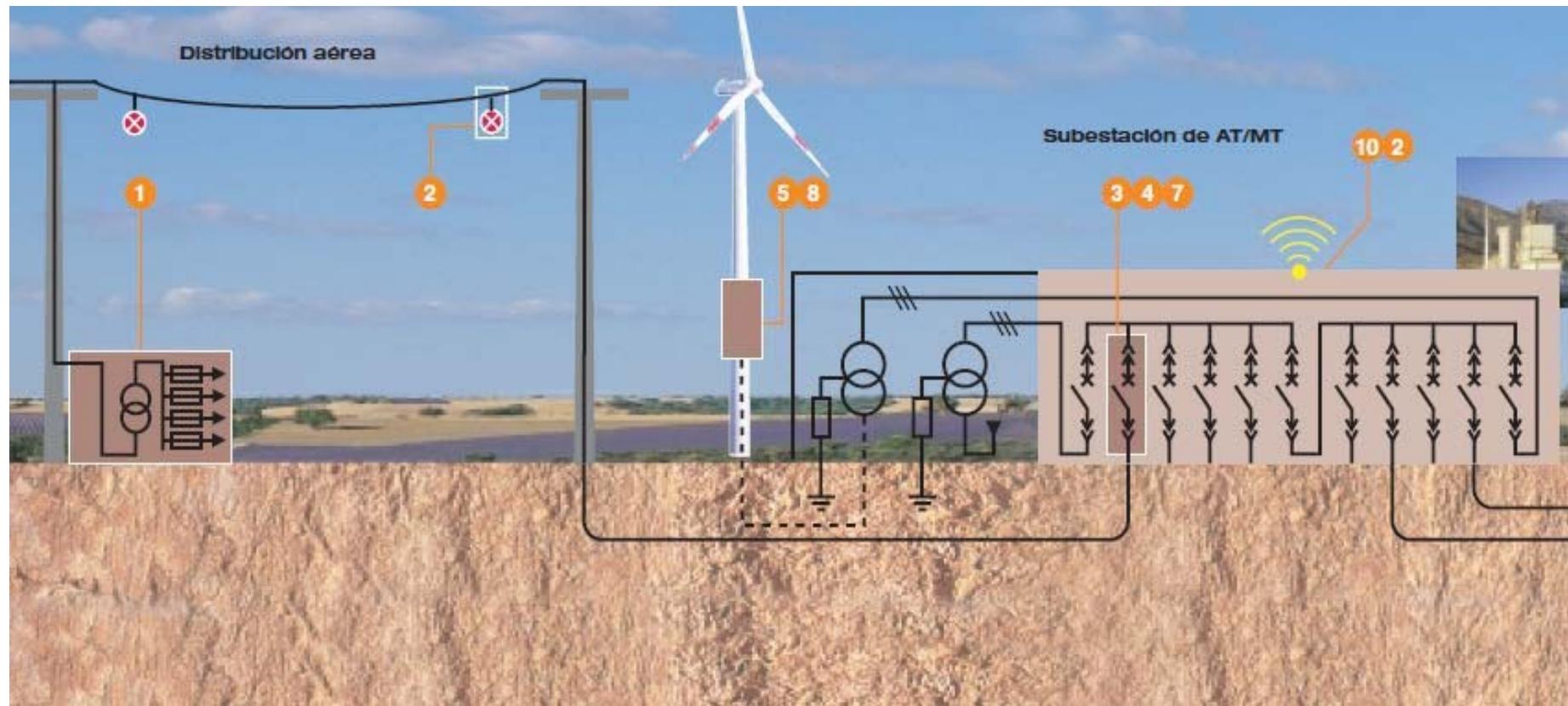
- **Celda de entrada de línea de A.T.:**

- Recibe el conductor de A.T. que alimenta al CT.
- Está equipada con interruptor de corte en carga y seccionador de puesta a tierra.

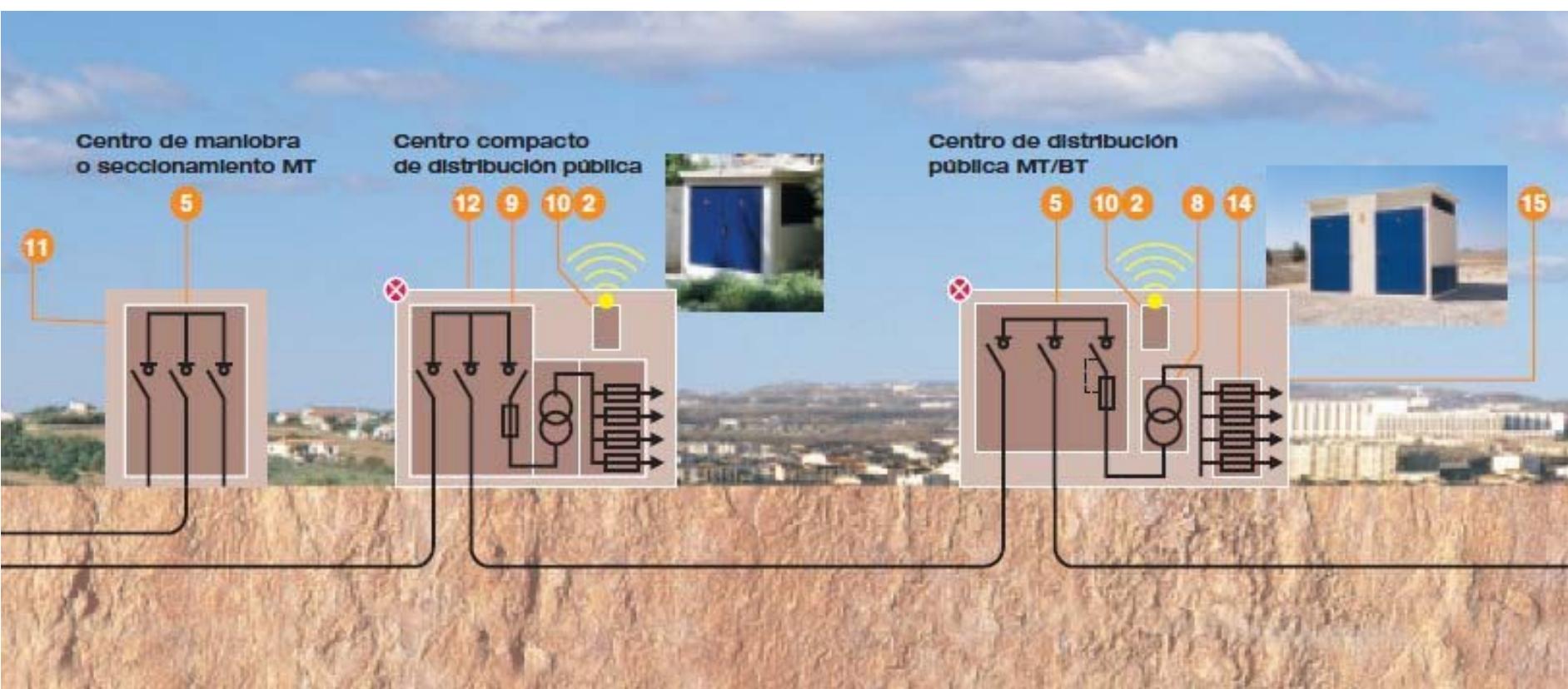
## CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

- **Celda de protección:**
  - Tiene los elementos de protección y maniobra en A.T. de un transformador.
  - Hay una de estas celdas por cada transformador del CT.
- **Celda de transformador:**
  - Punto donde se coloca el transformador de potencia.
  - Hay una por cada transformador del CT.
- **Cuadro de distribución en B.T.:**
  - En el desembocan las salidas B.T. de los transformadores.
  - Dispondrá de un interruptor general y de protecciones (fusibles) separadas para cada salida de B.T.

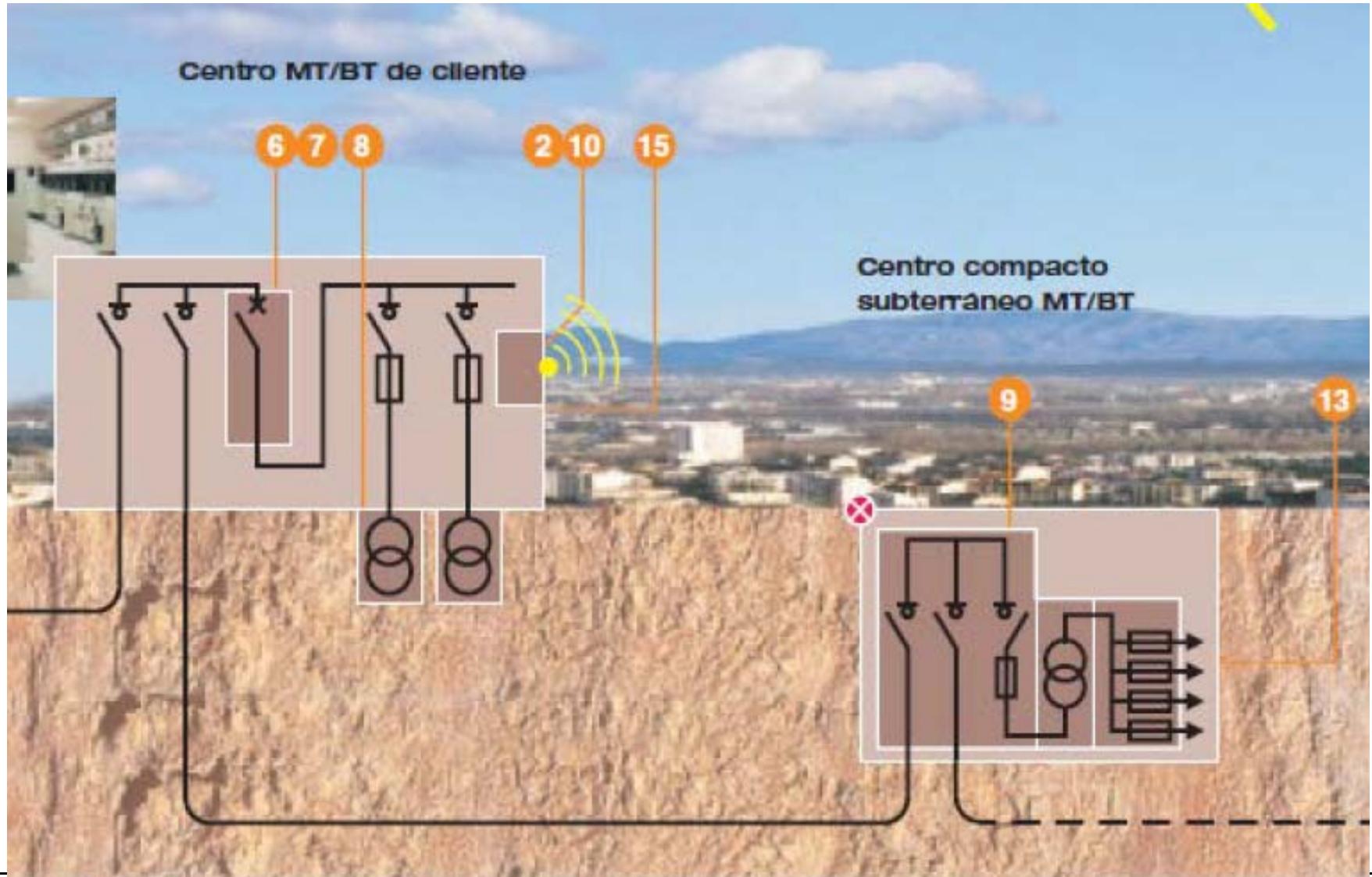
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS



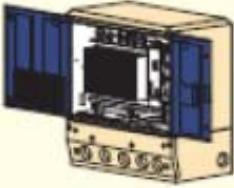
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS



# INSTALACIONES ELÉCTRICAS



# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

<p><b>1</b> Centro pie de poste</p>  <p><b>EHP-24</b> Hasta 250 kVA-24 kV Con envolvente de hormigón</p>	<p><b>2</b> Detector de paso de falta</p>  <p><b>Easergy Flite</b> Redes aéreas de MT</p>  <p><b>Easergy Flair</b> Redes subterráneas de MT</p>	<p><b>3</b> Celdas blindadas metalclad</p>  <p><b>MCset</b> Hasta 24 kV/3150 A</p>  <p><b>Fluair 400</b> Hasta 36 kV/2500 A</p> <p>Componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Interruptor automático SF, LF en SF6</li><li>■ Contactor Rollarc 400</li></ul>	<p><b>4</b> Relé de protección digital</p>  <p><b>Sepam 20, 40, 80</b> Protección, medida y control</p>	<p><b>5</b> Celdas compactas</p>  <p><b>RM6</b> 24 kV/630 A - 20 kA</p>  <p><b>CAS-36</b> 36 kV/630 A - 20 kA</p>
---	---	--	--	---

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

7

## Aparcamiento de maniobra y protección



Interruptores automáticos SF6  
SF-1, SFset, SF2, ISF2,  
de 12 a 40,5 kV  
LF1 - LF2 - LF3  
hasta 17,5 kV



Contactores Rollarc SF6  
R400 - R400D  
hasta 12 kV

8

## Transformador de distribución



Transformador seco Trihal  
Hasta 36 kV  
Autoextinguible  
de 160 a 2500 kVA



Transformador de llenado integral en aceite  
Hasta 36 kV  
De 50 a 2500 kVA

9

## Centros compactos MT/BT de interior



PLT-1, PLT-2  
Hasta 630 kVA/24 kV



PLT-3  
Hasta 630 kVA/36 kV

10

## Telecontrol y telegestión



Armarios de telemando  
Easergy T200 I,  
Easergy T200 P



Telegestión (GSM)  
W200, W500

11

## Centro prefabricado de seccionamiento

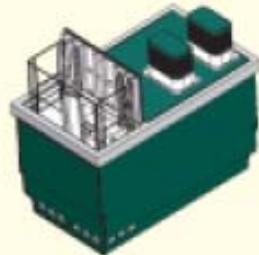


ECS-24 (24 kV)  
Hasta 4 funciones de maniobra

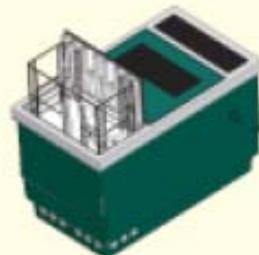


ECS-36 (36 kV)  
Hasta 4 funciones de maniobra

**13** Centro compacto  
MT/BT  
subterráneo



**EHSV** (hasta 36 kV)  
Con ventilación  
vertical



**EHSV** (hasta 24 kV)  
Con ventilación  
horizontal

**14** Cuadro de BT  
con fusibles



**CBT**  
Hasta 1600 A

**15** Centros  
prefabricados  
de MT/BT



**Monobloque**  
EHC-24 kV  
EHC-36 kV  
EHC-36 C



**Modular**  
24 kV y 36 kV

## INSTALACIÓN DE ENLACE (ITC-BT-12 a 17)

- Une la caja general de protección con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.
- Comienzan en el final de la acometida y terminan en los dispositivos generales de mando y de protección.
- Discurren por lugares de uso común y quedarán propiedad del usuario, que se responsabilizará de su conservación y mantenimiento.

## INSTALACIÓN DE ENLACE.

ESQUEMAS (ITC-BT-12)

Las partes que constituyen las instalaciones de enlace (ITC-BT-12) son:

- Caja General de Protección (CGP) (3)
- Línea General de alimentación (LGA) (4)
- Elementos para la Ubicación de Contadores (CC) (7)
- Derivación Individual (DI) (8)
- Caja para el Interruptor de Control de Potencia (ICP) (11)
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP) (12)

## INSTALACIÓN DE ENLACE.

ESQUEMAS (ITC-BT-12)

Para un solo usuario (Pag. 34):

- Caja general de protección y equipo de medida → en el mismo lugar
- No existe, por tanto, la Línea General de Alimentación.
- Y el fusible de seguridad (9) coincide con el fusible de la CGP.
- La CGP incluye también el contador, sus fusibles de protección y, en su caso, un reloj para discriminación horaria.
- Y se denomina **Caja de Protección y Medida (CPM)**.

## INSTALACIÓN DE ENLACE.

LINEA GENERAL DE ALIMENTACION (ITC-BT-14)

- Es aquella que enlaza la Caja General de Protección con el centralizado de contadores.
- Estarán constituidas por conductores aislados en el interior de tubos empotrados, enterrados ó en montaje superficial. En canalizaciones eléctricas prefabricadas s/norma UNE-EN 60.439-2. Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica al efecto.
- El trazado será lo más corto y rectilíneo posible, por zonas de uso común.
- Las dimensiones de otros tipos de canalizaciones (Distintas a tubos) deberán permitir la ampliación de la sección de los conductores un 100%.

## CABLES.

- Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre ó aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión 0,6/1 kV.
- La sección de los cables será uniforme en todo su recorrido y sin empalmes (Excepto las realizadas dentro de cajas de conexión para alimentar centralizados de contadores parciales)
- La sección mínima será de 10 mm<sup>2</sup> en cobre ó 16 mm<sup>2</sup> en aluminio.
- La caída de tensión máxima permitida
  - 0,5% Contadores totalmente centralizados.
  - 1% Centralizaciones parciales de contadores.

- Para la sección de neutro se tendrá en cuenta el máximo desequilibrio que pueda preverse ...

Para la sección del conductor neutro se tendrán en cuenta el máximo desequilibrio que puede preverse, las corrientes armónicas y su comportamiento, en función de las protecciones establecidas ante las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran presentarse. El conductor neutro tendrá una sección de aproximadamente el 50 por 100 de la correspondiente al conductor de fase, no siendo inferior a los valores especificados en la tabla 1.

Tabla 1

FASE	NEUTRO	Diámetro exterior de los tubos (mm)
		(mm <sup>2</sup> )
10 (Cu)	10 (Cu)	75
16 (Cu)	10 (Cu)	75
16 (Al)	16 (Al)	75
25	16	110
35	16	110
50	25	125
70	35	140
95	50	140
120	70	160
150	70	160
185	95	180
240	120	200

*El conductor neutro deberá ser, en general, de la misma sección que los conductores de fase excepto cuando se justifique que no pueden existir desequilibrios o corrientes armónicas debidas a cargas no lineales.*

*A partir de la sección de 25 mm<sup>2</sup> para fase y 16 mm<sup>2</sup> para neutro, el diámetro exterior del tubo no está condicionado por el tipo de material del conductor (cobre o aluminio).*

## Protección de incendios:

- La instalación de cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.
- Los cables serán “no propagadores de la llama” y con emisión de humos y opacidad reducida.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP) (ITC-BT-13)

- Alojan los elementos de protección (fusibles) de las líneas generales de alimentación.
- En estas cajas empieza la instalación eléctrica propiedad de los usuarios.
- Se instalará una CGP (3) por cada Línea General de Alimentación (LGA).
- Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores.
- Permite acceso rápido para el corte de la alimentación de todo el edificio en caso de averías, incendios, etc.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP) (ITC-BT-13)

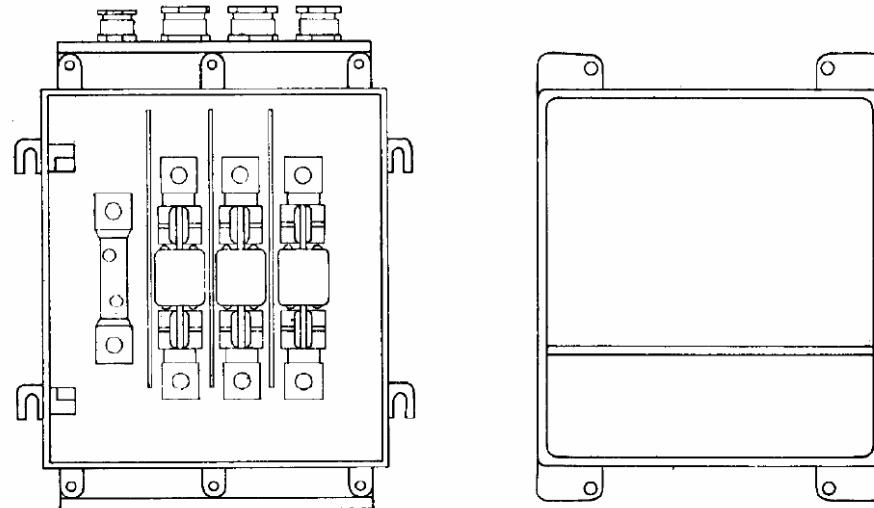
- Cuando exista un CT, el **cuadro de baja tensión** podrá utilizarse **como Caja General de Protección**.
- Si la **acometida es aérea** la Caja General de Protección se puede instalar en **montaje superficial**.
- Si la **acometida es subterránea** se instalará siempre en un **nicho de la pared**. No se alojaran más de dos CGP en un mismo nicho.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP) (ITC-BT-13)

Dentro de las CGP se instalarán fusibles en todos los conductores de fase.

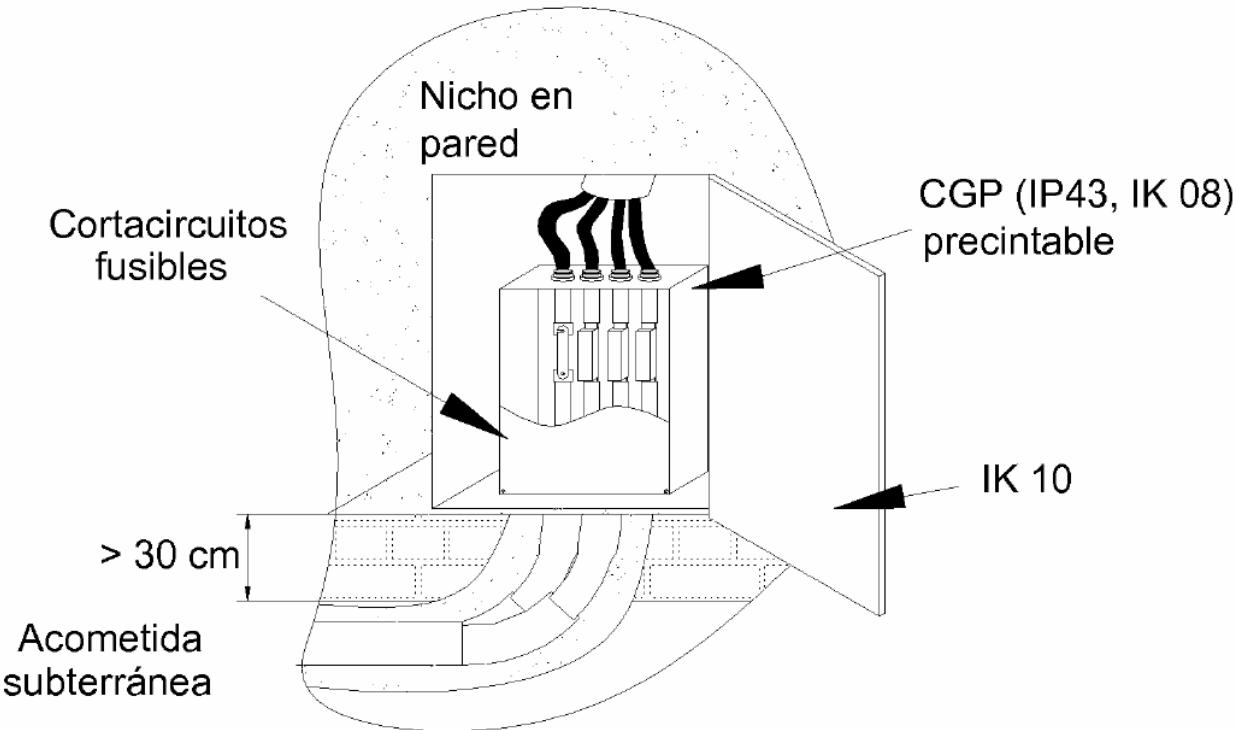
El neutro (izquierda) estará constituido por una conexión *amovible* y dispondrá también de un borne para su puesta a tierra si procede.



## INSTALACIÓN DE ENLACE

### CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP) (ITC-BT-13)

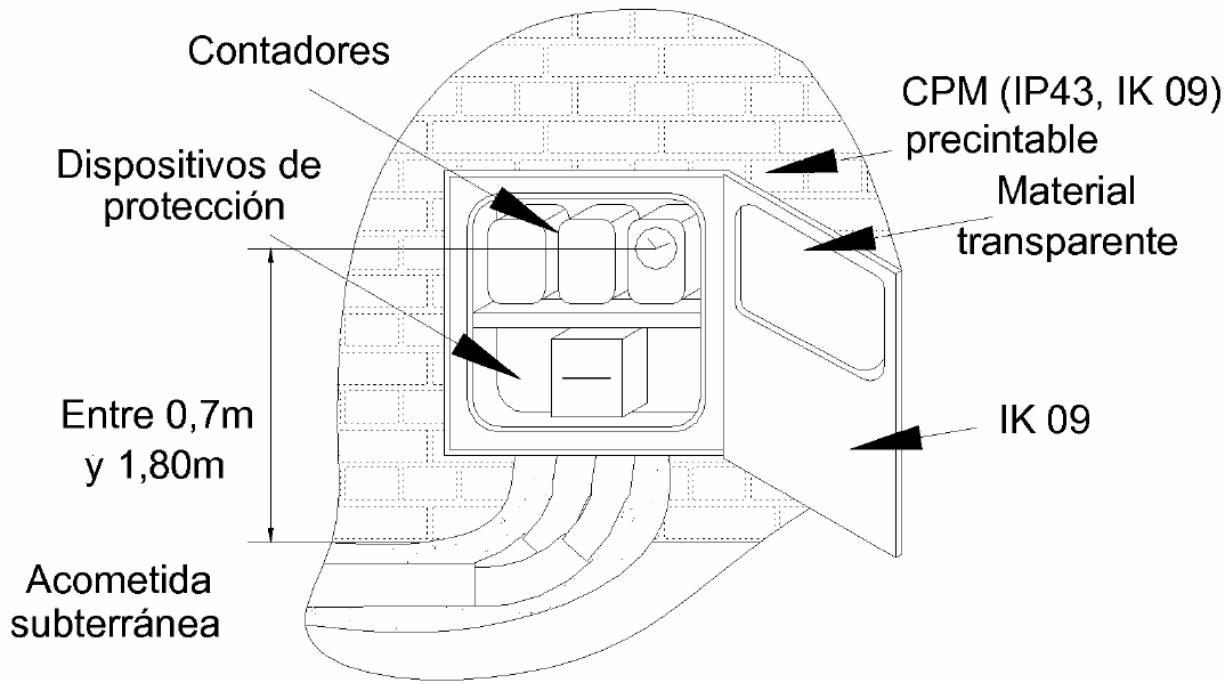
*Caja General de Protección instalada en un nicho de la pared con acometida subterránea*



## INSTALACIÓN DE ENLACE

CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP) (ITC-BT-13)

*Caja de Protección y Medida con acometida subterránea*



## INSTALACIÓN DE ENLACE

CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP) (ITC-BT-13)

- Las Cajas de Protección y Medida no admiten el montaje superficial.
- Las CGP y CPM cumplirán las prescripciones de la ITC-BT-13.
- Deben ajustarse a las especificaciones de la empresa suministradora.
- En las NTE-IEB se dan indicaciones sobre el montaje de las CGP.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

### LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA) (ITC-BT-14)

- La Línea General de Alimentación (LGA) (4) enlaza la CGP con la centralización de contadores.
- Habrá una única Línea General de Alimentación por cada CGP.
- De una misma LGA pueden hacerse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores.
- Normalmente la línea principal de tierra se colocará en la misma canalización que la LGA.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA) (ITC-BT-14)

La carga máxima a transportar por una LGA (NTE-IEB):

- 150 kW
- 240 kW (línea alimentada directamente desde un CT)
- Para cargas superiores ➔ se dispondrán varias LGA.

La ITC-BT-14: sistemas de instalación para las LGA.

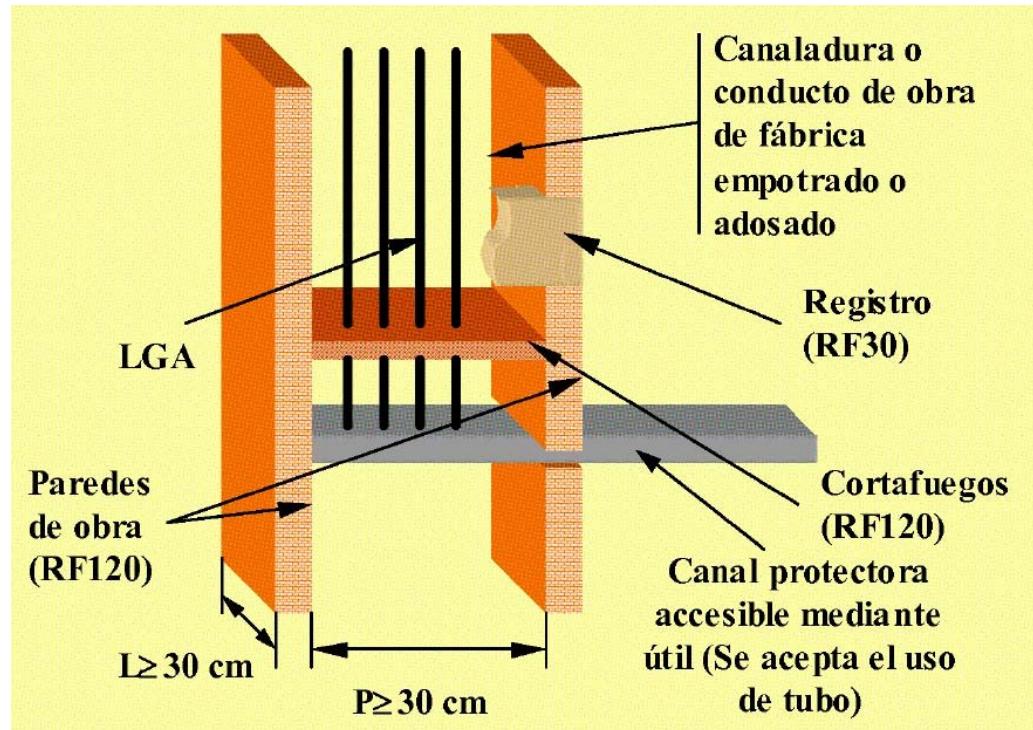
La ITC-BT-07: normas generales para estos sistemas de instalación.

Las NTE-IEB: indicaciones sobre el montaje de las LGA.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA) (ITC-BT-14)

Canaladura vertical para LGA:



Los conductores a utilizar, **tres de fase y uno de neutro**, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI) (ITC-BT-15)

- Es la parte de la instalación que, partiendo de la LGA suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Se inicia en el embarrado general y comprende:
  - Los fusibles de seguridad (9)
  - El conjunto de medida (10)
  - Los cables
  - El interruptor de control de potencia (11)
  - Los dispositivos de mando y protección (dentro de la vivienda) (12)

En las Figs. iniciales las DI tienen la referencia (8) e incluyen los elementos con las referencias (9), (10), (11) y (12).

## INSTALACIÓN DE ENLACE

DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI) (ITC-BT-15)

Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios.

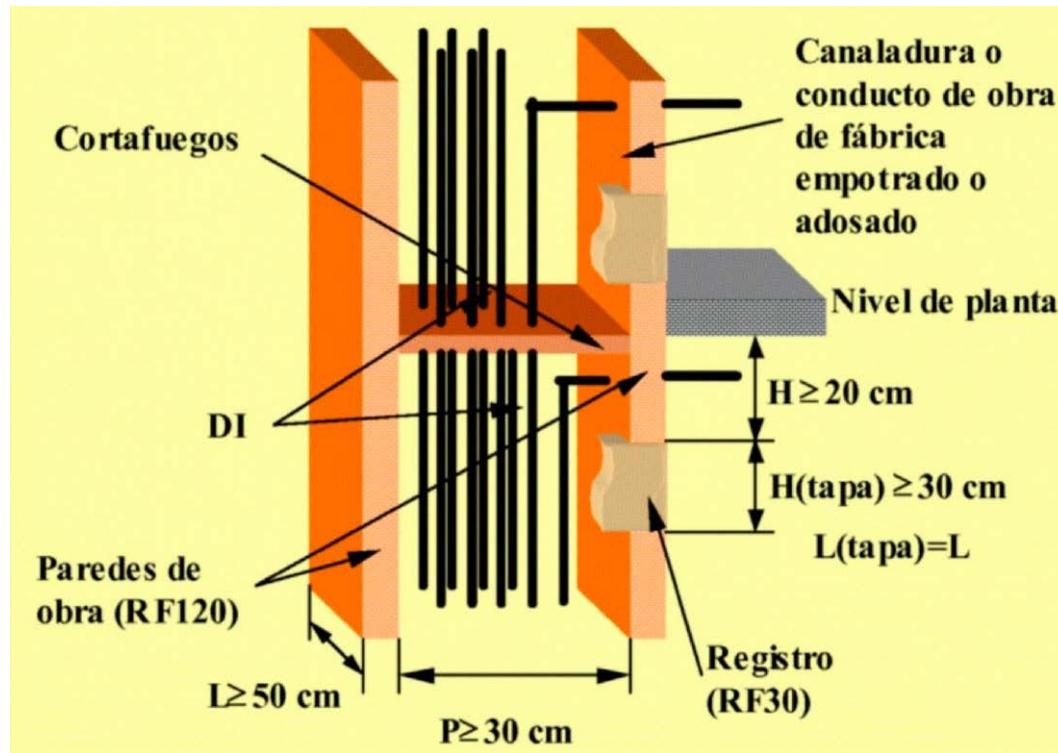
Instalación:

- La ITC-BT-15 señala los sistemas de instalación que pueden utilizarse para las DI.
- En la ITC-BT-07 se indican normas generales para estos sistemas de instalación.
- En las NTE-IEB se dan indicaciones sobre el montaje de las DI.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI) (ITC-BT-15)

DI utilizando canal o tubo y conducto cerrado de obra de fábrica. En 2 filas.



## INSTALACIÓN DE ENLACE

DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI) (ITC-BT-15)

- \* (Idem LGA) Estarán constituidas por conductores aislados en el interior de tubos empotrados, enterrados o en montaje superficial. En canalizaciones eléctricas prefabricadas s/norma UNE-EN 60.439-2. Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica al efecto.
- Los tubos y canales protectores tendrán una sección que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 %. En todo caso además habrá un tubo de reserva por cada 10 DI o fracción. El diámetro mínimo de los tubos será de 32 mm.
- En el interior de canales protectores, podrá haber dos o más DI, mediante cable con cubierta.

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- El número de conductores depende del número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente (potencia)
- Cada línea lleva su conductor neutro así como el conductor de protección.
- Cada derivación individual incluirá el hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas.
- Los cables NO presentarán empalmes y su sección será uniforme.
- No se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI) (ITC-BT-15)

- Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y *normalmente* unipolares.
- El aislamiento de los conductores a utilizar será:
  - si son unipolares, la tensión asignada es 450/750 V.
  - si son multiconductores o si están en el interior de tubos enterrados, la tensión asignada es 0,6/1 kV.
- Los cables y sistemas de conducción deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

### CONTADORES (ITC-BT-16)

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, podrán estar ubicados en:

- Módulos (cajas con tapas precintables)
- Paneles
- Armarios

Cada derivación individual lleva en su origen una protección compuesta por fusibles de seguridad.

Estos fusibles se instalarán antes del contador y se colocarán en cada una de las fases que van al mismo.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

CONTADORES (ITC-BT-16)

- En el caso de suministro a un **único usuario** (o a dos usuarios alimentados desde un mismo lugar) los contadores se instalarán **en la CPM**.
- En los **demás tipos** de suministro los contadores se instalarán de **forma concentrada** en uno o varios lugares.

Las concentraciones de contadores (CC) se instalarán en:

- Nº de contadores a instalar es superior a 16 → **Obligatorio en Local**
- Nº de contadores a instalar es inferior ó igual a 16 → **Local ó Armario**

- **Locales** dedicados únicamente a este fin.

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano (excepto concentraciones parciales por plantas)
- Lo más próximo posible a la entrada del edificio...
- ... y a la canalización para las D.I.
- Será de fácil y libre \*acceso (Portal, recinto portería ...)
- **Nunca** podrá coincidir en el mismo local con otros servicios como cuarto de calderas, contadores de agua o gas, telecomunicaciones, maquinaria ascensores, almacén, trastero, basura, etc.
- No servirá de paso ni acceso a otros locales.
- Dispondrá de ventilación e iluminación suficiente.
- Cuando la cota del suelo sea inferior a los locales o pasillos colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe.
- La puerta de acceso abrirá hacia el exterior de dimensiones mínimas 0,70x2m y estará equipada con la \*cerradura normalizada que tenga la empresa suministradora

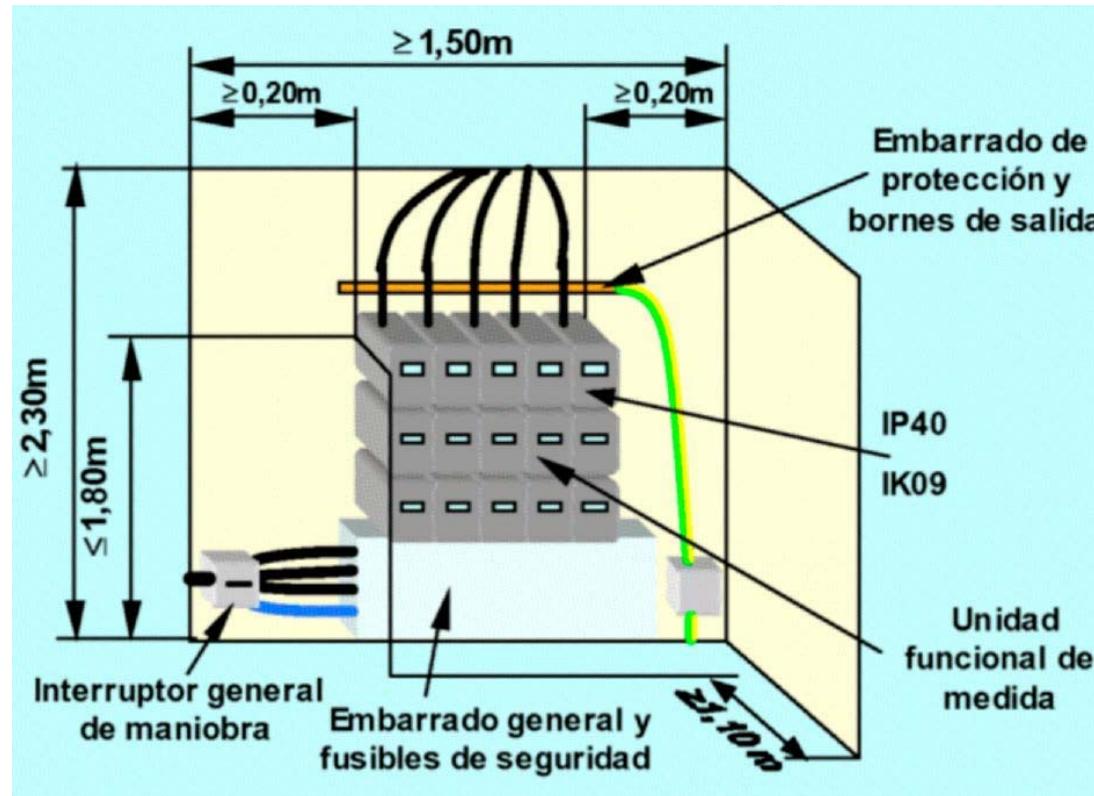
- Armarios (sólo si el número de contadores no es superior a 16).

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano (excepto concentraciones parciales por plantas)
- No tendrán bastidores intermedios que dificulten la instalación o lectura de los contadores y demás dispositivos.
- Desde la parte más saliente del armario hasta la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,5 m como mínimo.
- Las puertas de cierre dispondrán de la cerradura que tenga normalizada la empresa suministradora.
- Dispondrá de ventilación e iluminación suficiente.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

CONTADORES (ITC-BT-16)

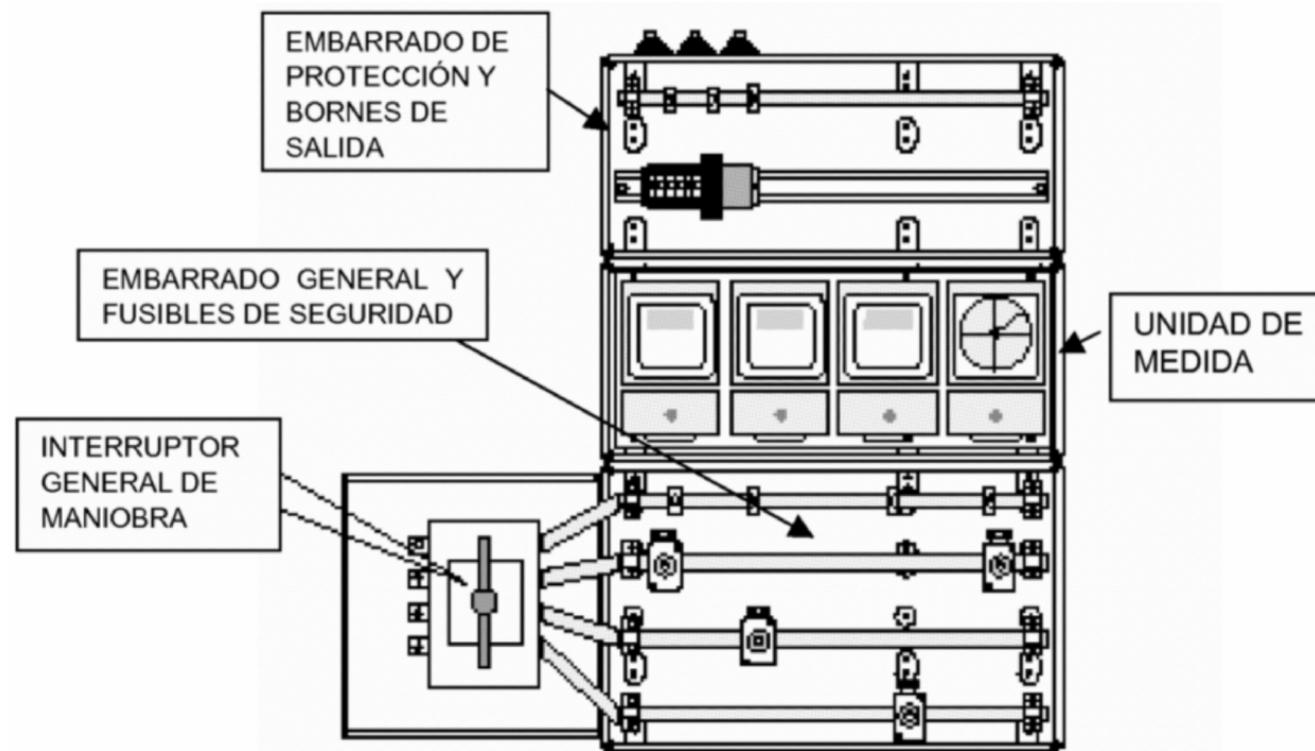
Contadores centralizados en un local



## INSTALACIÓN DE ENLACE

CONTADORES (ITC-BT-16)

*Unidades funcionales principales de una centralización de contadores*



## INSTALACIÓN DE ENLACE

CONTADORES (ITC-BT-16)

Las concentraciones estarán formadas eléctricamente por:

### 1.- Unidad funcional de **Interruptor General de Maniobra**

Su misión es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores.

Se instalará entre la línea general de alimentación y el embarrado general de la concentración de contadores.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

CONTADORES (ITC-BT-16)

### 2.- Unidad funcional de **Embarrado General y Fusibles de Seguridad**

Contiene el embarrado general de la concentración y los fusibles de seguridad correspondientes a todos los suministros que estén conectados al mismo.

### 3.- Unidad funcional de **Medida (El Contador)**

Contiene los contadores, interruptores horarios y/o dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

CONTADORES (ITC-BT-16)

### 4.- Unidad funcional de **Mando** (opcional)

Contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro.

### 5.- Unidad funcional de **Embarrado de Protección y Bornes de Salida**

Contiene el embarrado de protección, que estará conectado a tierra y donde se conectarán los cables de protección (Verde/Amarillo) de cada derivación individual así como los bornes de salida de las D.I.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCION.  
INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP). (ITC-BT-17)

- Se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la D.I. en el local o vivienda.
- En viviendas, junto a la puerta de entrada, entre 1,4 y 2 m. de altura, y no podrán colocarse en dormitorios, baños, aseos, etc.
- En locales destinados a actividades industriales o comerciales, lo más próximo posible a una puerta de entrada y altura mínima de 1 m.
- Se colocará una caja para el ICP inmediatamente antes de los demás dispositivos, independiente y precintable. Se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen demás dispositivos de mando y protección.
- Los dispositivos Individuales de cada circuito de la instalación interior podrán instalarse en cuadros separados en otros lugares.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCION.  
INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP). (ITC-BT-17)

- El **ICP** es un interruptor magnetotérmico.
- Limita la potencia que puede consumir el abonado a la potencia contratada con la compañía suministradora.
- Cuando se contratan dos potencias distintas → dos ICP → día y noche.
- El hilo de mando conecta contadores y ICPs → conmutación de ICPs.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP). CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN (ITC-BT-17)

El **Cuadro General de Mando y Protección** incluye al menos:

- Un **Interruptor General Automático** (IGA), corte omnipolar, que permita accionamiento manual, protección contra sobrecargas y cortocircuitos, independiente del ICP.
- Un **Interruptor Diferencial General** (ID) destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos. (Si todos los circuitos interiores disponen de protección individual se puede prescindir del Diferencial General) (Si existen varios diferenciales *en serie* → Selectividad)
- Los **Interruptores Diferenciales** (ID) de los circuitos interiores serán de alta sensibilidad (30 mA), no deberá alimentar más de cinco circuitos.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP). CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN (ITC-BT-17)

El **Cuadro General de Mando y Protección** incluye al menos:

- Dispositivos destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada circuito interior, podrán ser **Pequeños Interruptores Automáticos (PIA)**.
- Dispositivo de **protección contra sobretensiones**, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP). CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN (ITC-BT-17)

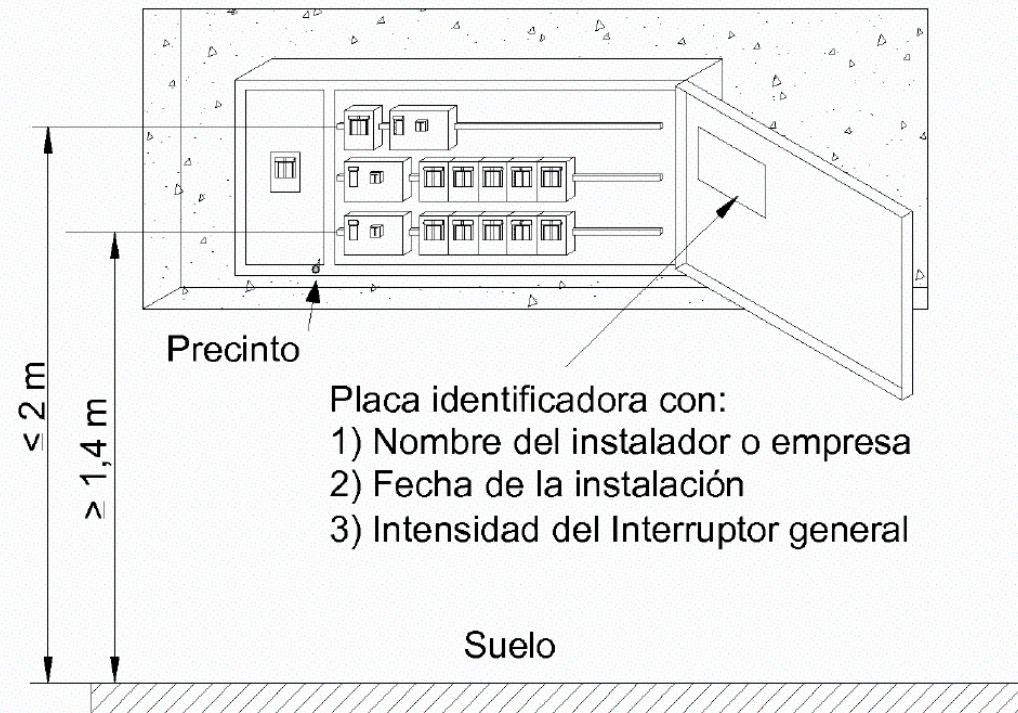
- Si se instalase un ID por circuito o grupo de circuitos → prescindir del ID general.
- El IGA, el ID y la protección de sobretensiones → **son el final** de la instalación de enlace y de la derivación individual.
- Los ID parciales y PIAs de cada circuito → **son el origen** de la instalación interior.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP). CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN (ITC-BT-17)

*Interruptor de control de potencia y cuadro general de mando y protección*

Envolvente  
con un IP 30 e IK 07



## INSTALACIÓN DE ENLACE

INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP). CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN (ITC-BT-17)

Todos los interruptores del Cuadro General de Protección serán omnipolares. Cortarán todas las fases y el neutro:

- Circuitos monofásicos → interruptores bipolares
- Circuitos trifásicos → interruptores tetrapolares

Tendrán los polos protegidos:

- Interrupción de acuerdo con las corrientes admisibles por los conductores del circuito que protegen.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP). CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN (ITC-BT-17)

El Cuadro incluirá un borne de tierra con una regleta:

- para conectar el conductor de protección de los contadores
- para conectar los conductores de protección de los circuitos interiores.

Podrá incluir otros mecanismos: contactores, relojes temporizadores....

Puede ser único o pueden existir varios que cuelguen de uno general y situados en lugares diferentes del local.

## INSTALACIÓN DE ENLACE

INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP). CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN (ITC-BT-17)

- El Cuadro se situará lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario.
- Se colocará una caja para el ICP, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimiento independiente y precintable.
- Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

## INSTALACIÓN DE ENLACE

INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP). CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN (ITC-BT-17)

En viviendas el cuadro → junto a la puerta de entrada y no podrá colocarse en dormitorios, baños, aseos, etc.

En los locales industriales o comerciales → próximo a una puerta de entrada.

El Cuadro está regulado por la ITC-BT-17 en:

- “dispositivos generales e individuales de mando y protección”
- “dispositivos privados de mando y protección”.

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

Varias “Instrucciones Técnicas Complementarias” del REBT se dedican a las instalaciones interiores de B.T.; especialmente para viviendas:

- Las ICT-BT 19 al 24: cables, canalizaciones, protecciones, ...
- Las ICT-BT 25 al 27 se dedican a las instalaciones en viviendas.
- Las ICT-BT 28 al 30 y la 50: pública concurrencia, riesgo de explosión,...
- Las ICT-BT 31 al 42: piscinas, obras, quirófanos, ascensores, ...
- Las ICT-BT 43 al 49: alumbrado, motores, sistemas de calefacción, ...

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS (ITC-BT-25)

El REBT define dos “Grados de Electrificación” para las viviendas:

### *Electrificación básica*

Se plantea como el sistema mínimo, a los efectos de uso, de la instalación interior de las viviendas en edificios nuevos.

Su objeto es permitir la utilización de los aparatos electrodomésticos de uso básico sin necesidad de obras posteriores de adecuación.

# **INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

## **INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS**

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS (ITC-BT-25)

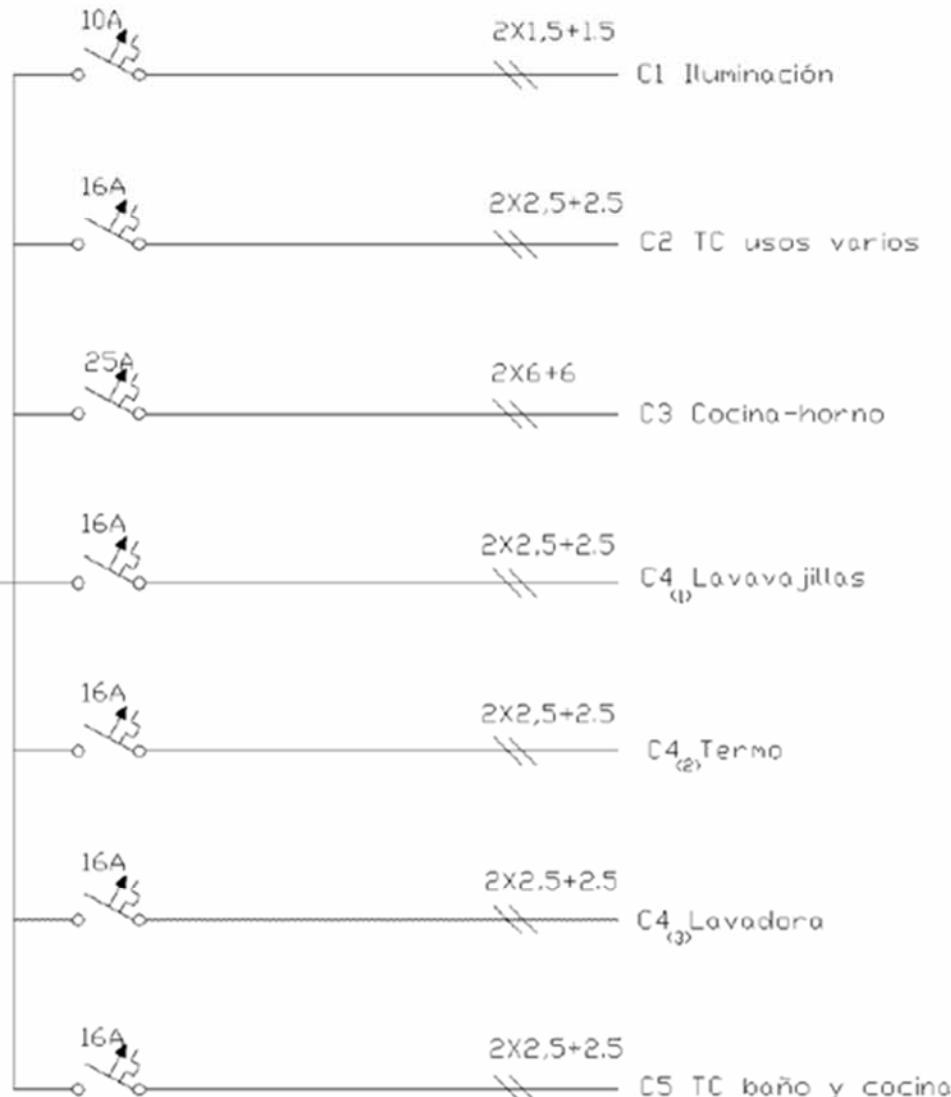
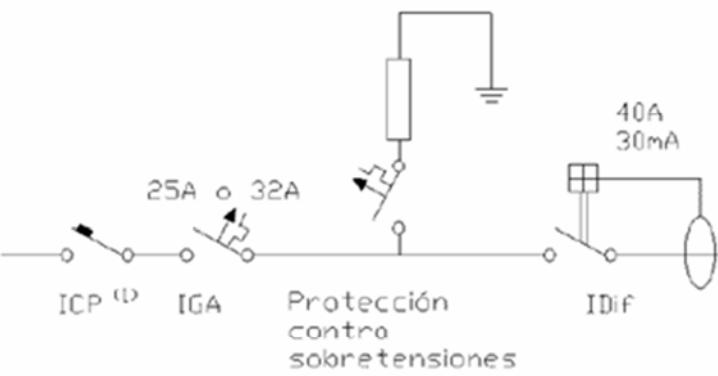
La electrificación básica cuenta con los siguientes circuitos independientes:

- C1, destinado a alimentar los puntos de iluminación.
- C2, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.
- C3, destinado a alimentar la cocina y horno.
- C4, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- C5, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

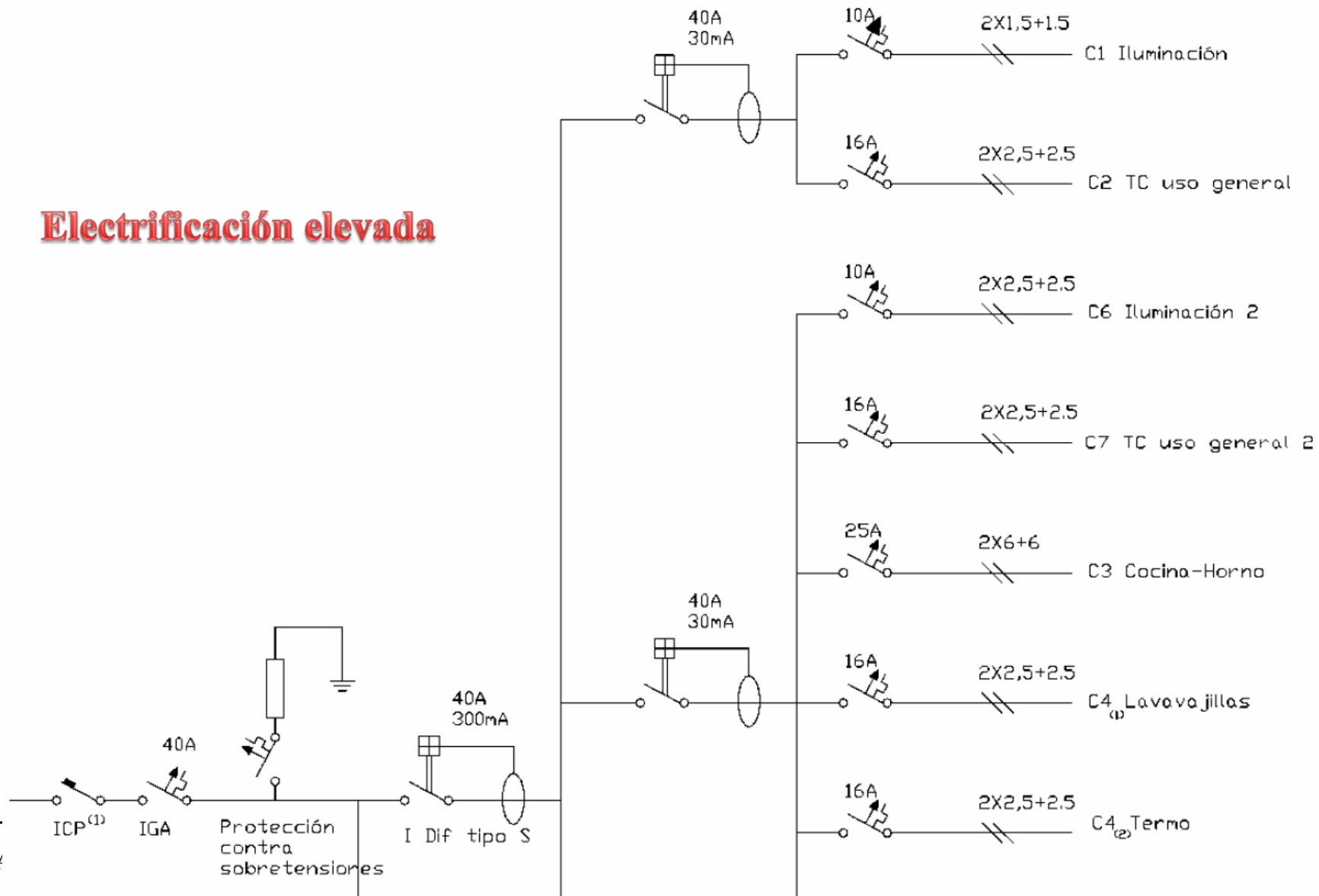
## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

### Electrificación básica



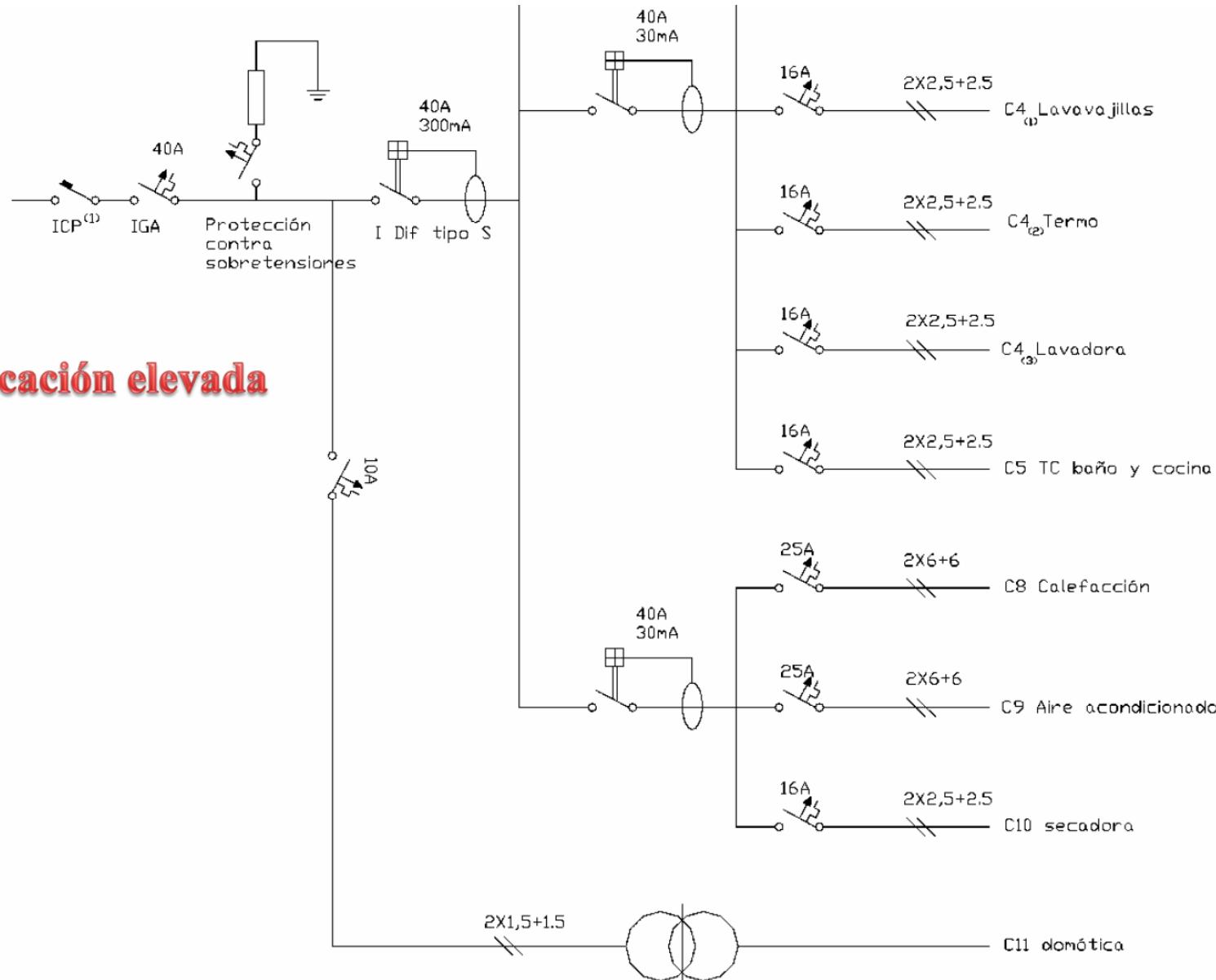
# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS



# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS



## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS (ITC-BT-25)

Una vivienda será de "electrificación elevada" cuando:

- superficie útil de la vivienda superior a 160 m<sup>2</sup>.
- si está prevista la instalación de aire acondicionado.
- si está prevista la instalación de calefacción eléctrica.
- si está prevista la instalación de sistemas de automatización.
- si está prevista la instalación de una secadora.
- si el número de puntos de utilización de alumbrado es superior a 30.
- si el número de puntos de utilización de tomas de corriente de uso general es superior a 20.

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS (ITC-BT-25)

Se instalarán los siguientes circuitos adicionales:

- C6, tipo C1, uno por cada 30 puntos de luz.
- C7, tipo C2, uno por cada 20 tomas de corriente o si superficie > 160 m<sup>2</sup>.
- C8, destinado a la instalación de calefacción eléctrica.
- C9, destinado a la instalación aire acondicionado.
- C10, destinado a la instalación de una secadora independiente.
- C11, sistema de automatización, gestión de energía y de seguridad.
- C12, circuitos adicionales de los tipos C3 o C4, o tipo C5 (nº de tomas de corriente > 6).

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS (ITC-BT-25)

Características eléctricas de los circuitos en viviendas

Círculo de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad F <sub>s</sub>	Factor utilización F <sub>u</sub>	Tipo de toma <sup>(7)</sup>	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm <sup>2</sup> <sup>(5)</sup>	Tubo o conducto Diámetro mm <sup>(3)</sup>
C <sub>1</sub> Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz <sup>(9)</sup>	10	30	1,5	16
C <sub>2</sub> Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C <sub>3</sub> Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C <sub>4</sub> Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A <sup>(8)</sup>	20	3	4 <sup>(6)</sup>	20
C <sub>5</sub> Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20
C <sub>6</sub> Calefacción	<sup>(2)</sup>	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>9</sub> Aire acondicionado	<sup>(2)</sup>	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>10</sub> Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C <sub>11</sub> Automatización	<sup>(4)</sup>	---	---	---	10	---	1,5	16

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS (ITC-BT-25)

Número mínimo de puntos de utilización de cada estancia de la vivienda.

Estancia	Círcuito	Mecanismo	nº mínimo	Superf./Longitud
Acceso	C <sub>1</sub>	pulsador timbre	1	
Vestíbulo	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	---
		Interruptor 10.A	1	---
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	1	---
Sala de estar o Salón	C <sub>1</sub>	Punto de luz	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
		Interruptor 10 A	1	
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 <sup>(1)</sup>	una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeado al entero superior
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
Dormitorios	C <sub>1</sub>	Puntos de luz	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
		Interruptor 10 A	1	
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	3 <sup>(1)</sup>	una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeado al entero superior
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	---
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1	---

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS (ITC-BT-25)

Número mínimo de puntos de utilización de cada estancia de la vivienda.

Baños	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	--- ---
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p+T	1	---
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	---
Pasillos o distribuidores	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10 A	1 1	uno cada 5 m de longitud uno en cada acceso
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	1	hasta 5 m (dos si L > 5 m)
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	---
Cocina	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	2	extractor y frigorífico
	C <sub>3</sub>	Base 25 A 2p + T	1	cocina/horno
	C <sub>4</sub>	Base 16 A 2p + T	3	lavadora, lavavajillas y termo
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p + T	3 <sup>(2)</sup>	encima del plano de trabajo
	C <sub>8</sub>	Toma calefacción	1	---
	C <sub>10</sub>	Base 16 A 2p + T	1	secadora
Terrazas y Vestidores	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y Otros	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS (ITC-BT-25)

- El Cuadro General de Mando y Protección dispondrá de un IGA de intensidad nominal  $> 25$  A.
- Los interruptores diferenciales tendrán una sensibilidad  $< 30$  mA.
- El IGA es independiente del ICP y no puede ser sustituido por éste.

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS (ITC-BT-25)

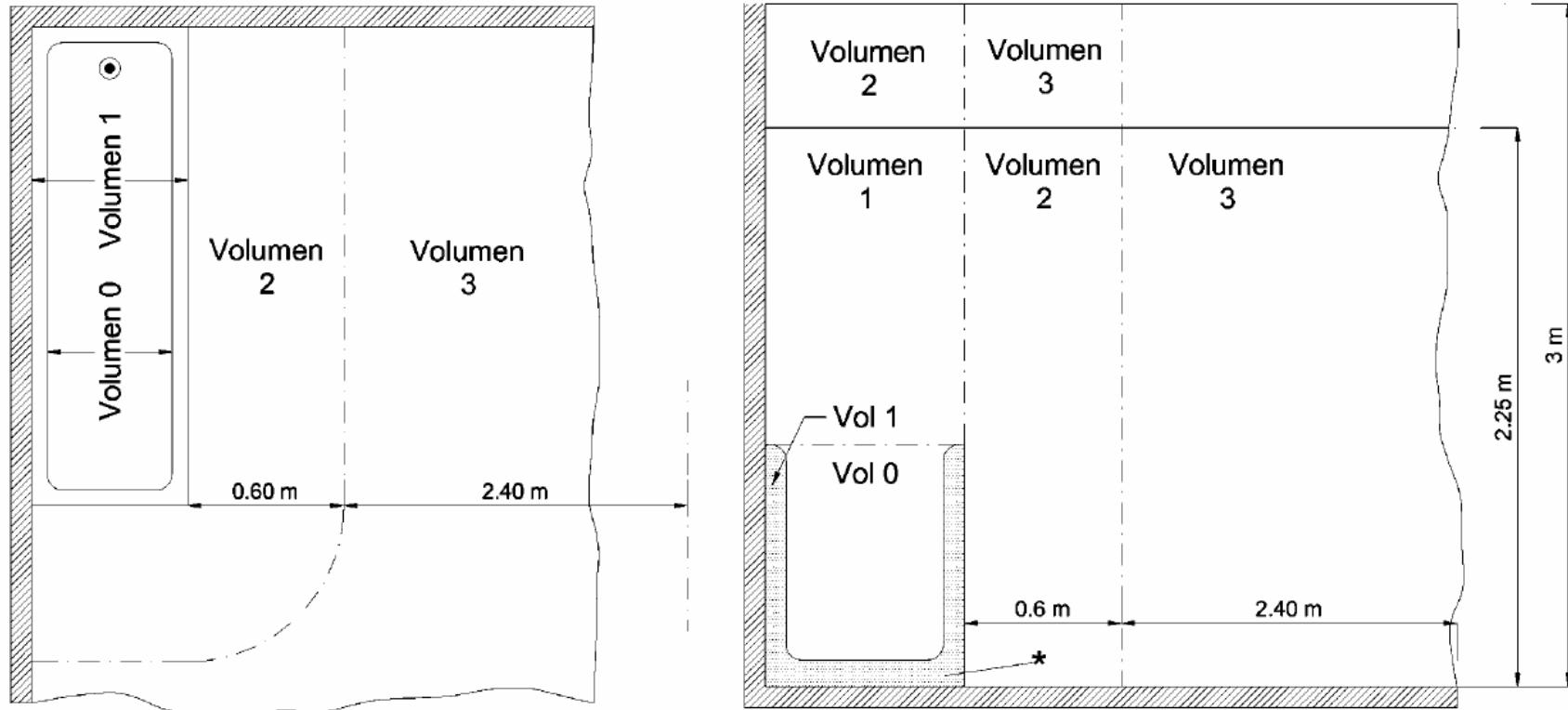
En suministros monofásicos, la intensidad nominal del IGA en función de la previsión de cargas viene dada por:

Electrificación	Potencia (W)	Calibre del IGA (A)
<i>Básica</i>	5 750	25
	7 360	32
<i>Elevada</i>	9 200	40
	11 500	50
	14 490	63

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. LOCALES CON BAÑERAS O DUCHAS (ITC-BT-27)

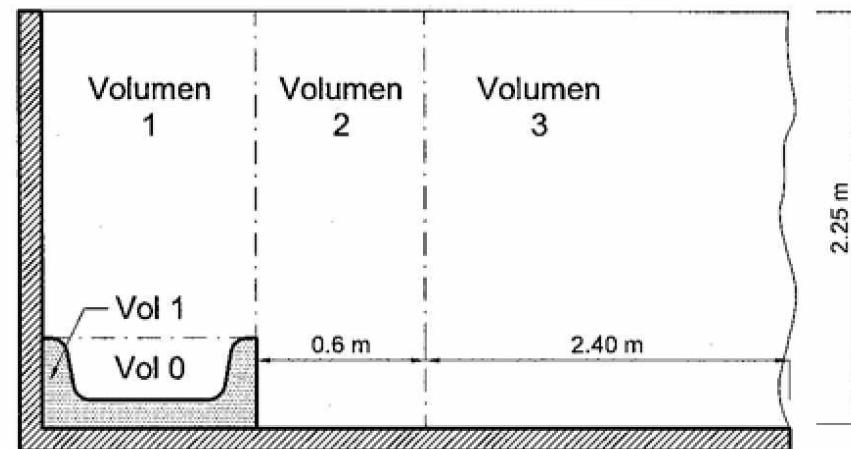
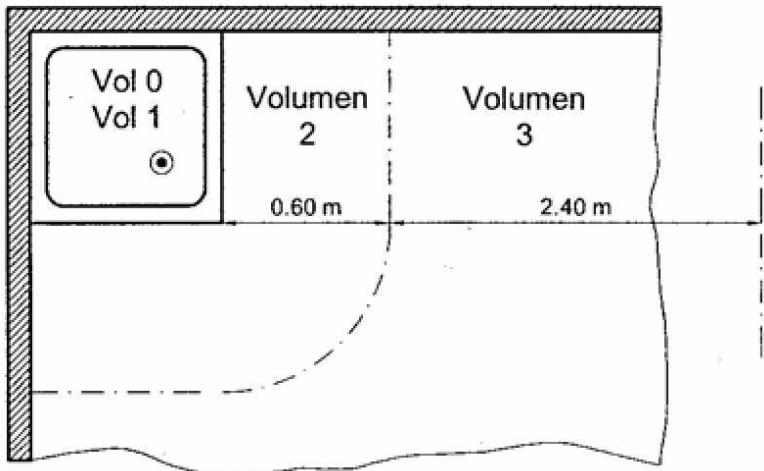
Volumenes en un cuarto de baño con bañera:



## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. LOCALES CON BAÑERAS O DUCHAS (ITC-BT-27)

Volúmenes en un cuarto de baño con ducha:



## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. LOCALES CON BAÑERAS O DUCHAS (ITC-BT-27)

Materiales eléctricos a utilizar en cuartos de baño:

	Grado de Protección	Cableado	Mecanismos <sup>(2)</sup>	Otros aparatos fijos <sup>(3)</sup>
Volumen 0	IPX7	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen	No permitida	Aparatos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen
Volumen 1	IPX4  IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo.  IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos <sup>(1)</sup> .	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1	No permitida, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12V de valor eficaz en alterna o de 30V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.	Aparatos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc Calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, según la norma UNE 20.460 -4-41.

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. LOCALES CON BAÑERAS O DUCHAS (ITC-BT-27)

Materiales eléctricos a utilizar en cuartos de baño:

Volumen 2	IPX4  IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo.  IPX5, en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos <sup>(1)</sup>	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha.	No permitida, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Se permiten también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61558-2-5	Todos los permitidos para el volumen 1. Luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, según la norma UNE 20.460 -4-41.
Volumen 3	IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3.	Se permiten las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la norma UNE 20.460 -4-41.	Se permiten los aparatos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la norma UNE 20.460 -4-41.

## INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. LOCALES CON BAÑERAS O DUCHAS (ITC-BT-27)

La ITC-BT-27

- ➔ define cuatro volúmenes dentro de estos locales
- ➔ establece requisitos para materiales eléctricos de estos volúmenes.

Por seguridad hay que instalar una red equipotencial en los cuartos de baño.

- ➔ conductor que conecta partes metálicas accesibles (canalizaciones de agua, gas, calefacción, aire acondicionado, etc.) con el conductor de protección.

## OTRAS INSTALACIONES

Se diseñan como si fueran instalaciones interiores.

Disponen de sus propias DI que alimentan a su propio cuadro.

### - Garajes

- Se consideran un emplazamiento de clase I (ITC-BT-29): **riesgo de incendio o explosión.**
- Deben tener **sistemas de ventilación** (NBE-CPI-96) y **alumbrado de emergencia.**

## OTRAS INSTALACIONES

### - Ascensores y montacargas

- “Reglamento de Aparatos Elevadores y Manutención” (RAE).
- Dos circuitos: circuito de potencia y circuito de alumbrado.
- Estos circuitos tienen alimentación independiente:
  - ✓ por proceder de dos DI separadas.
  - ✓ por derivar el circuito de alumbrado antes del interruptor general del circuito de potencia.

## OTRAS INSTALACIONES

### - Servicios generales

- Alumbrados de portal y escalera
- Alumbrado de sótanos y trasteros
- Tomas de corriente de zonas comunes
- Instalaciones de antena
- Portero automático
- Vivienda del portero
- Grupos de presión para el agua fría
- Grupos de presión para el agua caliente
- Elementos auxiliares del cuarto de calderas  
(bombas, quemadores, ...)

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### INTRODUCCIÓN

Dimensionar una instalación → establecer las cargas que hay que alimentar.

Potencia Instalada: potencia total del conjunto de todos los aparatos y máquinas que están conectados a una instalación.

Si *no se conoce qué cargas* van a estar conectadas

→ Estimación en función de parámetros como: la superficie de los locales, tipo de local, etc.

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### INTRODUCCIÓN

No se dimensiona para la **Potencia Instalada** sino la **Potencia de Cálculo** o **Potencia Total Prevista** → aplicando factores de corrección:

- **Factor de simultaneidad:** no todas las cargas están funcionando simultáneamente. ( $<1$ )
- **Factor de utilización:** una carga no siempre funciona con su potencia máxima. ( $<1$ )
- **Factor de mayoración:** el consumo de ciertos equipos puede mayor que el nominal en algunos periodos. ( $>1$ )

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS (ITC-BT-10)

### Sistemas de distribución para edificios

La ITC-BT-10 establece la siguiente clasificación de los lugares de consumo:

- Edificios destinados principalmente a viviendas
- Edificios comerciales o de oficinas
- Edificios destinados a una industria específica
- Edificios destinados a una concentración de industrias

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS (ITC-BT-10)

### Cálculo de cargas en un edificio destinado preferentemente a viviendas

La previsión de carga de un edificio destinado preferentemente a viviendas se obtiene mediante esta suma:

$$P_T = P_V + P_{SG} + P_{LC} + P_G$$

Donde:

$P_T$  → Potencia Total Prevista

$P_V$  → Potencia Prevista para las Viviendas

$P_{SG}$  → Potencia Prevista para los Servicios Generales

$P_{LC}$  → Potencia Prevista para los Locales Comerciales y Oficinas

$P_G$  → Potencia Prevista para los Garajes

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS (ITC-BT-10)

### Cálculo de cargas en un edificio destinado preferentemente a viviendas

La **carga correspondiente a un conjunto de viviendas  $P_V$**  se obtiene :

- 1- Determinar potencia máxima por vivienda según grado electrificación.
- 2- Calcular la media de estas potencias máximas de todas las viviendas.
- 3- Multiplicar este valor medio por el coeficiente función del nºviviendas.

Este coeficiente incluye el factor de simultaneidad de las viviendas.

Tarifa nocturna → factor de simultaneidad será 1.

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS (ITC-BT-10)

*Cálculo de cargas en un edificio destinado preferentemente a viviendas*

Nº Viviendas (n)	Coeficiente
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2

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

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS (ITC-BT-10)

### Cálculo de cargas en un edificio destinado preferentemente a viviendas

**Carga de servicios generales  $P_{SG}$**  será la suma de la potencia prevista en:

- Ascensores.
- Aparatos elevadores.
- Centrales de calor y frío.
- Grupos de presión.
- Alumbrado de portal, caja de escalera y espacios comunes.
- Servicio eléctrico general del edificio.

No aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad (**factor de simultaneidad = 1**).

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS (ITC-BT-10)

### Cálculo de cargas en un edificio destinado preferentemente a viviendas

Previsión de potencia para aparatos elevadores

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0
ITA-7	1600	21	2,50	73,5
ITA-8	1600	21	2,50	103,0

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS (ITC-BT-10)

### Cálculo de cargas en un edificio destinado preferentemente a viviendas

Para el alumbrado de portal y otros espacios comunes se puede estimar:

- 15 W/m<sup>2</sup> si las lámparas son incandescentes
- 8 W/m<sup>2</sup> si son fluorescentes

Para el alumbrado de la caja de escalera se puede estimar:

- 7 W/m<sup>2</sup> para incandescencia
- 4 W/m<sup>2</sup> para alumbrado con fluorescencia.

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS (ITC-BT-10)

### Cálculo de cargas en un edificio destinado preferentemente a viviendas

La **carga de locales comerciales y oficinas  $P_{LC}$**  se calculará según:

- un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta.
- un mínimo por local de 3450 W a 230 V.
- coeficiente de simultaneidad 1.

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS (ITC-BT-10)

### Cálculo de cargas en un edificio destinado preferentemente a viviendas

La **carga correspondiente a los garajes  $P_G$**  se calculará según:

- un mínimo de 10 W por metro cuadrado y planta (ventilacion natural)
- un mínimo de 20 W por metro cuadrado y planta (ventilacion forzada)
- un mínimo por local de 3450 W a 230 V.
- coeficiente de simultaneidad 1.

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS (ITC-BT-10)

**Cálculo de cargas en edificios comerciales, de oficinas o destinados a una o varias empresas**

- **Edificios comerciales o de oficinas**
  - ✓ un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta
  - ✓ un mínimo por local de 3450 W a 230 V
  - ✓ coeficiente de simultaneidad 1
- **Edificios destinados a concentración de industrias**
  - ✓ un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta
  - ✓ un mínimo por local de 10350 W a 230 V
  - ✓ coeficiente de simultaneidad 1.

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

PREVISIÓN DE CARGAS EN EDIFICIOS (ITC-BT-10)

### Factor de potencia ( $\cos \varphi$ )

Si no se conoce el  $\cos\varphi$  de una instalación se pueden utilizar los valores:

Para la Línea General de Alimentación (LGA):

- Edificio destinado a un sólo local comercial: 0,8
- Edificio destinado a varios locales comerciales: 0,85
- Edificio destinado a viviendas y locales comerciales: 0,9
- Edificio destinado sólo a viviendas: 0,9

Para las Derivaciones individuales (DI):

- Monofásicas: 1
- Trifásicas: 0,8

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE LA CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)

- Definida en función de:
  - ✓ la **potencia** máxima de paso por la misma.
  - ✓ la **sección de los conductores** que se conectan a ella.
- Una CGP no puede alimentar a más de 150 kW.
- Para potencia  $> 150$  kW se instalarán dos o más cajas.
- Las CGP normalizadas más utilizadas son de 100, 160 y 250 A.
- Varios modelos según normas de la empresa distribuidora.

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE LA CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)

La elección de la intensidad nominal de la CGP se realiza en función de:

- la intensidad máxima que circula por ella
- la potencia máxima que debe proporcionar y el factor de potencia.

CGP	INTENSIDAD (A)	POTENCIA (kW)			
		$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 0,85$	$\cos \varphi = 0,8$
100	90	62	56	53	50
160	144	100	90	85	80
250	225	156	140	132	125

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### Secciones mínimas (*conductores de fase*)

Parte de la instalación	Sección mínima del conductor de fase (mm <sup>2</sup> )		ITC-BT
	Cobre	Aluminio	
Línea General de Alimentación (LGA)	10	16	14
Derivación Individual (DI)	6	6	15
<b>Instalaciones interiores en viviendas:</b>			
C1 Iluminación	1,5	1,5	25
C2 Tomas de uso general	2,5	2,5	25
C3 Cocina y horno	6	6	25
C4 Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	4	4	25
C5 Baño, cuarto de cocina	2,5	2,5	25
C8 Calefacción	6	6	25
C9 Aire acondicionado	6	6	25
C10 Secadora	2,5	2,5	25
C11 Automatización	1,5	1,5	25

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### Secciones mínimas

La sección del **conductor neutro** = sección de los **conductores de fase**.

ITC-BT-07  
ITC-BT-14

Conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección neutro (mm <sup>2</sup> )
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### Secciones mínimas

El **conductor de protección (ITC-BT-19)** tendrá la sección mínima:

Secciones de los conductores de <b>fase</b> o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de <b>protección</b> (mm <sup>2</sup> )
S ≤ 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

(\*) Con un mínimo de:

- 2,5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

Para otras condiciones se aplicará la norma UNE 20.460-5-54, apartado 543.

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### **Caídas de tensión**

Límites reglamentarios de caída de tensión en una LGA (ITC-BT-14)

Para alimentar a	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro
Suministros de un único usuario (Fig. 1)	No existe LGA
Contadores totalmente centralizados (Fig. 2)	0,5%
Centralizaciones parciales de contadores (Fig. 3)	1,0%

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### **Caídas de tensión**

Límites reglamentarios de caída de tensión en una DI (ITC-BT-15)

Tipo de instalación	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro
Suministros para un único usuario (Fig. 1)	1,5%
Contadores totalmente concentrados (Fig. 2)	1,0%
Contadores concentrados en más de un lugar (Fig. 3)	0,5%

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### **Caídas de tensión**

Límites reglamentarios de caída de tensión en una instalación interior (ITC-BT-19)

Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro		
Tipo de instalación	Tipo de circuito	
	Alumbrado	Fuerza
Vivienda	3%	3%
Instalaciones distintas a vivienda	3%	5%
Instalaciones industriales alimentadas en A.T. con transformador (*)	4,5%	6,5%

(\*) Instalaciones industriales que se alimentan directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio. En ellas se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador.

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### **Caídas de tensión**

La sección de los conductores se determinará de forma que las caídas en las diferentes partes de la instalación cumplan lo indicado.

El valor de la caída de tensión **podrá compensarse** entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales.

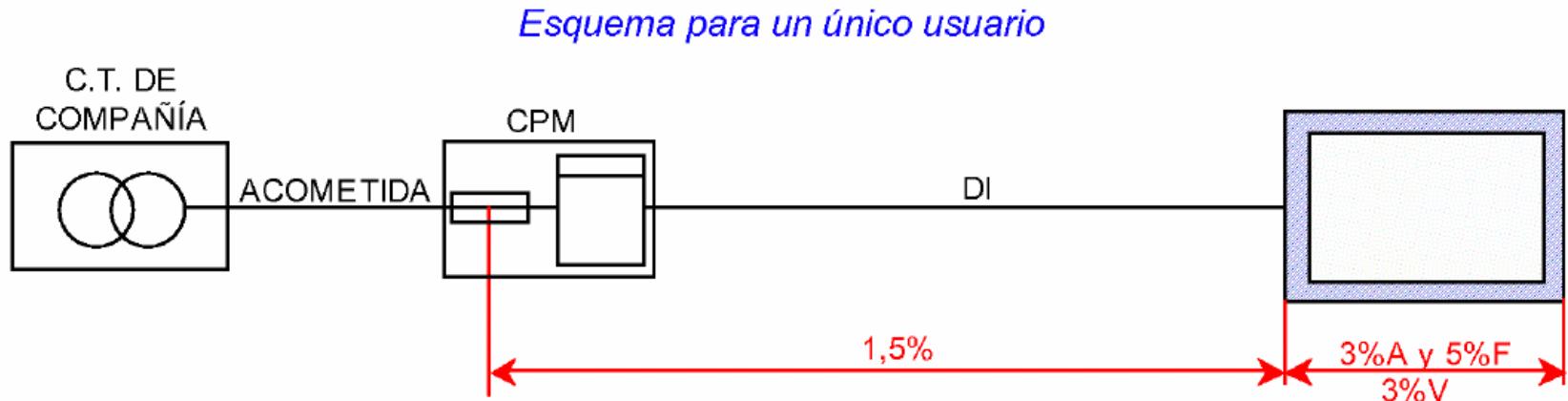
Se resume la normativa sobre las caídas de tensión máximas admisibles:

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### Caídas de tensión

Caídas de tensión máximas admisibles en instalaciones de B.T.



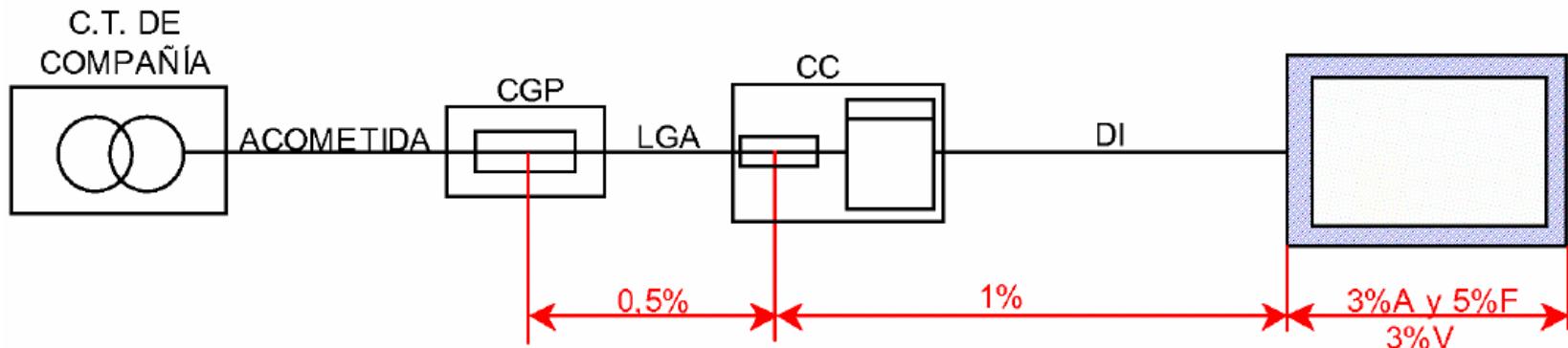
## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### Caídas de tensión

Caídas de tensión máximas admisibles en instalaciones de B.T.

Esquema para una única centralización de contadores:



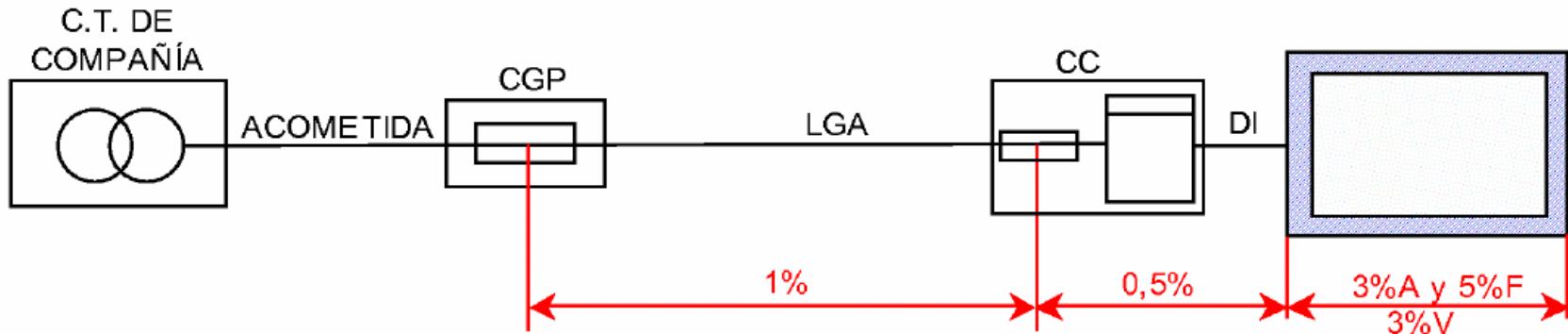
## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### Caídas de tensión

Caídas de tensión máximas admisibles en instalaciones de B.T.

*Esquema cuando existen varias centralizaciones de contadores:*

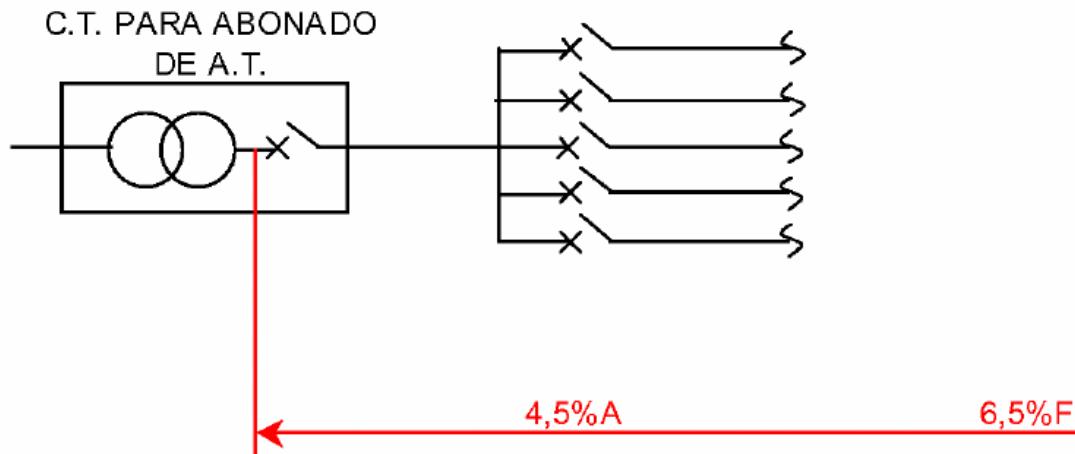


## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### Caídas de tensión

Caídas de tensión máximas admisibles en una instalación alimentada en A.T.



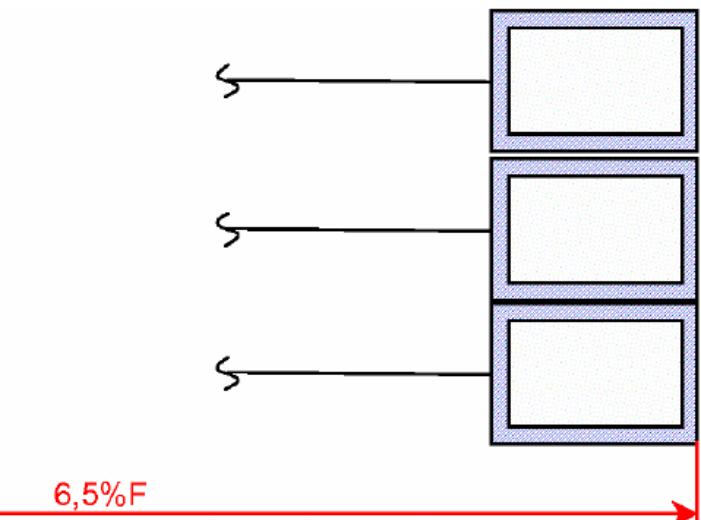
Leyenda:

A: circuitos de alumbrado

F: circuitos de fuerza

INSTAL V: circuitos interiores de viviendas

CPM: Caja de protección y medida



CGP: Caja general de protección

CC: Centralización de contadores

LGA: Línea general de alimentación

DI: Derivación individual

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### Criterio térmico

*Comprobar que los conductores serán capaces de soportar el calentamiento producido por las corrientes originadas por las cargas.*

1. se calcula las corrientes que circularán por los cables.
2. se determinan las secciones de cable mínimas que aguantan estas corrientes (tablas)

La ITC-BT-19 indica que para estos cálculos pueden utilizarse las tablas de la norma UNE 20-460-94/5-523.

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### *Criterio de las corrientes de cortocircuito*

Los conductores deben soportar, durante el **tiempo** que tardan en actuar las **protecciones**, las corrientes que aparecerán en un cortocircuito ( $I_{cc}$ ).

La densidad de corriente de cortocircuito  $J_{cc}$  que puede aguantar un cable depende de (ITC-BT-07):

- la naturaleza de sus *materiales* conductor y aislante
- la *duración* del cortocircuito.

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### Criterio de las corrientes de cortocircuito

Densidad de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, conductores de aluminio.

Tipo de aislamiento	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE y EPR	294	203	170	132	93	76	66	59	54
PVC									
Sección ≤ 300 mm <sup>2</sup>	237	168	137	106	75	61	53	47	43
Sección > 300 mm <sup>2</sup>	211	150	122	94	67	54	47	42	39

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### Criterio de las corrientes de cortocircuito

Densidad de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, conductores de cobre.

Tipo de aislamiento	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
<b>XLPE y EPR</b>	449	318	259	201	142	116	100	90	82
<b>PVC</b>									
Sección ≤ 300 mm <sup>2</sup>	364	257	210	163	115	94	81	73	66
Sección > 300 mm <sup>2</sup>	322	228	186	144	102	83	72	64	59

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

#### Criterio de las corrientes de cortocircuito

Dividiendo  $I_{cc}$  que aparece al principio del cable entre la densidad de corriente

➔ mínima sección capaz de soportar el cortocircuito.

Lo habitual es que la sección de conductor adoptada siguiendo los criterios de la caída de tensión y el térmico sea suficiente para soportar también los cortocircuitos.

## DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

### DIMENSIONADO DE TUBOS Y CONDUCTOS

Los sistemas de conducción de cables deben tener capacidad suficiente para:

- **incluir los conductores de fase, neutro y protección.**
- que resulte *fácil la colocación* de los conductores.

Las ITC-BT-20 y 21 señalan la forma de dimensionar cada sistema.

Para las LGA (ITC-BT-14) y para la DI (ITC-BT-15)

➔ las canalizaciones deberán permitir un **aumento de la sección de los conductores en un 100%**.

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

*Conexión metálica de uno o varios puntos de una instalación a uno o varios electrodos enterrados.*

El objeto de esta puesta tierra es:

- proporcionar una **referencia de potencial** para ciertos aparatos (puesta a tierra funcional)
- facilitar la **circulación a tierra de corrientes** de defecto y las descargas atmosféricas
- evitar que existan **diferencias de potencial peligrosas** entre elementos accesibles de la instalación (puesta a tierra de protección).

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

Los **conductores de protección** y los **neutros de los transformadores** de los CT's necesitan ser conectados a tierra con la menor resistencia posible:

- 20 Ohmios en edificios sin pararrayos
- 5 Ohmios en edificios con pararrayos

La puesta a tierra de un edificio consta de los siguientes **elementos**:

- **Tomas de tierra**
  - Electrodos
  - Conductores de tierra o líneas de enlace con tierra
  - Puntos o bornes de puesta a tierra

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

### - Conductores de protección

- Línea principal de tierra
- Derivaciones de la línea principal de tierra
- Conductores de protección de las instalaciones interiores

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

### ELECTRODO

*Elemento conductor enterrado en el terreno y en perfecto contacto con él.*

Deben ser resistentes a la corrosión y ser enterrados a una profundidad **mínima de 50 cm.**

Los electrodos más utilizados son:

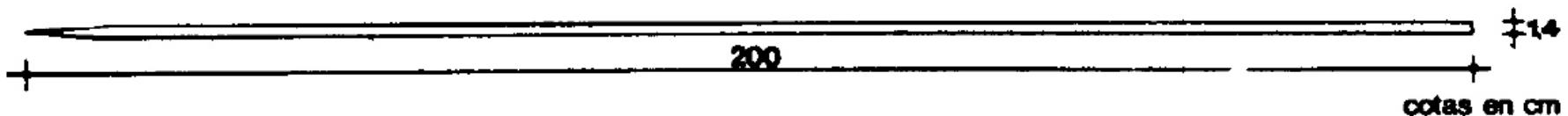
- Picas
- Placas
- Conductores enterrados horizontalmente
- Anillos o mallas

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

### ELECTRODO

**Picas** → electrodos cilíndricos terminados en punta de **2 m** de longitud que se introducen verticalmente en el terreno.

Suelen fabricarse de *cobre o de acero recubierto de cobre* con un diámetro mínimo de **1,4 cm**.

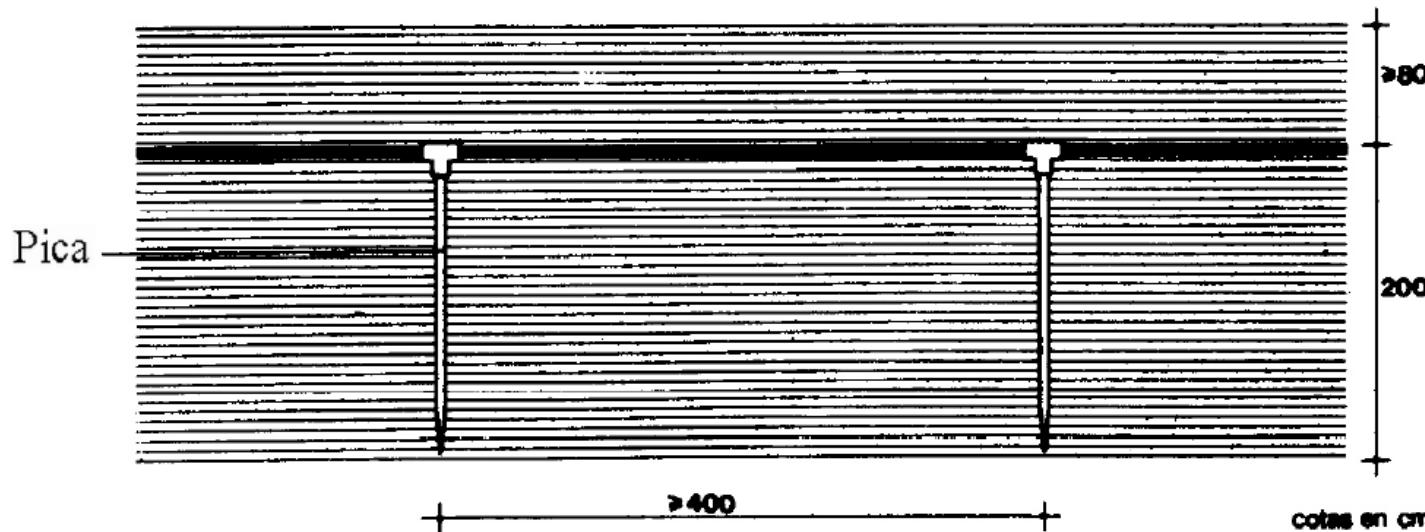


## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

### ELECTRODO

La NTE-IEP recomienda dejar entre ellas una separación mínima de **2 veces la longitud de la pica**.

Las picas *se conectan en paralelo* mediante un cable de cobre desnudo que se entierra en el terreno.



## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

### ELECTRODO

**Placas:** electrodos rectangulares o cuadrados, pequeño espesor, colocados en posición vertical (Cu, acero recubierto de Cu o acero galvanizado)

**Conductor enterrado horizontalmente:** electrodo que consiste en un cable, un alambre, una pletina, un fleje, ... desnudo enterrado horizontalmente.

**Anillo o malla:** constituido por combinación de varios electrodos (picas, placas, conductores) unidos entre sí formando una anillo cerrado o una malla.

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

### ELECTRODO

En la *cimentación* de edificios de viviendas se debe instalar:

- **Cable** rígido de **cobre** desnudo (ITC-BT-18) formando un **anillo** cerrado que rodee todo el perímetro del edificio (GUIA-BT-26).

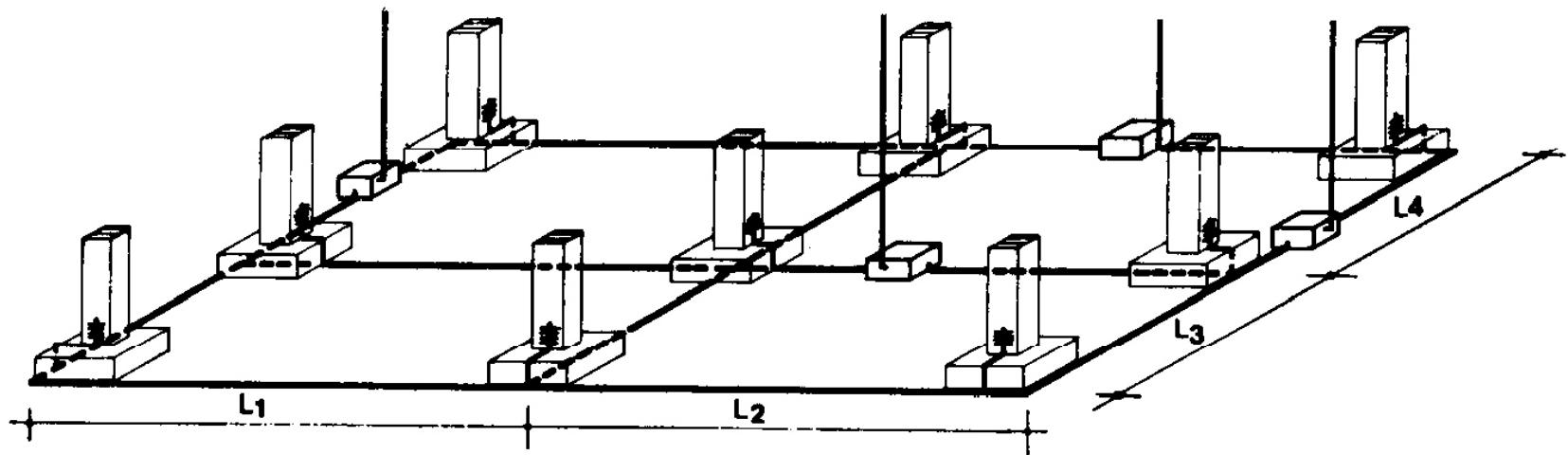
Al anillo se conectarán *electrodos verticalmente hincados* en el terreno:

- Si hay que **reducir la resistencia de tierra** del conductor en anillo.

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

ELECTRODO

Anillo de puesta a tierra:



## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

CONDUCTORES DE TIERRA Y PUNTOS DE PUESTA A TIERRA

Conductores o líneas de enlace de tierra (ITC-BT-18):

- ➔ Conductores de cobre, aislados o desnudos
- ➔ Unen los electrodos con los puntos de puesta a tierra

Punto o borne principal de tierra:

- ➔ En el deben unirse los conductores siguientes:
  - Los conductores de tierra
  - Los conductores de protección
  - Los conductores de unión equipotencial principal
  - Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

### CONDUCTORES DE TIERRA Y PUNTOS DE PUESTA A TIERRA

El punto de puesta a tierra se dispondrá:

- En los patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc.
- En el local de la centralización de contadores.
- En la base de las estructuras metálicas de los ascensores.
- En el punto de ubicación de la caja general de protección.
- En locales de servicios generales que deban ponerse a tierra.

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

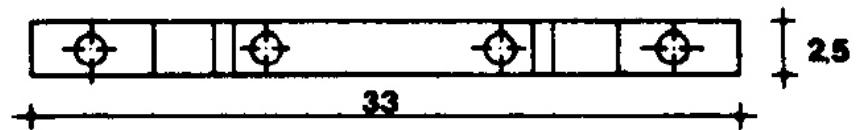
### CONDUCTORES DE TIERRA Y PUNTOS DE PUESTA A TIERRA

El borne de puesta a tierra dispondrá de sistema de desconexión:

- medir resistencia a tierra.



Alzado



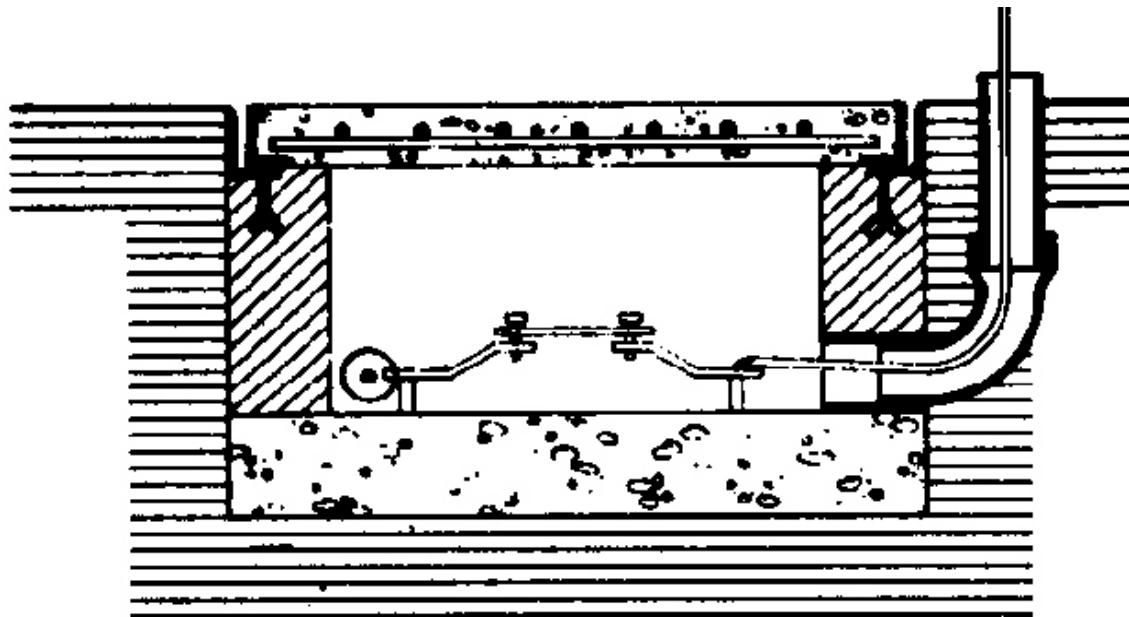
Planta

cotas en cm

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

CONDUCTORES DE TIERRA Y PUNTOS DE PUESTA A TIERRA

Punto de puesta a tierra dentro de una arqueta



## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

### CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Las **líneas principales de tierra (LPT)** y sus **derivaciones** se establecerán en las mismas canalizaciones que LGA y DI.

- Las líneas principales se conectan a un borne de puesta a tierra.
- Las derivaciones se conectan a tierra a través de las líneas principales.

Para una *única centralización de contadores*:

- La **LPT** es el conductor de protección.
- Origen: borne de puesta a tierra.
- Final: embarrado de protección de la centralización de contadores.

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

### CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Para *varias centralizaciones de contadores*:

- La LPT discurre por la misma canalización que la LGA hasta el embarrado de protección de cada centralización.

La **derivación de una LPT**:

- Formada por el conductor de protección.
- Origen: embarrado de protección de la centralización de contadores.
- Final: comienzo de la instalación interior.
- Misma canalización que las DI.

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

### CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

**LPT:** conductores de cobre de igual sección a la fijada para los conductores de protección (ITC-BT-19) (tabla X) → mínimo 16 mm<sup>2</sup>.

**Derivaciones de LPT:** sección dada por la ITC-BT-19 para los conductores de protección.

**Conductores de protección de las instalaciones interiores:**

- Acompañan a conductores activos hasta los puntos de utilización.
- Sección dada por ITC-BT-19.

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA DE UN ELECTRODO

La **resistencia de un electrodo** depende de:

- sus dimensiones
- su forma
- la resistividad del terreno

Esta resistividad varía:

- de un punto a otro del terreno
- con la profundidad

ITC-BT-18: tablas para el cálculo de la resistencia a tierra de un electrodo.

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

### CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA DE UN ELECTRODO

Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo.

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho / P$
Pica vertical	$R = \rho / L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho / L$

$\rho$ , resistividad del terreno (Ohm.m)  
 $P$ , perímetro de la placa (m)  
 $L$ , longitud de la pica o del conductor (m)

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

### CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA DE UN ELECTRODO

Valores orientativos de la resistividad en función del terreno.

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

## PUESTA A TIERRA (ITC-BT-18)

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA DE UN ELECTRODO

Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad (Ohm.m)
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

## Contacto DIRECTO:

**Tocamos una zona que tiene tensión “Habitualmente”**

a) Entre 2 cables activos                           **No estamos Protegidos**

b) Entre un cable y Tierra-”Suelo”

**Protegidos por Diferencial**

## Contacto INDIRECTO:

**Tocamos una zona metálica que No debe tener tensión, pero hay una derivación y Sí tiene tensión.**

a) NO puesta a tierra                           **Protegidos por Diferencial**

b) SI puesta a tierra                               ....(sigue)

... b) SI puesta a tierra

“Garantía” de Tensión < 50 V. (24 V.)

**Protegidos por Diferencial**

Si tensión  $\geq 50$  V.

**TIENE que haber actuado el diferencial**

**Puede haber actuado el Automático si la derivación es importante. (Independientemente de estar o no puesto a tierra)**