



Escuela de  
Arquitectura  
e ingeniería  
de edificación

## INSTALACIONES I

# Instalaciones eléctricas en edificios de viviendas.



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

Profesora: Gemma Vázquez Arenas

*Gemma Vázquez Arenas*

Área de Construcciones Arquitectónicas.

Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación.

ESCUELA DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN.

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.**

# Índice general

<b>1. Normativa</b>	<b>3</b>
1.1. Simbología . . . . .	6
<b>2. Objetivos y Medios Materiales</b>	<b>9</b>
<b>3. Suministro de Energía Eléctrica.</b>	<b>11</b>
3.1. Centrales Generadoras de Energía Eléctrica. . . . .	12
3.1.1. Centrales Térmicas. . . . .	12
3.1.2. Centrales Hidroeléctricas. . . . .	13
3.1.3. Centrales Nucleares. . . . .	13
3.1.4. Centrales Eólicas. . . . .	14
3.1.5. Centrales Fotovoltaicas. . . . .	15
3.2. Estaciones Elevadoras de Tensión. . . . .	15
3.3. Redes de Transporte . . . . .	16
3.4. Subestación Reductora de Tensión. . . . .	17
3.5. Redes de Distribución . . . . .	17
3.6. Estaciones transformadoras de distribución o CT . . . . .	18
3.7. Redes de distribución de Baja Tensión . . . . .	25
3.7.1. Redes aéreas de distribución de Baja Tensión . . . . .	25
3.7.2. Redes subterránea de distribución de Baja Tensión. . . . .	27
<b>4. Partes de la Instalación Eléctrica.</b>	<b>29</b>
4.1. Acometida. . . . .	29
4.1.1. Acometidas Aéreas. . . . .	30
4.1.2. Acometidas Subterráneas. . . . .	31
4.1.3. Acometidas Mixtas. . . . .	33
4.2. Instalaciones de Enlace . . . . .	34
4.2.1. Caja o Cuadro General de Protección, CGP. . . . .	35
4.2.2. Línea General de Alimentación, LGA. . . . .	40
4.2.3. Centralización de Contadores. . . . .	45
4.2.4. Derivaciones Individuales . . . . .	53
4.2.5. Interruptor de Control de Potencia . . . . .	57
4.2.6. Cuadros de dispositivos generales de mando y protección(CGMP). . . . .	58
4.3. Instalaciones Interiores . . . . .	66
4.3.1. Circuitos interiores en servicios generales . . . . .	67

4.3.2. Circuitos interiores en viviendas . . . . .	68
<b>A. Esquemas unifilares.</b>	<b>83</b>
A.1. Esquemas unifilares y multifilares de servicios generales . . . . .	83
A.2. Esquemas unifilares para vivienda . . . . .	91
A.2.1. Esquemas unifilares para un grado de electrificación básico . . . . .	91
A.2.2. Esquemas unifilares para un grado de electrificación elevado . . . . .	95
<b>B. Ejemplos de dotación.</b>	<b>97</b>
<b>C. Índice de Protección IP e IK.</b>	<b>103</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>105</b>

# Capítulo 1

## Normativa

La normativa que define las condiciones que deben cumplir las instalaciones eléctricas de baja tensión en la edificación es:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). 51 Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC BT 01 - ITC BT 51).
- Normativa de la Empresa Suministradora (Iberdrola).
- Normas UNE.
- Guías de aplicación del REBT.
- Normativas Municipales y Autonómicas.

La normativa principal de aplicación es el REBT. En la actualidad se aplica desde el año 2002 (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002) que entró en vigencia en el año 2003 y cuyo principal objeto es: 'Establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión' [6]. Y cuya finalidad es:

- 'Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones. Por lo que se establece un cuadro de inspecciones por organismos de control.' [6]

Las principales novedades que aportó esta normativa con respecto a la anterior fueron:

- Remisión a distintas Normas sin indicar la fecha de publicación, obligando así a su aplicación en su última versión.

- Permite que se puedan conceder excepciones a sus prescripciones en los casos en que se justifique debidamente su imposibilidad material y se aporten medidas compensatorias.
- Realiza una recopilación de las diferentes normas UNE, listándolas en su instrucción ITC BT-02.
- Queda definido de forma más precisa las figuras de los instaladores y empresas autorizadas
- Se introducen nuevos tipos de instalaciones: agrícolas, hortícolas, automatizadas, de gestión de energía, para seguridad en viviendas, para instalación de piscinas, caravanas, etc.
- Se aumenta el número mínimo de circuitos de viviendas, lo que implicará en un mayor confort de las mismas.
- Para la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones se requiere en todos los casos la elaboración de una documentación técnica, ya sea en forma de proyecto o memoria técnica de diseño.
- Se exige la entrega al titular de una instalación de una documentación donde se reflejen sus características fundamentales, trazado, instrucciones y precauciones de uso.
- Se establece un cuadro de inspecciones por organismos de control, en el caso de instalaciones cuya seguridad exija una particular relevancia.

Es necesario destacar en este apartado el artículo 2 de dicho reglamento el cual indica los campos de aplicación en los que se ve involucrado el REBT y que es necesario conocer para el buen desarrollo de la práctica profesional.

### **Artículo 2: Campo de Aplicación. [6]**

- Se aplicará a instalaciones de distribución, generadoras para consumo propio y a las receptoras, en los siguientes límites de tensiones nominales:
  - Corriente alterna: igual o inferior a 1.000 V.
  - Corriente continua: igual o inferior a 1.500 V.
- A nuevas instalaciones, a sus modificaciones y a sus aplicaciones.
- A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor que sean objeto de modificaciones y reparaciones de importancia y a sus ampliaciones.
- A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, en lo referente a las inspecciones, con arreglo a la reglamentación con la que se aprobaron.

- Se entenderá por modificación o reparación de importancia las que afecten:
  - A más del 50 % de la potencia instalada.
  - A líneas completas de procesos productivos con nuevos circuitos y cuadros, aún con reducción de potencia.
- Igualmente se aplicará a las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando su estado, situación o características impliquen un riesgo grave para las personas o bienes, o cuando se produzcan perturbaciones importantes.
- Tensiones nominales:
  - 230 V entre fases para redes trifásicas de tres conductores.
  - 230 V entre fases y neutro y 400 V entre fases para redes trifásicas de cuatro conductores.

**Artículo 4: Clasificación de las tensiones y frecuencia de redes.** [2, 6] Las instalaciones eléctricas de baja tensión se clasifican en función de las tensiones nominales que se asignen, tal y como se puede ver en la tabla siguiente:

	c.a (Valor Eficaz)	c.c (Valor Medio Aritmético)
Muy Baja Tensión	$U_n \leq 50 \text{ V}$	$U_n \leq 75 \text{ V}$
Tensión Usual	$50 \text{ V} < U_n \leq 500 \text{ V}$	$75 \text{ V} < U_n \leq 750 \text{ V}$
Tensión Especial	$500 \text{ V} < U_n \leq 1000 \text{ V}$	$750 \text{ V} < U_n \leq 1500 \text{ V}$

Tabla 1.1: Tensiones nominales

Las tensiones utilizadas en las distribuciones de corriente alterna serán:

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

La frecuencia empleada en la red será de 50 Hz, con una tolerancia entre 49.85 Hz y 50.15 Hz. Se podrán utilizar otras frecuencias y tensiones, siempre y cuando estén autorizadas por el órgano competente de la Administración Pública, cuando se justifiquen en el proyecto, no produzca perturbaciones significativas en el funcionamiento de otras instalaciones y no se reduzca el nivel de seguridad para los usuarios y equipos.

## 1.1. Simbología

Los símbolos eléctricos están normalizados y recogidos en las normas UNE-EN-60617. A continuación se recogen parte de la simbología más utilizada en las instalaciones eléctricas de baja tensión en edificación [9]. En dicha simbología se puede ver físicamente al elemento que representa, la descripción del mismo y su representación para esquemas unifilares y para esquemas multifilares.

Simbología eléctrica normalizada				
Mecanismo	Símbolo		Significado	Condiciones de Instalación
	Unifilar	Multifilar		
			Interruptor	
			Interruptor Bipolar	
			Interruptor de tirador	Empotrado en caja de mecanismo a una altura de 110 cm de pavimento y 15 cm del marco de la puerta (a excepción de cabeceros en dormitorios).
			Interruptor doble	A derecha o izquierda de este pero siempre en el mismo lado del mecanismo de apertura de la puerta.
			Commutador	Se prestará especial interés en la correcta fijación de la caja de mecanismo, debiendo estar nivelada y enrasada y de forma que permita que la placa de los mecanismos queden perfectamente alojados al paramento.
			Commutador de cruzamiento	Los mecanismos deberán interrumpir la fase.
			Pulsador	
			Regulador	
			Interruptores de persianas	

(a)

Simbología eléctrica normalizada				
Mecanismo	Símbolo		Significado	Condiciones de Instalación
	Unifilar	Multifilar		
			Clavija macho	Se admiten como dispositivos de conexión en carga hasta 16 A.
			Clavija hembra	
			Toma de corriente bipolar de 16 A con toma de tierra T	Se instalarán a 20 cm del pavimento, excepto en cocinas y baños, en donde la distancia será de 110 cm.
			Toma de corriente bipolar de 25 A con toma de tierra	La distancia al pavimento será de 70 cm.
			Toma de corriente trifásica con toma de tierra	Se instalará según necesidades de utilización.
			Punto de luz o lámpara	La sección mínima prevista para la alimentación de puntos de luz será de 1,5 mm <sup>2</sup> . Todos los puntos de luz deberán disponer de conductor de protección, el cual será de la misma sección que el conductor de fase.
			Lámpara fluorescente	

(b)

Simbología eléctrica normalizada				
Mecanismo	Símbolo		Significado	Condiciones de Instalación
	Unifilar	Multifilar		
			Punto de luz autónomo	En viviendas se instalará encima del C.G.M.P. De alimentará de C.
			Timbre	Se instalarán a una altura del techo de 30 cm. Empotrado en caja de mecanismo.
			Sirena	Se utiliza para avisos de alarmas técnicas (incendio, gas, inundación...)
			Caja de registro	Su distancia al techo será de 20 cm. Las conexiones en su interior se realizarán mediante bombas.
			Cuadro general de mando y protección	Se instalará lo más próximo a la puerta de entrada. Se fijará a una altura de suelo comprendida entre 1,4 y 2 m.
			Caja general de protección	Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios.
			Fusible	Se instalarán en bases apropiadas diseñadas específicamente a este fin.

(c)

Simbología eléctrica normalizada				
Mecanismo	Símbolo		Significado	Condiciones de Instalación
	Unifilar	Multifilar		
			Interruptor de control de potencia (ICP)	Se instalará antes de los dispositivos de protección, en caja prebomba. Altura entre 1,4 y 2 m.
			Interruptor automático bipolar F-N (P/A) magnetotérmico	
			Interruptor automático bipolar (P/A) magnetotérmico	Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se instalarán en cuadros de distribución.
			Interruptor automático tripolar (P/A) magnetotérmico	Su poder de corte será suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación. Este poder de corte será como mínimo de 4,5 kA.
			Interruptor automático tetrapolar (P/A) magnetotérmico	
			Interruptor diferencial bipolar	Se instalarán en cuadros de distribución. Cuando se prevén corrientes no senoidales se emplearán diferencias del tipo A.
			Interruptor diferencial tetrapolar	

(d)

Figura 1.1: Alguna simbología adoptada [9]

Es posible que en la práctica sea utilizada otro tipo de simbología diferente



---

a la expuesta e incluso a la definida por las normas UNE, esto implica la necesidad de indicar siempre en los planos la simbología utilizada.



# Capítulo 2

## Objetivos y Medios Materiales

En primer lugar se definirán los objetivos que debe de cumplir la instalación eléctrica de baja tensión en el interior de la edificación, pero para ello primero es necesario definir y clasificar dichas edificaciones.

El Reglamento en su instrucción ITC-BT-10, establece la siguiente clasificación de los lugares de consumo [6]:

1. Edificios destinados principalmente o viviendas.
2. Edificios comerciales o de oficinas.
3. Edificios destinados o una industria específica.
4. Edificios destinados o una concentración de industrias.

Otra posible clasificación se puede realizar en función de la potencia demandada por el edificio y de su necesidad de integrar un centro de transformación según como sea esta. Esta necesidad vendrá definida por los límites de potencia a suministrar que establezcan las Empresas Suministradoras, que en el caso de Iberdrola está limitada a 100 kW [1]. Es decir por encima de ese valor el edificio tendrá que disponer de un centro de transformación. Lo cual se definirá en el capítulo siguiente.

Una vez realizada la clasificación podemos decir que en cualquiera que sea la edificación para que se diseñe la instalación eléctrica los objetivos principales de esta son:

- El control de la energía eléctrica, y
- La discriminación del posible fallo eléctrico.

Para poder cumplir estos objetivos se utilizarán elementos materiales para el control de la energía y estos serán: conductores, seccionadores, y protecciones de variada índole. Mientras que para la discriminación del fallo eléctrico se preverán una serie de circuitos y protecciones independientes que asegurarán el suministro incluso en situaciones que puedan llegar a ser límites

en la instalación, como pueden ser calentamientos, sobrecargas o una gran demanda de potencia en la instalación.

Todos los elementos que forman parte de la instalación como pueden ser las canalizaciones, cajas y armarios, junto a los conductores y mecanismos de protección compartirán varias características que se van a describir a continuación:

- (A) Deben ser materiales no propagadores de la llama, lo que también se conoce como autoextinguibles.
- (B) Todos ellos deben estar identificados o ser identificables atendiendo a las referencias que le sean de aplicación.
- (C) Además toda la instalación debe ejecutarse de manera que posibilite las verificaciones y ensayos oportunos de obra,
- (D) Ser capaces de permitir todas aquellas operaciones de mantenimiento que sean propias de ellas.

## Capítulo 3

# Suministro de Energía Eléctrica.

En este capítulo se va a definir las características que tiene el Sistema Eléctrico Español, en la generación y distribución de la energía eléctrica.

La estructura general que presenta el Sistema Eléctrico se divide en:

- Centrales generadoras de energía eléctrica.
- Estaciones elevadoras de tensión.
- Líneas eléctricas de transporte.
- Subestaciones transformadoras reductoras.
- Redes de distribución.
- Estaciones transformadoras de distribución o Centros de Transformación.
- Redes de distribución de Baja Tensión.

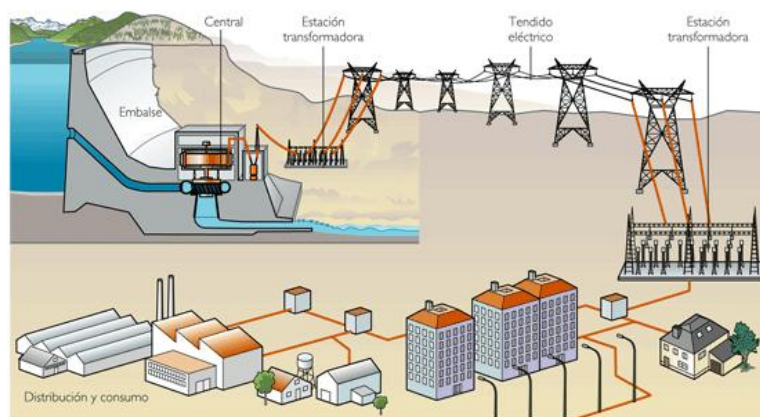


Figura 3.1: Esquema básico de generación y transporte de energía eléctrica [7].

La energía eléctrica se obtiene a partir de la **centrales generadoras** donde la electricidad tendrá unos valores de 6-25 kV, posteriormente a esta fase la energía eléctrica es elevada en las **estaciones elevadoras** alcanzándose valores entre 60-110 kV en un primer estadio y hasta 220-440 kV en un segundo, para ser distribuida por grandes **líneas de transporte de AT**. Al llegar a las zonas cercanas a los núcleos urbanos se reducen las tensiones de la energía eléctrica, obteniendo **redes de distribución de Media Tensión** (15-20-25-30 kV) a partir de **subestaciones repartidoras o reductoras**.

Por último, al llegar a los puntos de utilización en núcleos urbanos estas tensiones se reducen definitivamente a los valores de consumo de 230-400 V a partir de **los centros de transformación** y es repartida a través de la **red de distribución de Baja Tensión**.

A continuación se describirá brevemente cada una de estas partes, indicando su funcionamiento, tipos y características.

### 3.1. Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

En esta sección se van a definir las principales centrales generadoras de electricidad, las cuales son [12]:

1. Centrales Térmicas.
2. Centrales Hidroeléctricas.
3. Centrales Nucleares.
4. Centrales Eólicas.
5. Centrales Solares.

Dentro de estas las tres primeras son las principales generadoras de energía eléctrica en España, quedando en segundo lugar las centrales de energías renovables, aunque en los últimos años estas últimas están siendo bastante promovidas tanto por el gobierno como por las inversiones realizadas por las compañías suministradoras en investigación.

#### 3.1.1. Centrales Térmicas.

En este tipo de centrales (figura 3.2) la energía eléctrica se obtiene a partir la transformación de la energía calorífica de un combustible, ya sea fuel-oil, carbón o gas. Se realiza la combustión generando el suficiente calor para transformar agua en vapor de agua y que dicho vapor pase a través de una turbina generando un movimiento mecánico. Gracias a este movimiento y asociado a un generador o alternador (generador de energía eléctrica alterna) [13], se produce la energía eléctrica. Su principal desventaja es la contaminación debida a la combustión y las pérdidas de calor.



Figura 3.2: Central térmica de Escombreras (Cartagena, Murcia).

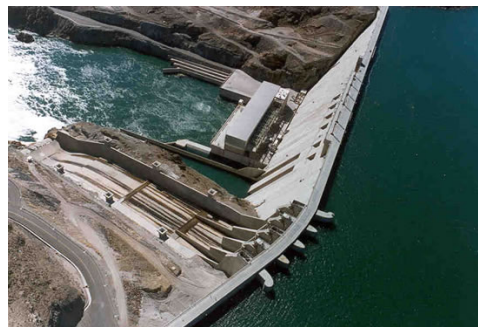


Figura 3.3: Central hidroeléctrica Piedra del Águila (Argentina).

### 3.1.2. Centrales Hidroeléctricas.

En este caso la generación de la energía eléctrica se debe a un salto de agua que hace girar una turbina y al igual que en caso de la térmicas el movimiento de la turbina asociada a un generador o alternador da lugar a la energía eléctrica. En la figura 3.3 se puede ver una vista aérea de una de estas centrales. El mayor inconveniente de estas centrales es su mantenimiento y su posible ubicación sin alterar el entorno medioambiental.

Existen dentro de estas centrales otras llamadas centrales de bombeo, las cuales tiene dos embales situados a diferentes cotas. Durante las horas punta estas centrales trabajan como una hidráulica convencional pero en las horas más bajas de consumo, el agua del embalse inferior es bombeada al superior para recuperar el estado inicial. Para este tipo de centrales es necesario la utilización de moto-bombas que eleven el agua o que la turbina sea reversible y el alternador haga las funciones de motor [13]

### 3.1.3. Centrales Nucleares.

El procedimiento de estas centrales es parecido al de la centrales térmicas, con la diferencia que la obtención de calor no se realiza mediante combustión, sino que se obtiene a través de la fisión de uranio, el cual es utilizado como combustible. Por lo que este tipo de centrales en su generación de energía son más limpias (figura 3.4) pero tienen el gran inconveniente que los residuos generados durante la fisión son radiactivos, además de ser muy peligrosas en el caso de fugas en el núcleo.



Figura 3.4: Central nuclear de Trillo (Guadalajara).

### 3.1.4. Centrales Eólicas.

Con estas centrales se obtiene la energía eléctrica debido al movimiento de las aspas de las turbinas-generadores. Cada vez es mayor la aparición de este tipo de elementos en el paisaje español, ya que este tipo de energía renovable ha sido la de mayor aceptación e inversión por parte de las compañías suministradoras. En las figuras 3.5 y 3.6, se puede una fotografía de un campo turbinas-generadores y un esquema de los elementos que integran una central generadora respectivamente.

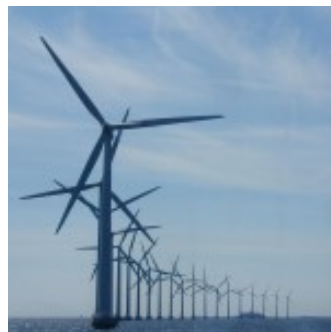


Figura 3.5: Turbinas-generadores de una central eólica.

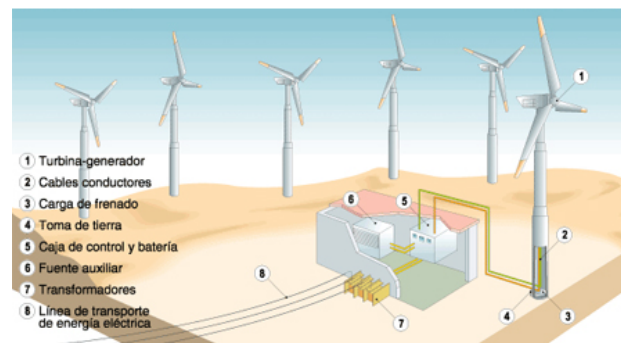


Figura 3.6: Elementos que componen una central eólica [8].



### 3.1.5. Centrales Fotovoltaicas.

Esta central es otra de las centrales de generación de energía a partir de energías renovables, como es el sol. La luz solar es transformada en energía solar gracias a unas células fotovoltaicas que integran los paneles solares (figura 3.7). El principal problema de estas centrales radica en la baja efectividad que siguen teniendo los paneles, pero muchos grupos de investigación y compañías suministradoras están invirtiendo para su mejora, ya que se trata de proceso de obtención de energía sin ningún tipo de generación de residuos. En la figura 3.8, se puede ver un esquema con los diferentes elementos que componen una central de este tipo.



Figura 3.7: Estructura con varios paneles solares de una central fotovoltaica.

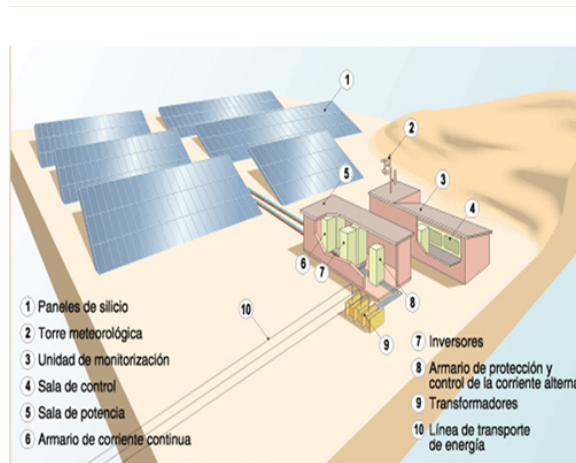


Figura 3.8: Elementos que componen una central fotovoltaica [8].

## 3.2. Estaciones Elevadoras de Tensión.

Como ya se ha indicado anteriormente, una vez generada la energía eléctrica es necesario elevar la tensión hasta valores de Alta Tensión para ser transportada. El objeto de esta elevación de la tensión es debido a que si tenemos en cuenta la expresión de la potencia eléctrica:

$$P = \sqrt{3} UI \cos\phi \quad (3.1)$$

Al aumentar la tensión, la intensidad necesaria para transportar una potencia determinada se ve disminuida, por lo que las pérdidas por efecto Joule y la sección de los conductores disminuye.

De esta manera se puede transportar una gran cantidad de energía eléctrica con pérdidas pequeñas y con unos conductores de sección menor.



Figura 3.9: Subestación Elevadora de Tensión.

### 3.3. Redes de Transporte

Se denominan redes de transporta a aquellas líneas que partes de las estaciones elevadoras y llevan la energía eléctrica en Alta Tensión hasta las proximidades de los diferentes lugares de consumo.

Como se ha dicho anteriormente el que estas redes sean de alta tensión, significa que las pérdidas por calentamiento (Efecto Joule) sean menores y que las secciones de los conductores sean menores lo que disminuyen su peso para poder ser soportados por las torretas de transporte (figura 3.10)



Figura 3.10: Red de transporte de Alta Tensión.

Además de esto es necesario tener en cuenta que cuanto más alta sea la tensión de transporte, el nivel de aislamiento debe de ser mayor por lo que la línea resultará más cara.

Estas líneas se adaptan al tipología del terreno para llevar la energía eléctrica aunque hay que seguir unos criterios de seguridad, despejando de maleza y arbustos los espacios próximos por donde es llevado el tendido y también criterios físicos para la sustentación de la línea, lo cual no se llevará a cabo en este tema.

Las torretas o postes de este tipo de redes serán metálicos y de hormigón dependiendo de la línea y de los criterios de la compañía suministradora.

### 3.4. Subestación Reductora de Tensión.

Al llegar cerca de los lugares de consumo es necesario acercar la tensión de transporte a la tensión de consumo, por lo que es necesario la ubicación de estas subestaciones(figura 3.11 para transformar los valores de alta tensión a valores del orden de los 15-45 kV denominadas de Media Tensión.



Figura 3.11: Subestación Reductora.

### 3.5. Redes de Distribución

Estas redes son semejantes a las de transporte excepto porque el rango de tensiones es menor que las anteriores. Estas redes se denominan de Media Tensión. A partir de estas redes se alimentan los centros de transformación que servirán a los puntos de consumo. Estas redes pueden ser **abiertas o ramificadas** o también en **anillo**, tal y como puede verse en la figura 3.12. De las redes en anillo la más utilizada en la actualidad es la *huso*, en la que existen un máximo de 6 circuitos alimentados entre dos subestaciones y unidas a través de un cable denominado circuito cero.

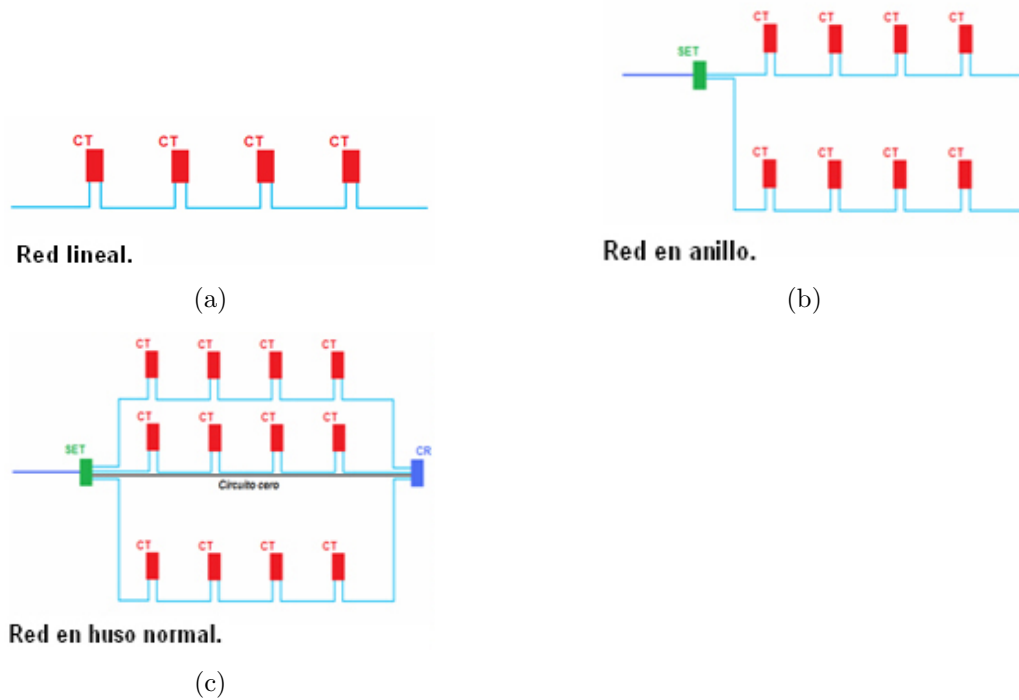


Figura 3.12: Esquemas básicos de diferentes tipos de redes de distribución [7].

### 3.6. Estaciones transformadoras de distribución o CT

A partir de estos se obtiene las tensiones de consumo de 230/400V. Estas estaciones o **centros de transformación, (CT)** están integradas en el núcleo urbano, ya sea dentro de los edificios o independientes de ellos en sus propias casetas. Dan servicio a zonas definidas, barrios o según cual sea la demanda de energía por parte de un edificio, a un solo edificio. En este último caso también tiene mucho que ver las restricciones y condiciones por parte de la empresa suministradora.

En estos centros de transformación está el origen de las redes de distribución de baja tensión, y siempre son propiedad, sea cual sea su ubicación de la compañía suministradora.

Las estaciones transformadoras o los centros de transformación se pueden dividir según su ubicación en:

- De intemperie.
  - Exterior.
    - De obra.
    - Con caseta prefabricada.
    - Subterráneo.
- Interior.

### Centros de Transformación de Intemperie.

Estos se encuentran ubicados en zonas rurales y para valores de potencia no superiores de 160 KVA. El transformador es colocado sobre un apoyo metálico o de hormigón (figura 3.13).



Figura 3.13: Centro de transformación a intemperie.

El apoyo donde esté ubicado tendrá dispositivos antiescalada hasta un altura de 2 m y con carteles visibles de indicación de peligro.

### Centros de Transformación de Obra.

Estos tipos de centros de transformación son construidos con una caseta de obra fija con las dimensiones adecuadas según las necesidades, unas veces integrados con el entorno y en otras ocasiones buscando contrastes. No existe un límite de potencia para estas estaciones transformadoras (figura 3.14).

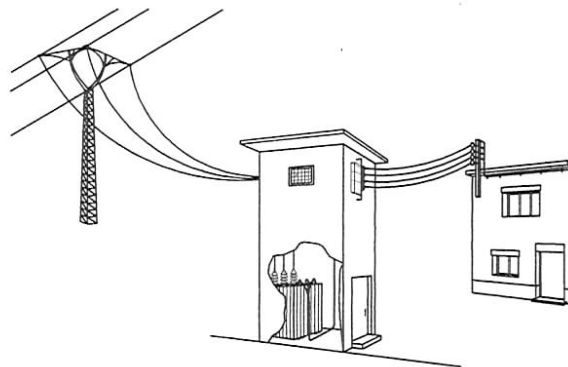


Figura 3.14: Centro de transformación de obra (Fuente:A. Franco Martín [13]).

Los centros de transformación constan de diferentes celdas:

- Celda de entrada y protección.

- Celda de Medida.
- Celda del transformador.

Cada una de ellas esta separada de las demás mediante tabiques y con un enrejado de protección entre ellas y el pasillo(figura 3.15).



Figura 3.15: Enrejado de protección en el interior del centro de transformación.

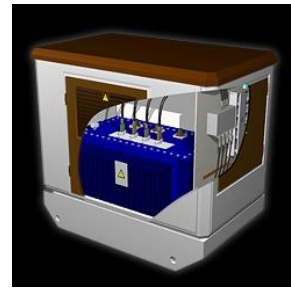
Tienen la ventaja de tener las dimensiones adecuadas para la potencia necesaria, ya que se realiza únicamente para esta aplicación [13]. Dispondrán de pasillos y recintos anchos para el mantenimiento y entrada y salida de transformador y aparellaje. Debido al funcionamiento del transformador es necesaria la colocación de rejillas que aseguren la ventilación. Además hay que disponer de un pozo colector para recogida de las posibles fugas o cambios del aceite proveniente de la refrigeración del transformador.

### Centro de Transformación Prefabricado.

Consta de los mismos elementos que las estaciones anteriores, pero cuentan con la ventaja de venir todo junto en un solo bloque desde la empresa suministradora(figura 3.16), por lo que tiene un menor coste. Son utilizados tanto por particulares como por las Empresas Suministradoras. Los elementos constructivos son módulos prefabricados de hormigón armado con acabado liso, y cada uno de ellos tienen sistemas patentados por cada una de las casas comerciales. Con estos centros de transformación se consigue un mayor aprovechamiento del espacio y una mayor facilidad en el montaje, pues solo hay que conectar los conductores de entrada y de salida.



(a)



(b) (Fuente: Ormazabal)

Figura 3.16: Centros de transformación prefabricados.

### Centro de Transformación Subterráneo.

Este tipo de estación transformadora deben de cumplir con los mismos requisitos que un centro de transformación interior, aunque su clasificación se encuentre dentro de los centros de transformación exteriores. Está dividido en las diferentes celdas características de las que consta los CT [13], tal y como puede ver en el esquema que aparece en la figura 3.17.

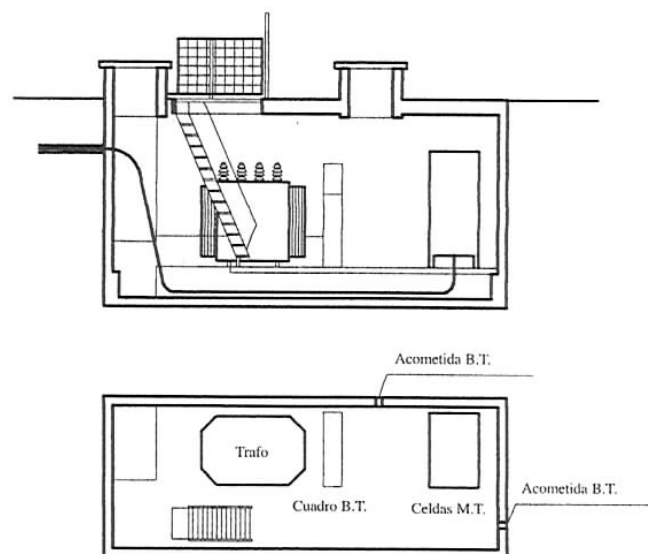


Figura 3.17: Planta y alzado de un centro de transformación subterráneo [13].

La construcción es subterránea teniendo, por tanto que tener en cuenta, el acceso del personal y a la posible entrada y salida de material y aparata, así como una buena ventilación que asegure el buen funcionamiento de los equipos (figura 3.18).

A pesar de ello, que el centro de transformación sea subterráneo tiene como ventajas:

- Su ocultación, dejando de ser una molestia para en entorno.
- Son más seguros.



Figura 3.18: Ventilación y acceso a CT subterráneo.

- Mejor acceso de las redes de Media Tensión y mejor distribución para las de Baja Tensión.

Todo ello supone un mayor coste en la instalación debido a excavación e impermeabilización. Son interesantes en el caso de disponer de terreno y teniendo en cuenta que existen también modelos prefabricados, como el que se presenta en la figura 3.19.

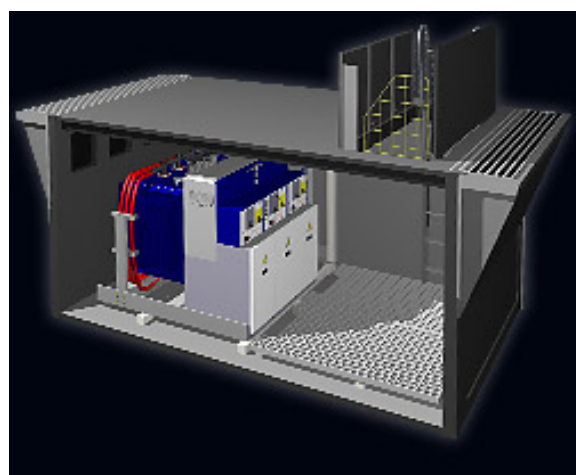


Figura 3.19: Centro de transformación subterráneo prefabricado (Fuente: Ormazabal).

## Centros de Transformación Interiores.

Están integrados en el edificio ya sea en la planta baja o en el primer sótano, aunque es preferible que se ubique en el primer caso para darle a la empresa suministradora la facilidad de acceso y de intercambio de materiales(figura 3.20)

Este tipo de centros de transformación se utiliza cuando las condiciones del edificio exigen una acometida mayor que la suministrada por una red de Baja Tensión. La empresa suministradora es la que pondrá las condiciones para indicar cuando la acometida se hará en media o en baja tensión. En este caso para una potencia demandada por el edificio sea superior a **100 kW** es necesario disponer de un centro de transformación para recibir el suministro. En relación con la ubicación de los centro de transformación





Figura 3.20: Centro de transformación integrado en el edificio [11].

y algunas exigencias que conlleva su instalación, el R.E.B.T. apenas hace referencia al respecto, excepto en lo concerniente a la obligatoriedad de la reserva del local (Tabla 3.21), siendo por tanto las propias compañías las que fijan los correspondientes condicionantes.

Potencia prevista (KVA)	Medidas mínimas del local para CT.			
	Superficie libre <sup>1</sup>		Altura <sup>2</sup>	
	10kV < U = 20kV	20kV < U = 30kV	10kV < U = 20kV	20kV < U = 30kV
Hasta 500	4,00 – 5,00	4,50 – 6,00	3,5	4,0
De 500 a 1000	4,00 – 6,00	4,50 – 7,00	3,5	4,0
Más de 1000	4,00 – 7,00	4,50 – 8,00	3,5	4,0

Figura 3.21: Dimensiones del local interior para el CT, según la potencia del transformador y valores de tensión de la red de distribución de Media Tensión. Siendo: (1) Superficie sin pilares, columnas u otros elementos, (2) Distancia entre suelo rematado y techo, o elementos colgantes si los hubiera.

Lo habitual, como se ha indicado anteriormente, es ubicarlo en planta baja; si bien puede hacerse en sótano o semisótano, siendo una solución muy recomendable hacerlo junto a la rampa de acceso al aparcamiento subterráneo del edificio, permitiéndose de esta forma aprovechar un espacio poco utilizable y mejorando de esta forma el problema de los ruidos

y la ventilación.

El local destinado al Centro de Transformación, deberá permitir la realización de una ventilación natural eficaz, con el fin de asegurar la refrigeración de los transformadores y evitar lo eventual formación de condensaciones [3]. La mencionada ventilación, desembocará al aire libre, bien directamente, o bien a través de conductos que posean las siguientes características:

1. Los conductos de aireación no podrán desembocar junto a ventanas de patios interiores. Sus medidas, así como las de los orificios de salida, serán indicadas en cada caso, por la Empresa Suministradora (figura 3.22).
2. Ningún conducto de ventilación del inmueble, deberá tener parte común con los conductos de ventilación del Centro de Transformación.

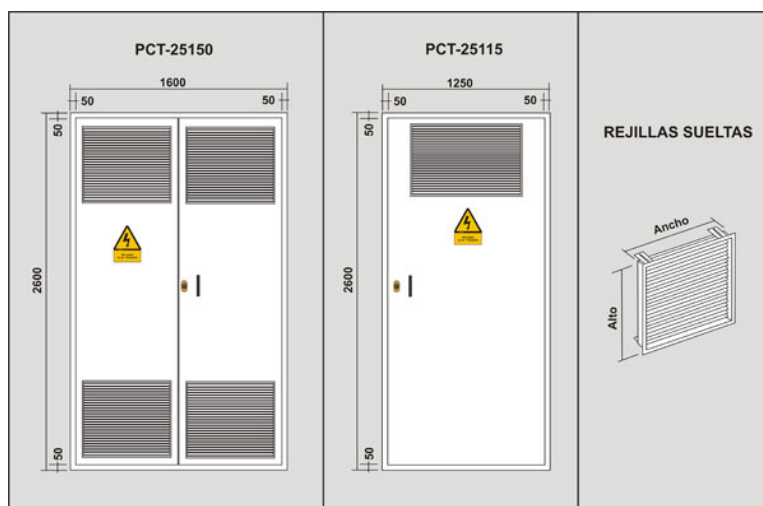


Figura 3.22: Rejillas de ventilación en los Centros de Transformación interiores [11].

Se van a indicar a continuación algunas **Recomendaciones Constructivas**, a tener en cuenta para los locales interiores:

- A. El piso de los locales, cuyo acceso sea directo desde el exterior, deberá estar elevado una altura mínima de 0.10 m. en relación con el piso exterior, o por encima del nivel conocido de las aguas más altas, en el caso de zona inundable.
- B. Protección contra posibles inundaciones procedentes de las instalaciones de los plantas superiores.
- C. No estar atravesado por ninguna canalización o tubería, ni existir ningún servicio ajeno al Centro de Transformación.

- D. La solución de los cerramientos exigidos por las Compañías consiste en realizar una separación del resto del edificio con muros mayores de 30 cm de espesor de ladrillo u hormigón con lo cual se asegura el cumplimiento de la normativa acústica y los condicionantes de resistencia al fuego.
- E. Deben disponer de cámara de aire, cuando esté contiguo a viviendas.
- F. Previsión de un pozo de recogida de aceites en el sótano más bajo del edificio.
- G. Existencia de un punto de toma de tierra también en el nivel inferior del mismo.
- H. Acceso directo del personal de la compañía desde la vía pública
- I. Tener el forjado del piso con una resistencia suficiente, para soportar los elementos constituyentes del centro de transformación (aprox. 2.000 Kg/m<sup>2</sup>), y tenerlo también en cuenta en las posibles zonas de paso de este para su colocación o sustitución.
- J. Las dimensiones de los pasos o puertas de acceso hasta el Centro de Transformación, deben ser adecuadas para permitir el paso de los elementos y aparataje.

### 3.7. Redes de distribución de Baja Tensión

Son las encargadas de distribuir la energía eléctrica en el interior del núcleo urbano y de realizar el suministro al abonado. Se dividen en redes:

- aéreas.
- subterráneas.

La tensión de servicio de las redes de Baja Tensión son 230/400 V. Las condiciones que deben cumplir estas redes están recogidas en el REBT. De hecho están definidas en las Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC-BT06 en el caso de las aéreas e ITC-BT07 en el caso de las subterráneas.

A continuación se van a describir de forma abreviada cada una de ellas.

#### 3.7.1. Redes aéreas de distribución de Baja Tensión

Estas redes cada vez son más sustituidas por las redes enterradas, pero todavía podemos encontrarlas en la mayoría de los centros urbanos y también rurales (Figura 3.23).

Los conductores, según la ITC-BT07 [6], serán principalmente de cobre o aluminio con una tensión asignada de aislante, si lo llevan, no inferior a 06/1kV. La ejecución de estas líneas puede ser mediante:

- Conductores aislados.



Figura 3.23: Red aérea de distribución de Baja Tensión.

- Cables posados. En este caso la red irán apoyada en la fachada.
  - Cables tensados. Colocada sobre apoyos que pueden ser metálicos, de hormigón o de madera.
- Conductores desnudos.

En el caso de los conductores desnudos existen unas determinadas zonas de protección en edificación donde no se pueden ubicar este tipo de redes, tal y como se puede ver en la figura 3.24.

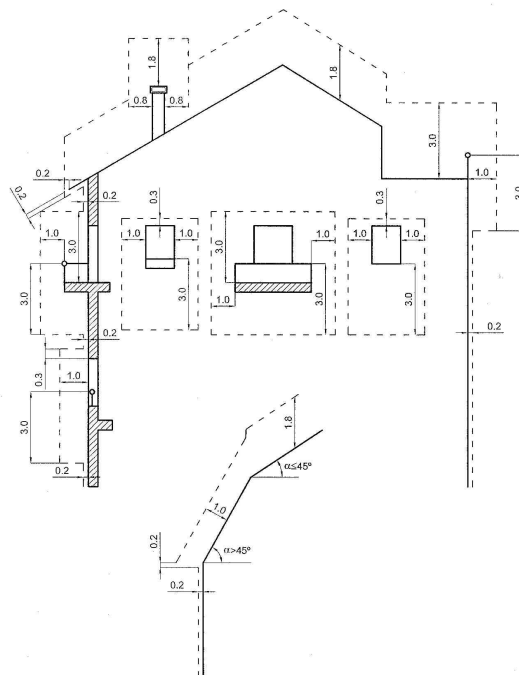


Figura 3.24: Zonas de protección en edificios para la instalación de líneas de Baja Tensión con conductores desnudos.

### 3.7.2. Redes subterránea de distribución de Baja Tensión.

Este tipo de redes son las que se están utilizando más en los últimos años debido a que son más seguras y que no ocupan las fachadas y el paisaje de la ciudad. Están definidas por la ITC-BT07, estando las canalizaciones ubicadas en el dominio público de la calzada realizando trazados en anillo o ramificados (figura 3.25).



Figura 3.25: Red de distribución subterránea con cables directamente enterrados.

Los conductores serán también de cobre o aluminio con una tensión asignada de aislante no menor de 0,6/1 kV, y la distribución en el núcleo urbano se puede realizar según el REBT:

- a) Con el conductor directamente enterrado (figura 3.25).
- b) Con canalizaciones entubadas (figura 3.26).
- c) Mediante galerías.
- d) Mediante canales revisables.



Figura 3.26: Red de distribución subterránea bajo tubo.



# Capítulo 4

## Partes de la Instalación Eléctrica.

En este capítulo se van a describir todos y cada uno de los elementos que forman parte de la instalación eléctrica en edificación y más concretamente en los edificios de viviendas.

Las partes principales que componen una instalación eléctrica son:

- Acometida.
- Instalación de Enlace.
  - Caja o Cuadro General de Protección (CGP).
  - Línea General de Protección (LGA).
  - Contadores.
  - Derivaciones Individuales (DI).
  - Interruptor de Control de Potencia (ICP).
  - Cuadro General de Mando y Protección (CGMP).
- Instalación Interior.
  - Circuitos Interiores.

### 4.1. Acometida.

Es el tramo de la instalación que hace de nexo de unión entre la red pública de distribución con la instalación del edificio. Finaliza en el linde de este, con el cuadro o caja general de protección. Y está definida en la ICT-BT 10 del REBT.

De forma general la acometida es una red trifásica de 4 conductores (3 fases y neutro), pero las compañías suministradoras estarán obligados, siempre que lo solicite el cliente, a efectuar el suministro eléctrico en monofásica

para potencias menores o iguales a 5.750 W a 230 V, y hasta un suministro de potencia máximo de 14.490 W a 230V. Cuando se demande más de 14,49 kW el suministro tendrá que ser obligatoriamente trifásico. La compañía su-

ministradora es propietaria y responsable de este tramo de la instalación, por lo que su ejecución se realizan según la normativa definida por esta y por las instrucciones técnicas complementarias (ITC) que las definan. Discurrirá por dominio público en la mayoría de los casos y dibujando un trazado lo más rectilíneo y corto posible. Se evitará la realización de acometidas por patios interiores,garajes, jardines privados, o viales de conjuntos cerrados entre otros. En términos generales se dispondrá de una acometida por edificio,

aunque en algunos casos esto puede modificarse si la potencia demandada es elevada y así lo estime la empresa suministradora. Como es el caso de locales de gran superficie ( $\geq 300m^2$ ) que tendrán una acometida independiente para su suministro. Sus conductores, tubos de conducción y canales, tienen las

mismas consideraciones que las redes de distribución en Baja Tensión. Según cual sea el trazado de la red las acometidas se pueden dividir en:

- Aéreas.
- Subterráneas.
- Mixtas.

#### 4.1.1. Acometidas Aéreas.

Este tipo de acometidas tiende a desaparecer frente a las subterráneas. Se ejecuta solo cuando la red de distribución también es aérea(Figura 4.1).

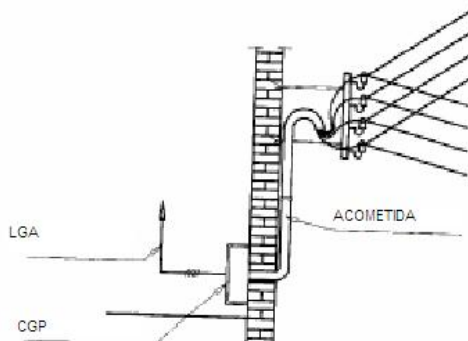


Figura 4.1: Acometida aérea a partir de una red de distribución aérea [13].

A su vez las acometidas aéreas se subdividen según el sistema de instalación en:



1. Acometidas posadas sobre fachada.
2. Acometida tensada sobre poste.

El tendido más común es sobre fachada, realizando un estudio anterior para que quede bien protegida la línea, una vez colocada y respetando unas distancias de seguridad (Figura 4.2), no siendo en ninguno de los casos la altura mínima en cruces sobre calles y carreteras inferior a 6 m.

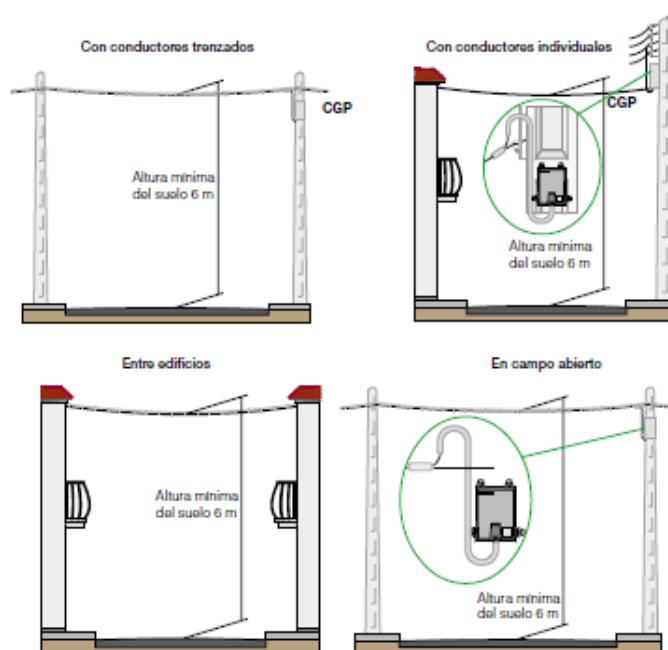


Figura 4.2: Ejecución de las acometidas aéreas en función del tipo de tendido [11].

Las características de los conductores de este tramo de la instalación tendrán las mismas características que la red de distribución aérea y por tanto están definidos en la ITC-BT 06. Los cables posados sobre fachada tendrán una tensión asignada de 0.6/1kV y su instalación se hará preferentemente bajo tubo cerrados o canales protectoras. Si la distancia al suelo en tramos de acometida es inferior a 2,5 m, los tubos y canales deben cumplir unos requisitos especiales definidos en la ITC-BT 11, y se deben proteger de la posible entrada de agua.

#### 4.1.2. Acometidas Subterráneas.

Es la más común, actualmente en los núcleos urbanos, cuya distribución queda enterrada y fuera de la vista, por lo que es mucho más estética. De hecho cada vez hay más zonas de los cascos antiguos que se han ido sustituyendo las acometidas subterráneas.

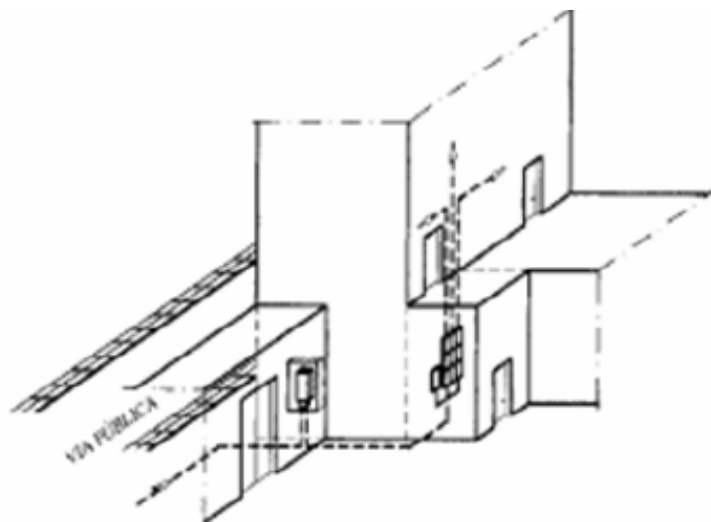


Figura 4.3: Acometida subterránea para un edificio de viviendas [13].

En la figura 4.3 se puede ver el esquema de acometida subterránea que alimenta a un edificio de viviendas.

Existen diferentes formas de acometer al edificio, en función de como sea la alimentación desde la red de distribución, pudiendo ser en derivación (figura 4.4(a)) si la red es ramificada o en bucle (figura 4.4(b)) si la red es en anillo o en huso.

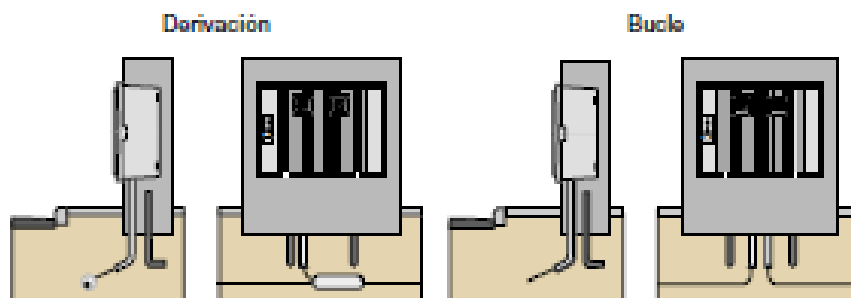


Figura 4.4: Tipos de acometidas subterráneas en función de la red de distribución [11].

Queda definida al igual que pasa con la acometida aérea con la red de distribución subterránea, ya que tiene que cumplir las mismas características (ITC-BT 07).

Los conductores y cables serán de cobre o aluminio y deberán ser capaces de soportar las intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor y las condiciones de su instalación. A continuación se puede ver una de las tablas de estas intensidades admisibles de la ITC-BT 07 (figura 4.5).

Existen diferentes tablas para cada una de las configuraciones que se pueden encontrar, enterrados directamente en el terreno, en canaletas, así como

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tema de cables (1)			1 cable tri o tetra-P			2 cables unipolares			1 cable bipolar		
	Tipo de aislamiento											
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56	88	86	77	81	78	69
10	96	94	85	88	85	75	118	115	104	108	104	92
16	125	120	110	115	110	97	153	147	135	141	135	119
25	160	155	140	150	140	125	198	190	172	184	172	153
35	190	185	170	180	175	150	233	227	208	221	214	184
50	230	225	200	215	205	180	282	276	245	263	251	221
70	280	270	245	260	250	220	343	331	300	319	306	270
95	335	325	290	310	305	265	410	398	355	380	374	325
120	390	375	335	355	350	305	488	459	410	435	429	374
150	425	415	370	400	390	340	521	508	453	490	478	417
185	480	470	420	450	440	385	588	576	515	551	539	472
240	550	540	485	520	505	445	674	662	594	637	619	545
300	620	610	550	590	585	505	760	747	674	723	692	619
400	705	690	615	665	645	570	864	845	753	815	790	699
500	790	775	695	-	-	-	968	949	839	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-	1084	1066	943	-	-	-

(1) Incluye el conductor neutro, si existe.

Tabla F7-054: intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente).

□ Tipo de aislamiento:

- XLPE Polietileno reticulado. Temperatura máxima en el conductor 90 °C (Servicio permanente).

- EPR Etileno propileno. Temperatura máxima en el conductor 90 °C (Servicio permanente).

- PVC Policloruro de vinilo. Temperatura máxima en el conductor 70 °C (Servicio permanente).

□ Temperatura del terreno: 25 °C.

□ Profundidad de instalación: 0,70 m.

□ Resistividad térmica del terreno: 1 k·m/W

Figura 4.5: Intensidades máximas admisibles para conductores de cobre enterrados [6, 11].

si los conductores son de cobre o aluminio.

Por último se van a indicar en la tabla 4.1 las distancias de proximidad entre las acometidas subterráneas con el resto de instalaciones con las que puede convivir en la red pública.

Tipos de Canalizaciones		Distancias
Canalización Eléctrica	Baja Tensión	0.1 m
	alta Tensión	0.25 m
Canalización de Telecomunicaciones		0.2 m
Canalización de Agua	Proy. Horizontal	0.2 m
	Entre empalmes eléctricos y juntas de agua	1 m
Canalización de Gas	BP y MP	0.2 m
	AP	0.4 m
	Entre empalmes eléctricos y juntas de agua	1 m

Tabla 4.1: Distancias y proximidad entre las canalizaciones eléctricas enterradas y el resto de instalaciones.

### 4.1.3. Acometidas Mixtas.

Son aquellas acometidas que se realizan parte en instalación aérea y parte en instalación subterránea (Figura 4.6).

Cada tramo se realizará en función de las condiciones de cada trazado, es decir, la parte aérea se regirá por las condiciones del trazado aéreo y el subterráneo con el suyo. Como se puede ser la distancia mínima en la parte aérea no puede ser inferior a 2,5 m.



Figura 4.6: Acometida mixta [11].

## 4.2. Instalaciones de Enlace

Son aquellas partes de la instalación del edificio que unen o enlazan la red urbana de distribución con el recinto propio de cada usuario (o abonado), ya sea vivienda, oficina, local comercial, o los servicios generales correspondientes al edificio.

Como se ha indicado anteriormente los elementos que forman parte de la instalación de enlace (según la ITC-BT 12) son: La caja general de protección, la línea general de alimentación, la centralización de contadores, las derivaciones individuales y los cuadros generales de mando y protección, ya sean estos últimos pertenecientes a las viviendas o a los servicios generales (cuadros primarios y secundarios).

En la normativa aparecen diferentes tipos de esquemas en función de tipo de edificio a abastecer de energía eléctrica y del número de usuarios. Estos esquemas son [11]:

- Esquema para un único abonado (Figura 4.7(a)).
- Esquema para dos abonados (Figura 4.7(b)).
- Esquema para varios usuarios con contadores centralizados (Figura 4.7(c)).
- Esquema para varios usuarios con contadores descentralizados (Figura 4.7(d)).

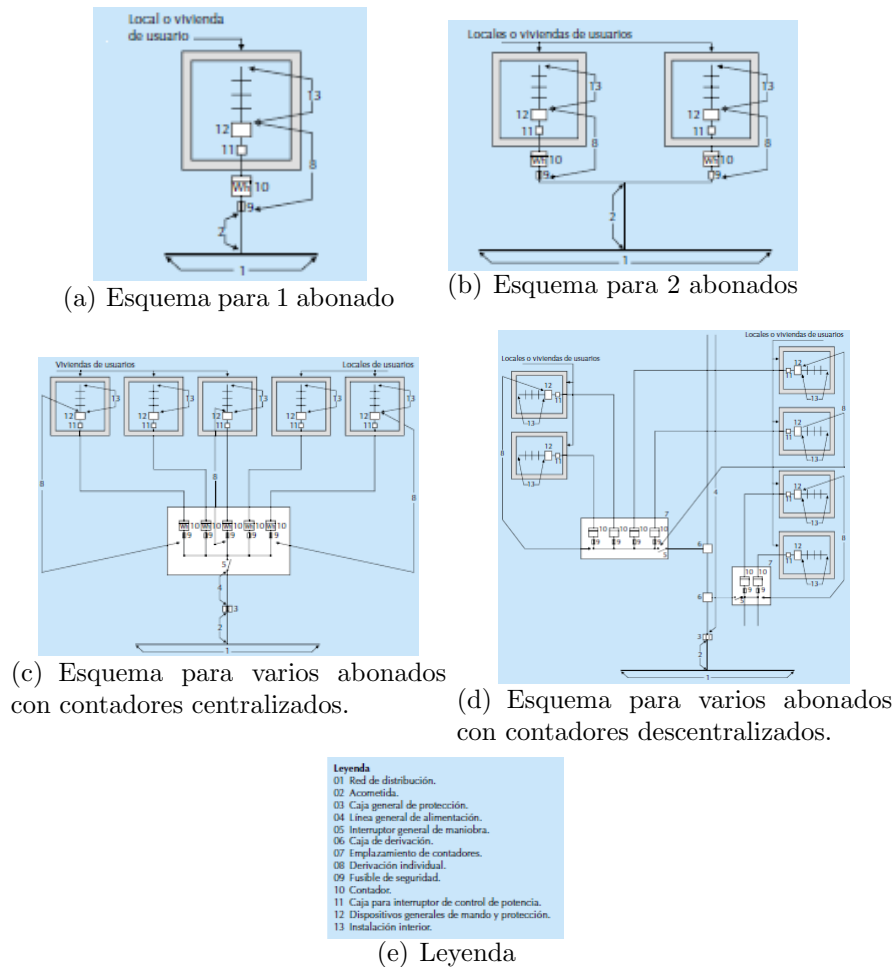


Figura 4.7: Diferentes tipos de esquemas normalizados de la instalación de enlace según el REBT [2].

Como puede apreciarse en la figura 4.7, las disposiciones de la instalación de enlace serán diferentes por las características de los elementos que la integran también son diferentes como ya veremos en los apartados posteriores.

#### 4.2.1. Caja o Cuadro General de Protección, CGP.

Es el primer elemento privativo del edificio, al que llega la acometida y además es la primer elemento de protección eléctrico general del inmueble. Si bien su cometido concreto se basa en mantener la integridad física de la Línea General de Alimentación que parte de él.

Por lo tanto la CGP es el nexo de unión entre la acometida con la instalación de enlace. Dentro del Reglamento Electrotécnico sus características se definen dentro de la instrucción técnica ITC-BT 13.

En el interior de la caja o cuadro se encuentran cortacircuito-fusibles para cada una de las fases, con poder de corte igual o mayor a la posible corriente

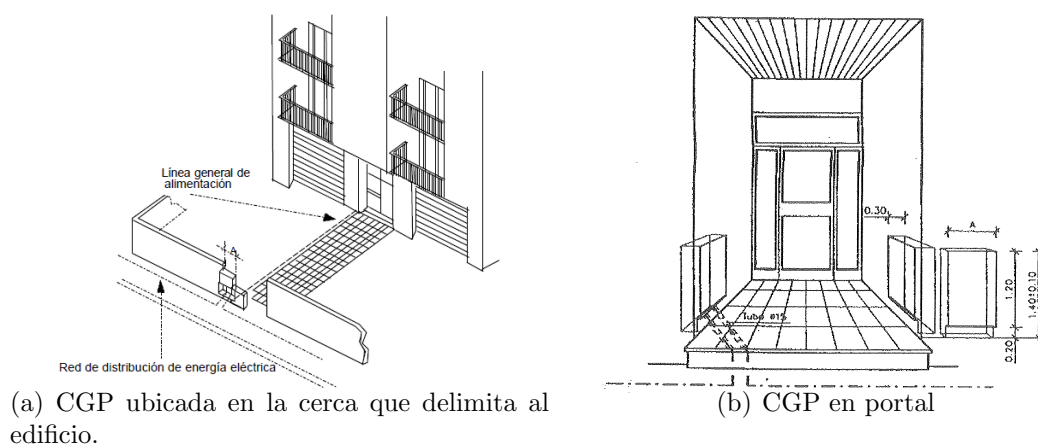
de cortocircuito ,y un borne de conexión del neutro.

La ubicación de estos elementos se realizará preferentemente en fachada exterior, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora tal y como indica la normativa. Esta situación en algunos casos es problemática ya que al estar en fachada, puede tener un nefasto impacto visual, si se trata de acometidas aéreas superficiales, con los cable trenzados. En los edificios protegidos o catalogados por la normativa urbanística competente suele estar proscrita la colocación en fachada de cualquier elemento discordante, por lo que en esos casos se obliga a colocar la caja o cajas dentro del portal del inmueble.



Figura 4.8: CGP en fachada con acometida aérea.

Para acometida aérea la CGP se ubicará en fachada, en hornacina abierta, donde termina la canalización de la acometida y a una distancia del pavimento en la mayoría de los casos entre 3 y 4 m, no pudiendo ser por debajo de 2.5 m(Figura 4.8). La hornacina debe tener unas medidas suficientes para la instalación y mantenimiento de la caja. En términos generales podría establecerse como mínimos:0,50 m de ancho por 0,80 m de alto y 0,25 m de fondo para cada caja.



(a) CGP ubicada en la cerca que delimita al edificio.

(b) CGP en portal

Figura 4.9: Diferentes ubicaciones de la CGP en edificio [1]

De la misma forma para la acometida subterránea la CGP debe quedarse en el cerramiento del inmueble, pero en la fachada exterior (figura 4.9(b)) y si el edificio tiene cerca exterior esta debe ubicarse en este lugar (figura 4.9(a)).

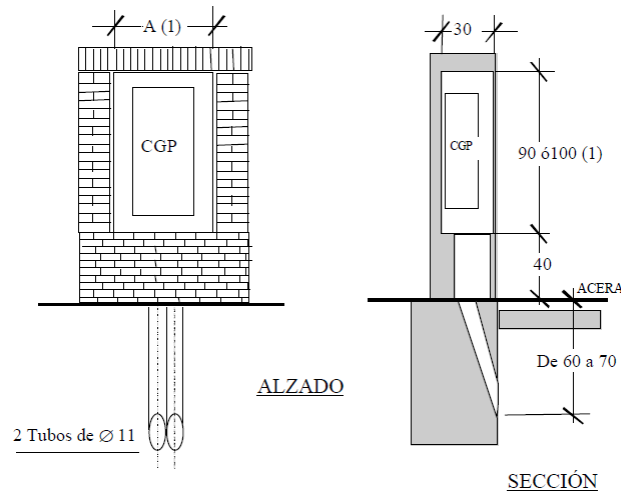


Figura 4.10: Características del armario de la CGP [11].

El armario u hornacina que alberga la CGP, debe cumplir unas determinadas condiciones y dimensiones. Dichas dimensiones quedan reflejadas en la figura 4.10, además la puerta debe cumplir unas condiciones frente al impacto con un grado de seguridad IK 10 (figura 4.11).

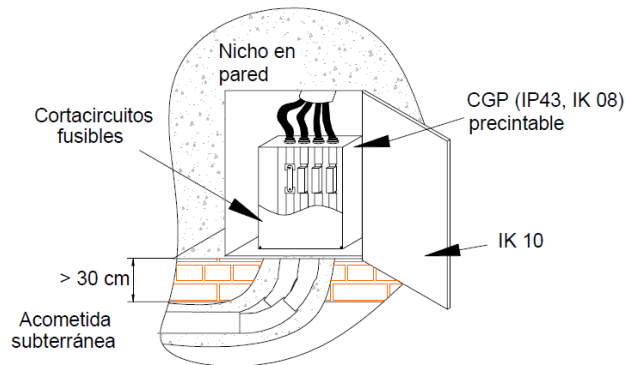


Figura 4.11: Esquema de una CGP, según la guía de REBT [2].

### Tipos de CGP

En función del tipo de edificación y de las necesidades de potencia, existen tres tipos de cuadros o cajas generales de protección. Que en esencia realizan la misma función, aunque a continuación se va a describir cada uno de ellos.

**Caja General de Protección o CGP convencional.** Es que se ha estado definiendo en los párrafos anteriores. Tiene diferentes esquemas de distribución o de conexión en función de cómo se alimente la CGP y cómo sea la

acometida, la designación de las conexiones se define mediante unos números determinados tal y como puede verse los esquemas de la figura 4.12.

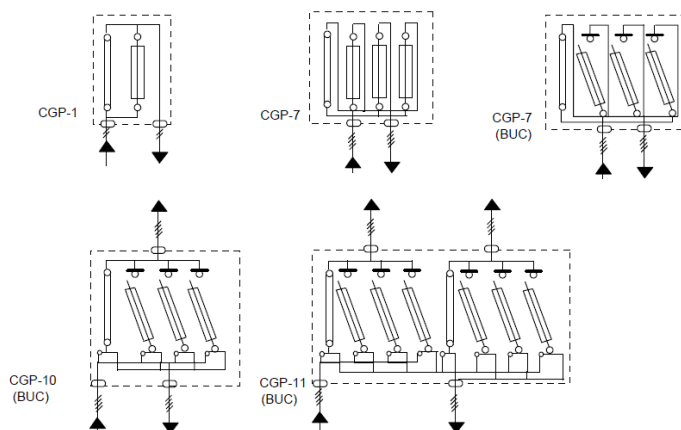


Figura 4.12: Tipos de conexiones normalizadas para las cajas generales de protección [10].

En la figura 4.13, se pueden ver varias CGP correspondientes a las conexiones indicadas anteriormente.

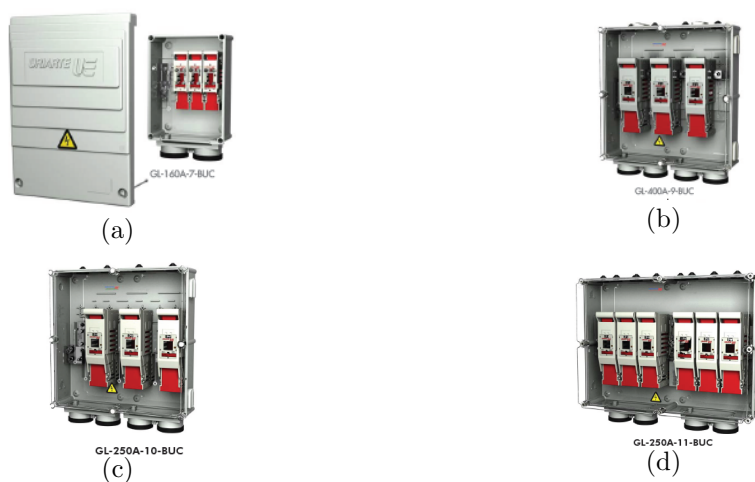


Figura 4.13: Aspecto de las CGP en función del tipo de conexión [10]

**Caja General de Protección y Medida, CGPM.** Este tipo de protección es usada en viviendas unifamiliares y adosadas, donde la CGP y el contador comparten el mismo armario. En la figura 4.14 se puede ver el aspecto exterior e interior que tienen estos armarios, quedando el contador en el lugar donde están las ventanas para permitir la contabilización por parte de la empresa suministradora. La ubicación de la CGPM será la fachada de la vivienda o la cerca de la parcela, si la anterior está retranqueada.

Este tipo de elementos se colocaran en la mayoría de los casos en una hornacina al igual que lo hacen las CGP, ubicándose los aparatos de medida



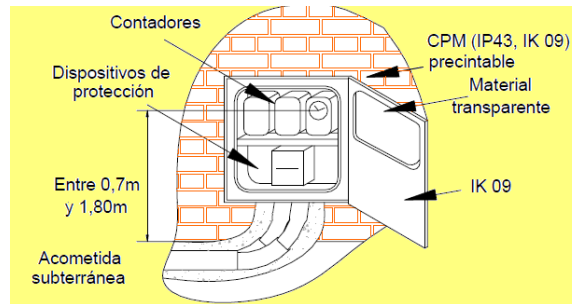
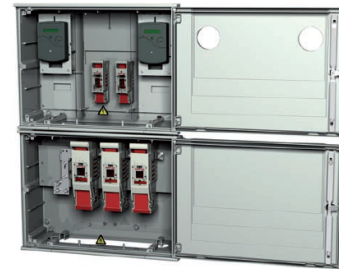


Figura 4.14: Caja General de Protección y Medida (CGPM) [2].

a una altura entre 0.7 a 1.8 m. La envolvente debe tener una vez instalada unos grados de protección frente al agua IP43 (UNE 20.324) y una resistencia mecánica frente al impacto IK09 (UNE-EN 50.102), además de ser precintables. Además la puerta del armario que los aloja debe también tener un grado de protección IK09 y elementos transparentes que permitan la medición.



(a) CGPM monofásica para 1 abonado



(b) CGPM trifásica con 2 abonados

Figura 4.15: Tipos de CGPM [10]

En la mayoría de los casos el fusible es único en formato cilíndrico (figura 4.15(a)), y se intercala en la fase de un tipo de suministro que normalmente será monofásico (hasta 14 kW), aunque también existen CGPM trifásicos (figura 4.15(b)) para vivienda (hasta 15 kW) y para locales comerciales e industriales (>15 kW).

**Bases Tripolares Verticales, BTVs.** Cuando las acometidas tienen una potencia muy elevada (>320 kW) las cajas generales de protección se sustituyen por armarios que albergan las denominadas BTV (Bases Tripolares Verticales), como las de la figura 4.16 donde sobre una pletina se colocan unos zócalos que albergan tres o más tríos de fusibles y con una pletina adicional para el neutro, permitiendo que existan varias líneas de salida y así repartir la potencia en el edificio.

En el esquema unifilar de la figura 4.17, se puede ver la distribución en un edificio con la colocación de BTVs en lugar de una Caja General de Protección. Cada línea general de alimentación llegará a un cuadro o módulo

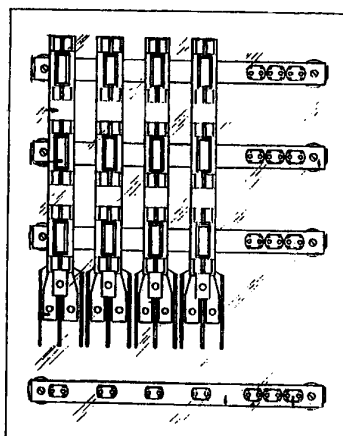


Figura 4.16: Esquema básico de Bases Tripolares Verticales (BTV) [13].

independiente de contadores, que en la mayoría de los casos pueden estar ubicados en el mismo lugar.

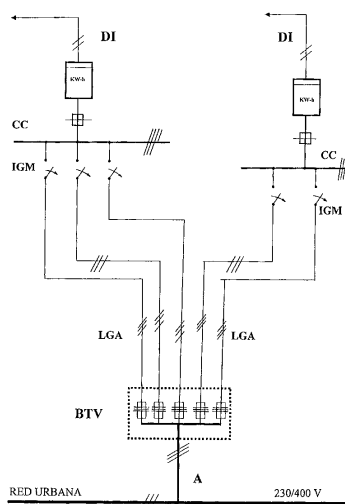


Figura 4.17: Esquema de una instalación de enlace en un edificio utilizando BTVs [13].

#### 4.2.2. Línea General de Alimentación, LGA.

Constituye el tramo comprendido entre la C.G.P. y la centralización de contadores. Cuando se parte de un cuadro con capacidad para varios tríos de fusibles (BTVs), cada una de ellos encabezará una línea general de alimentación diferente, de modo que cada línea une una determinada base tripolar con un solo conjunto de módulos de contadores eléctricos (figura 4.17). En el caso de viviendas unifamiliares o adosadas, al estar en un mismo armario el fusible que hace de caja general de protección y el contador correspondiente, *no existe* físicamente la línea general de alimentación, aunque si existen unos conductores que unan los fusibles al contador.

Esta línea queda totalmente definida en la normativa en la IT-BT 14.

Su recorrido natural se ejecutará atravesando el portal del inmueble por falso techo, enterrada o mediante rozas hasta alcanzar el cuarto o armario de cantadores, utilizando zonas comunes siempre y con una trayectoria lo más rectilínea y corta posible. No en vano se trata del tramo que soporta toda la potencia del edificio y en consecuencia necesitará los conductores más gruesos de toda la instalación. Esto ya no solo implica un coste por caída de tensión, sino sobre todo por las dificultades de manipular secciones importantes. En algunos casos puede ir hasta colgada en el forjado de la planta sótano.

Las dimensiones de las canalizaciones deberán permitir la ampliación de la sección de los conductores en un 100 %, y para el caso de utilización de tubos se debe ajustar a lo indicado en la tabla 4.2 en función de la sección de la fase. La canalización habitual será de tubos de material termoplástico rígido con uniones roscadas o embutidas, de modo que los extremos de dicha unión no puedan separarse. En el caso en que la LGA esté enterada bajo tubos se deberá cumplir lo especificado en la ITC-BT 07.

Secciones (mm <sup>2</sup> )		Diámetro exterior de los tubos (mm)
Fase	Neutro	
10(Cu)	10	75
16(Cu)	10	75
16(Al)	16	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

Tabla 4.2: Tabla 1 (ITC-BT 14).

Cuando el cambio de dirección sea imprescindible se procurará la utilización de amplias curvas, o mejor de amplias cajas registrables para facilitar la colocación y el mantenimiento de los conductores.

Si la LGA discurre verticalmente lo hará por el interior de canaladura o conducto de obra (patinillo) empotrado o adosado al hueco de la escalera por zona común (figura 4.18). Sus paredes deben cumplir con una integridad(E) y aislamiento(I) al fuego de 120 minutos (EI120), y sus tapas de registro de 30 min, según CTE DB-SI. Además se establecerán cortafuegos cada 3 plantas con iguales condiciones a las paredes (EI 120) y se colocarán registros en todas las plantas por las que discurra.

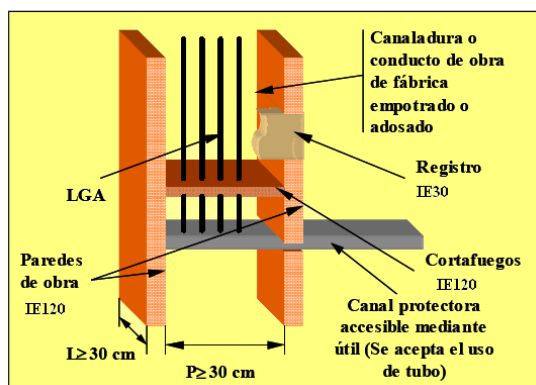


Figura 4.18: Esquema de distribución en vertical de la LGA y características del conducto de obra [2].

**Conductores para la LGA** Las líneas generales de alimentación, en términos generales van a ser siempre trifásicas y sin conductor de protección o de toma de tierra (T.T), por lo tanto tendrán 4 conductores. Si es monofásica, en caso excepcionales, sin toma de tierra constará de 2 conductores y de 3 conductores en el caso de que llevara la protección.

Tanto las fases como el neutro serán fácilmente identificables a través de colores o etiquetas. De utilizar colores serían preferiblemente:

- marrón, negro y gris para las fases,
- azul para el neutro.
- (amarillo-verde para la protección o toma de tierra.)

y en el caso necesario de designarlos, se utilizará la secuencia:

- R, S, y T para las fases, y
- N para el neutro.
- (P ó TT para la protección.)

Antes de seguir definiendo diferentes aspectos con respecto a las características de los conductores de LGA, es necesario tener claros que tipos de cables existen en las instalaciones. Pudiendo haber conductores unipolares y conductores multipolares. Un conductor unipolar es aquel que esta compuesto por el alma de material conductor, con un recubrimiento de aislante y en algunos caso con una cubierta exterior(figura 4.19(a)). El alma puede ser rígida o formada por un haz muchos cables iguales, siendo en ese caso más flexibles. Estos tipos de cables van independientes. En el caso de los cables multipolares dentro de un mismo cable se encuentra varios conductores diferentes con sus respectivos aislantes, y en algunos casos con varios tipos de cubiertas. En este caso las líneas quedan agrupadas con un único cable conductor, dentro del cual hay desde 2-5 conductores unipolares(figura 4.19(b)).

Pueden llegar a ser difíciles de manejar si la sección de los conductores en su interior son muy grandes pero superficialmente están más protegidos.

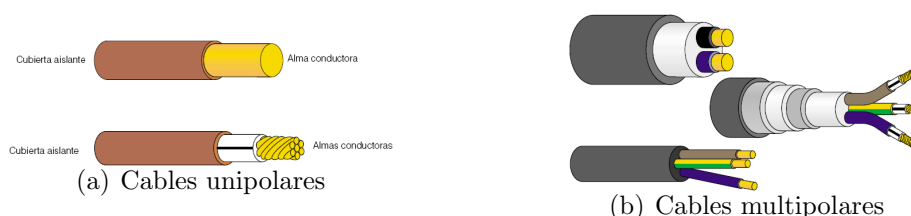


Figura 4.19: Tipos de cables conductores [11]

Los conductores pueden ser de cobre(Cu) o de aluminio(Al) con un nivel de aislamiento asignado de 100V para el recubrimiento, lo cual se representa por: 0.6/1kV. Además tendrán las siguientes características:

- Serán 'no propagadores del incendio', y con baja emisión de humos y opacidad (parte 4 y 5 norma UNE 21113) y sin emisión de halogenuros metálicos.
- La sección de los cables será uniforme en todo su recorrido, y sin empalmes. Siendo la **sección mínima** para conductores de Cu de 10 mm<sup>2</sup>, y para el Al 16 mm<sup>2</sup>.
- Es necesario también indicar que las conducciones por donde irán los cables serán 'no propagadores de llama' (UNE-EN 500085-1 y UNE-EN 50086-1).

Existen diferentes tipos de designaciones para los cables, aunque siempre se tiene en cuenta el aislante del conductor, el tipo de cubierta si existe y el tipo de conductor. En la que se va a utilizar en este caso un ejemplo sería: **RV 0,6/1kV-K**.

- La primera letra designa el tipo de aislante, pudiendo ser:
  - R, polietileno reticulado (XLPE).
  - D, etileno-propileno reticulado (EPR).
  - V, policloruro de vinilo (PVC).
  - ES, aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefinas (Z1).
- La segunda letra designa el tipo de cubierta, y en ese caso puede ser:
  - V, policloruro de vinilo (PVC),
  - Z1, cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina.

- El valor 0,6/1kV, pertenece a la designación de tensión del aislante, tal y como se indicaba en párrafos anteriores, para 1000 V. Es posible que en muchos casos no aparezca, indicándose por omisión, que es este el valor asignado como sería el caso del ejemplo: **RV-K**.
- Y la letra final después del guión, indica el tipo de conductor utilizado, así:
  - -K, conductor de cobre flexible.
  - -U, conductor de cobre rígido.
  - -R, conductor tipo cuerda.
  - -A ó -Al, conductor de aluminio.

En la tabla de la figura 4.20, podemos ver diferentes tipos de canalizaciones y cables para la LGA, utilizando el tipo de nomenclatura definido.

Sistema de instalación	Sistema de canalización (calidad mínima)		Cable	
Superficial	Tubo 4321 No propagador de la llama	Compresión Fuerte (4), Impacto Media (3), Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50086-2-1	RZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-4
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama, Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		Cable de tensión asignada 0,6/1kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-5
Empotrado	Tubo 2221: No propagador de la llama	Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2). UNE-EN 50086-2-2	DZ1-K (AS)	
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		
Enterrado	Tubo: (Propiedades de propagación de la llama no declaradas)	Compresión 250/450N (hormigón / suelo ligero), Impacto Ligera / Normal. UNE-EN 50086-2-4	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
Canal de obra <sup>3</sup>			RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
Canalización prefabricada UNE-EN 60439-2				
<p>Nota 1: Según la norma UNE 21 022 los conductores clase 5 son aquellos constituidos por numerosos alambres de pequeño diámetro que le dan la característica de flexible.</p> <p>Nota 2: las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares.</p> <p>Nota 3: Cuando en una canal de obra se utilicen tubos o canales protectoras, éstos deberán cumplir con las características prescritas para sistemas de instalación empotrados.</p>				

Los cables con conductores de aluminio corresponden al tipo RZ1-Al (AS), según la norma UNE 21123-4, habitualmente se utilizan para instalaciones singulares.

Figura 4.20: Características de los cables y sistemas de conducción según la Guía del REBT ITC-BT 14 [2].

### 4.2.3. Centralización de Contadores.

Como parte de la instalación de enlace, en todos los edificios de viviendas se habilitará un espacio común destinado a albergar exclusivamente la centralización de los contadores eléctricos.

La ubicación y la instalación de los contadores está definida en la instrucción técnica complementaria ITC-BT 16.

En el caso de viviendas unifamiliares o adosadas, el contador se encuentra en el exterior de la vivienda dentro de la CGPM (figuras 4.15 y 4.14), tal y como se ha indicado anteriormente, cumpliendo con unos grados de protección para el contador de IP43 e IK09.

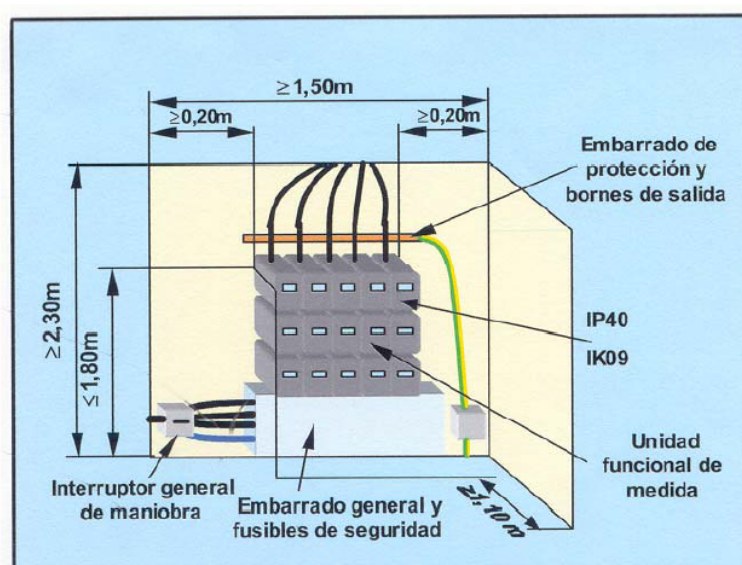


Figura 4.21: Características de una centralización de contadores [2].

En el resto de los casos en vivienda, los contadores se encuentran en el interior del edificio centralizados de forma única o parcial. Para la ubicación de la centralización se tendrán en cuenta las normativas aplicables por parte de la compañía suministradora.

En cualquier caso los contadores se colocan en unos módulos o paneles estandarizados (UNE-EN 60439) con ventilación suficiente y con grados de protección mínimos: IP40 e IK09 (figura 4.21).

#### Partes de la centralización de contadores

Toda centralización de contadores se compone de cuatro unidades funcionales principales (figura 4.22) diferentes, ya que los contadores no se ubican solos, dichas unidades son las siguientes:

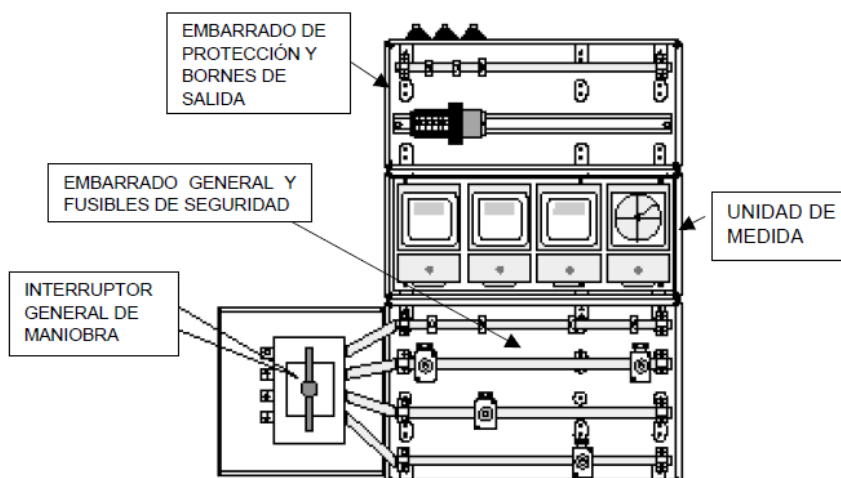


Figura 4.22: Partes principales de una centralización de contadores [2].

- A. Interruptor Seccionador General de Maniobra.
- B. Unidad Funcional de Embarrado de Entrada.
  - Embarrado general.
  - Fusibles de seguridad.
- C. Unidad Funcional de Medida.
  - Aparatos de medida.
- D. Unidad Funcional de Embarrado de Protección y Salida.
  - Embarrado general de Protección.
  - Bornes de salida.

A continuación se van a definir cada uno de ellos.

A. *Interruptor Seccionador General de Maniobra:*

Toda centralización de contadores debe incluir un Interruptor Seccionador para posibilitar manualmente la conexión o desconexión del suministro eléctrico procedente de la línea general de alimentación. Este interruptor debe tener la sección del neutro retardado para evitar posibles tensiones indeseables en el momento de su maniobra.

B. *Unidad Funcional de Embarrado de Entrada:*

Se encuentra situada en la parte inferior del panel de módulos, a continuación del interruptor seccionador. Organiza la descomposición de la LGA en tantas líneas individuales como contratos deban existir. Para ello la línea general de alimentación acomete sobre tres barras de fases y una de neutro, de ahí el nombre de embarrado general. Las barras son de cobre de sección 20 x 4 mm.



Sobre las barras se colocan los fusibles de seguridad (D02 o D03) que se destinan a la protección de los contadores y derivaciones individuales y estarán situados en cada uno de los arranques de todos los conductores de fase, con capacidad de corte en función de la máxima corriente de cortocircuito que se pueda presentar.

C. *Unidad Funcional de Medida:*

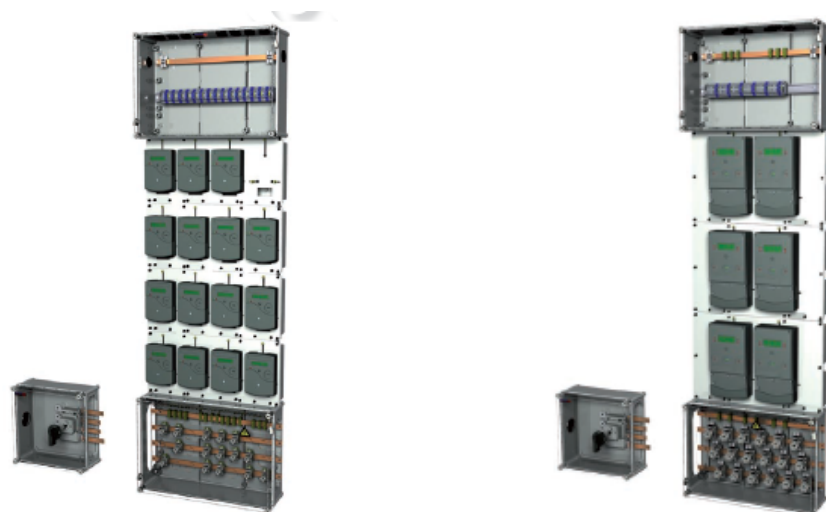
En ella se alojan los contadores, propiamente dichos, de todos los abonados y servicios del edificio del edificio. Deben tener un espacio reservado para la colocación de interruptores horarios.

D. *Unidad Funcional de Protección y Salida:*

De esta unidad parten todas las derivaciones individuales, para ello se colocan unos bornes o grapas de conexión a los que llegan los conductores de los contadores y de los que salen los conductores de la derivación individual.

Además dentro de esta unidad se encuentra la barra de protección a tierra a la que llegará la línea de protección a tierra y de la que partirán todos los conductores de protección necesarios en la instalación, tanto para las derivaciones individuales como a los elementos que es necesario conectar a tierra.

Estas centralización de contadores pueden ser monofásicas o trifásicas, tal y como se puede ver en la figura 4.23, utilizándose en este caso contadores digitales en lugar de monofásicos.



(a) Módulos para contadores monofásicos.

(b) Módulos para contadores trifásicos

Figura 4.23: Módulos de contadores eléctricos de la empresa Uriarte [10].

Las consideraciones básicas para la centralización de contadores son:

- Cada línea general de alimentación terminará en un interruptor seccionador general de maniobra.
- Cada suministro monofásico tomará el neutro de la barra correspondiente con una conexión mecánica directa, mientras que la fase se conectará mediante un mecanismo de porta-fusible que se inserta directamente en la barra oportuna.
- Las conexiones de fase deben realizarse para conseguir el equilibrio de potencias, es decir, que los suministros distribuyan su demanda entre las tres fases disponibles en el embarrado.
- Los cables utilizados en las conexiones deben de ser 'no propagadores de incendio' y con emisión reducida de humos, opacidad reducida y libres de emisión de halógenos. Sus secciones mínimas serán de 6 mm<sup>2</sup>, aunque se puede recomendar que se utilice el mismo criterio que para la LGA 10 mm<sup>2</sup> para Cu y 16 mm<sup>2</sup> para Al.
- Se deberá también disponer de cableado para la conexión, en caso necesario, para los circuitos de mando y control de tarificación horaria. Estos cables tendrán las mismas características anteriores, el color del aislante es rojo de 1,5 mm<sup>2</sup>.

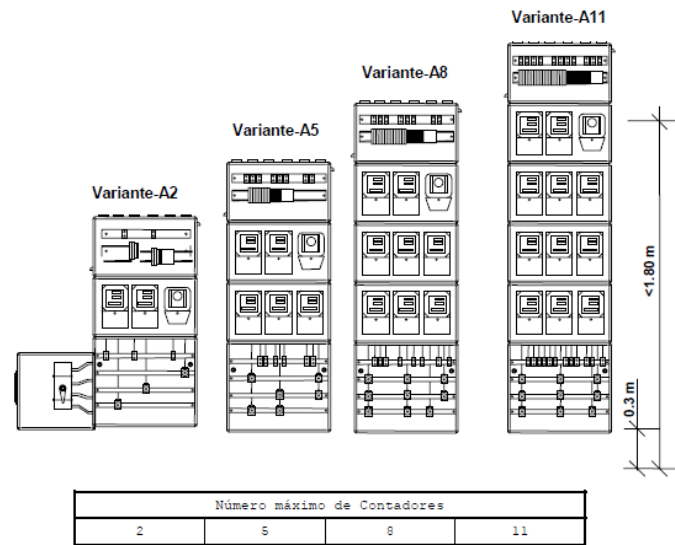
### Tipos de contadores

Se suelen clasificar en los tipos A, B y BCAR, según el tipo de suministro. Todos ellos se albergan en armarios de poliéster que suelen tener un ancho común, según el tipo y cantidad de contadores que pueda albergar, estando en un entorno entre los 48-63 cm.

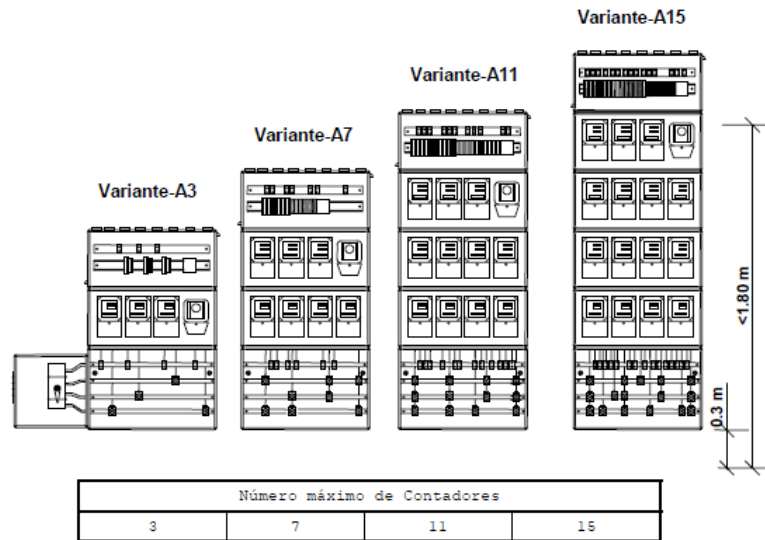
- **Tipo 'A'**: Está destinado a suministros monofásicos hasta una potencia máxima de 14,49 kW (63 A) con medición exclusiva de energía activa.
- **Tipo 'B'**: Se utiliza para suministros trifásicos hasta los 14,49 kW (21 A) con medición único de energía activa. Se puede utilizar en viviendas, locales comerciales y en algunos casos en servicios generales.
- **Tipo 'BCAR'**: Se utiliza para suministros trifásicos de hasta 43,5 kW (63 A). Consta de: contador de energía activa con posible discriminación tarifaria; de contador de energía reactiva; e interruptor horario. Se utiliza en locales o servicios generales.

Según el tipo de contador existen diferentes tipos estandarizados de cuadros o módulos de contadores.

En las figuras 4.24, 4.25 y 4.26, se van a presentar algunos de los cuadros de centralización que la compañía suministradora Iberdrola define en sus normas, los cuales pueden ir o no cerrados con una envolvente. Esta envolvente no es más que una carcasa transparente que cierra el conjunto y con posibilidad de realizar un lacre para evitar la manipulación de los contadores.



(a) Cuadro modular de 48 cm de ancho.



(b) Cuadro modular de 63 cm de ancho.

Figura 4.24: Tipos de armarios modulares con o sin envoltorio para contadores monofásicos tipo A [1].

El cuadro modular tipo A está asignado a contadores monofásicos tipo A se define en dos medidas de ancho: de 48 cm o de 63 cm.

En la figura 4.24(a) se puede ver que en la variante de 48 cm alberga desde 2 hasta 11 contadores; mientras que en el caso de las variantes de 63 cm (figura 4.24(b)) se pueden colocar desde 3 hasta 15 contadores.

En los armarios tipo B, se colocarán contadores trifásicos tipo B (figura 4.25) con o sin envoltorio y con una anchura del armario de 58 cm.

Por último en la figura 4.26 se puede ver los armarios normalizados de 58 cm de ancho para los conjuntos combinados de contadores tipo BCAR.

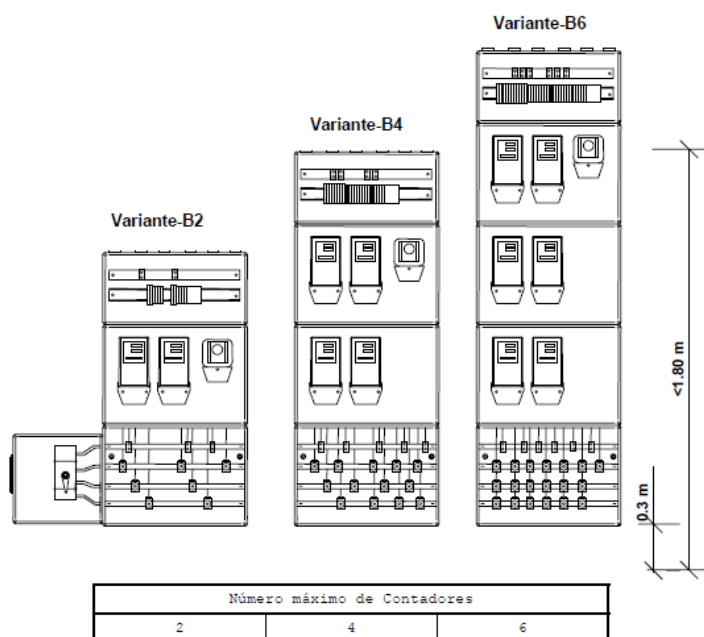


Figura 4.25: Armarios modulares con o sin envoltorio para contadores trifásicos tipo B [1].

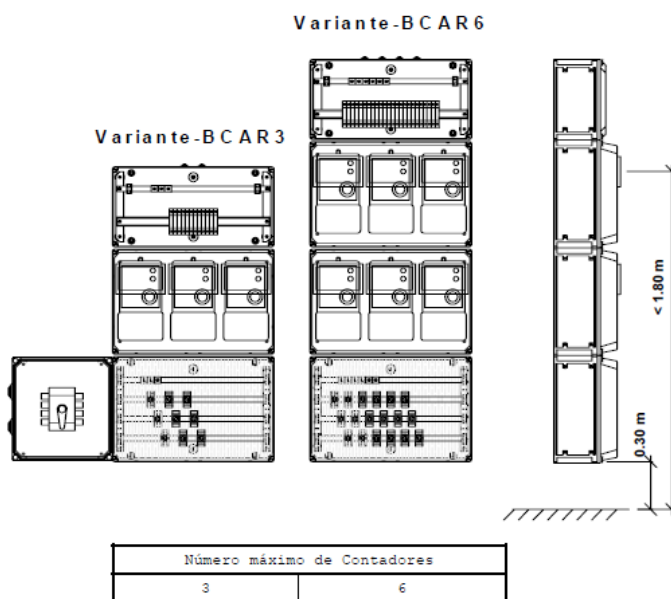


Figura 4.26: Armarios modulares con o sin envoltorio para contadores trifásicos tipo BCAR [1].

### Ubicación de la centralización de contadores.

Como se ha indicado anteriormente en viviendas unifamiliares y adosadas, el contador se encuentra en el exterior en la CGPM.

En el edificio en REBT realiza una clasificación para la concentración de los contadores de viviendas, locales y servicios generales. Podrán ubicarse en uno o varios lugares tal y a su vez estos lugares pueden ser un armario o un

local técnico. Los criterios de elección se tienen en cuenta en la tabla 4.3.

Armario o local	Nº de contadores
Obligatoriedad en local	$> 16$
Armario	$\leq 16$
Tipo de centralización	Número de plantas
Panta baja, entresuelo o 1er sótano	$< 12$
Concentrar por plantas intermedias Cada 6 o más plantas	$\geq 12$

Tabla 4.3: Condiciones para la elección del tipo de ubicación y local para la concentración de contadores.

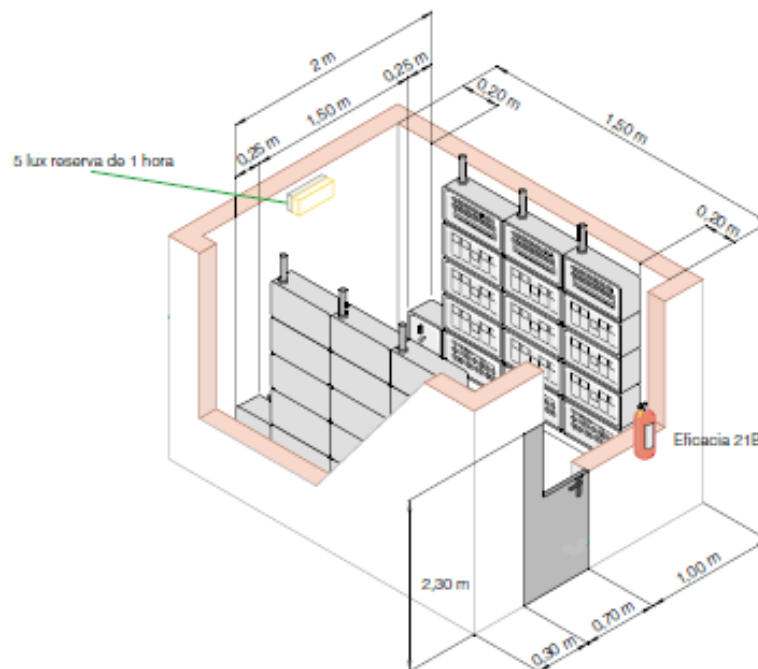


Figura 4.27: Local de contadores eléctricos centralizados [11].

- Local de contadores** Este espacio será normalmente un local de tamaño apropiado y de dedicación exclusiva (figura 4.27). También pueden albergar dispositivos de telecomunicación y adquisición de datos de uso para la compañía suministradora, y en la mayoría de los casos también se encuentra el cuadro de mando y protección principal de los servicios generales.

Las dimensiones del local se adaptarán al número de módulos de contadores que tengamos a partir de la fórmula:

$$L_P \geq 2 \cdot 0,2 + 0,36 + L \quad (4.1)$$

$$L = \sum N_i \cdot A_i \quad (4.2)$$

siendo:  $N$ =número de módulos;  $A_i$ =Ancho de los módulos.

Deberán reunir unas características mínimas de las que destacamos como más significativas las siguientes:

- Acceso desde zonas comunes.
- Altura mínima 2,30 m (figura 4.28).
- Anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50 m.
- Pasillo libre delante de contadores de 1,10 m.
- Distancia entre la concentración de contadores y la pared lateral de 20 cm.
- Apertura de puerta hacia el exterior, dimensiones mínimas 0,70 x 2 m.
- Alumbrado de emergencia: Equipo autónomo de alumbrado de emergencia (autonomía mín. 1 hora, mín. 5 lux). Dentro del local e inmediato a la entrada.
- Deben tener desagüe o un peldaño sobre el acceso.
- Según el CTE DB-SI son locales con riesgo especial bajo (EI90).
- Ventilación suficiente.
- Debe estar exento de cualquier tipo de instalación y exento de humedades.
- Se colocará en el exterior y próximo a la puerta un extintor de eficacia 21B.

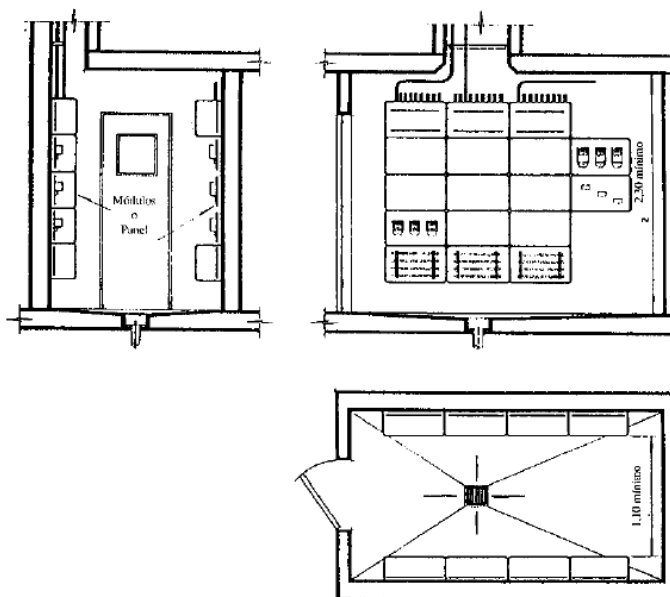


Figura 4.28: Alzado, planta y perfil de un local de contadores eléctricos centralizados [13].

### ■ Armario de contadores

Para un pequeño número de abonados (< 16 contadores), se colocarán los contadores en armario. Situado en planta baja, entresuelo, primer sótano o, cuando proceda, en concentraciones de contadores en plantas intermedias.

Las características principales de estos recintos son:

- Se pueden ejecutar empotrados o adosados, dejando un pasillo libre en frente de 1,50 m (figura 4.29).
- Sus dimensiones mínimas son: 1,50 m de ancho y 0,30 m de fondo; aunque se recomiendan 0,45 m de fondo.
- Se encontrarán en zonas comunes, cerca de la entrada y de las derivaciones individuales.
- Al abrir el armario quedará libre de obstáculos para la lectura y posibles instalaciones.
- Deben tener una resistencia al fuego EI30.
- Tendrán ventilación e iluminación suficiente.
- Habrá un extintor móvil de eficacia 21B próximo.
- En su interior se instalará una base de enchufe de 16A para mantenimiento.

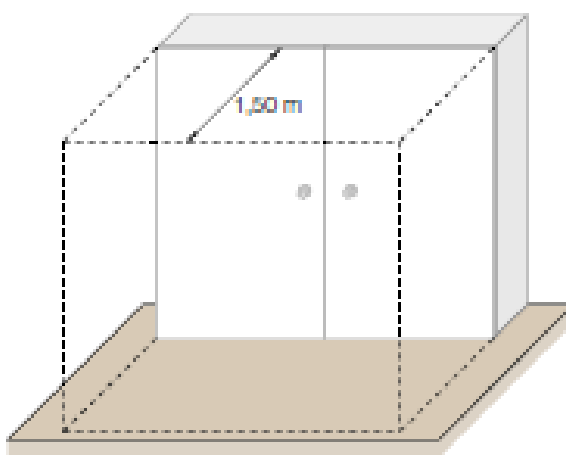


Figura 4.29: Armario de contadores centralizados [13].

#### 4.2.4. Derivaciones Individuales

Es el tramo de la instalación que enlaza elemento de medida de cada abonado alojado en la centralización de contadores, con su interruptor de control de potencia (ICP) situado dentro del local o vivienda.

Está definida en la ITC-BT 15 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

Existirán tantas derivaciones individuales como número de abonados y locales existan en la derivación, sin contar las derivaciones a los garajes y servicios generales.

Las derivaciones podrán ser trifásicas ( $3F + N + P$ ) ó monofásicas ( $F + N + P$ ) en función de las necesidades del abonado, del local o del servicio a alimentar. Utilizarán el mismo tipo de colores identificativos, ya definidos en la LGA.

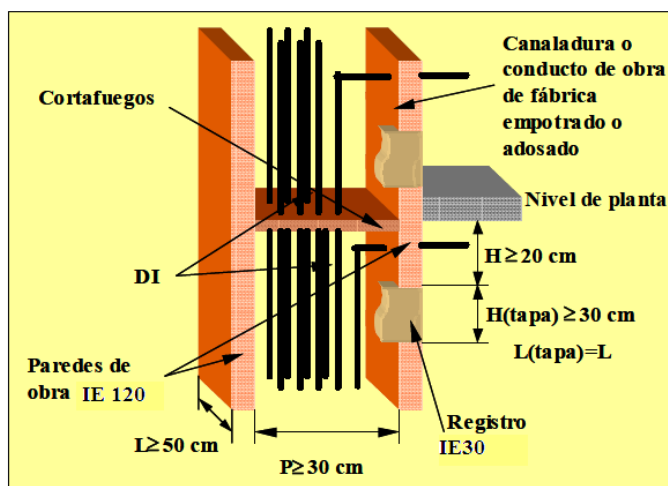


Figura 4.30: Características de la derivación individual [2].

La distribución de las derivaciones individuales se realizará en vertical y se hará mediante canaladura o patinillo ubicado en el perímetro de la caja de la escalera. Dentro de esa canaladura se colocarán tantos tubos como abonados, siempre con recorridos rectilíneos y elementos cortafuegos al menos cada tres plantas prefabricado o de escayola (figura 4.30). Los tubos deben tener una sección que permitan una ampliación de la sección de los cables en el 100 %, con un mínimo de 32 mm. Se colocará un tubo de reserva cada 10 derivaciones individuales o fracción.

Su trayecto discurrirá siempre por zonas comunes y registrables del edificio al igual que el resto de las instalaciones de enlace. Cuando el cambio de dirección sea imprescindible se procurarán amplias curvas con amplias cajas registrables para facilitar la colocación y el mantenimiento de los conductores.

En cada planta se colocarán cajas de registro para facilitar el cambio de dirección a aquellas derivaciones que tengan como destino la mencionada planta. Dichas cajas estarán o serán precintables para evitar manipulaciones indeseables. Esas cajas de registro serán de material aislante no propagador



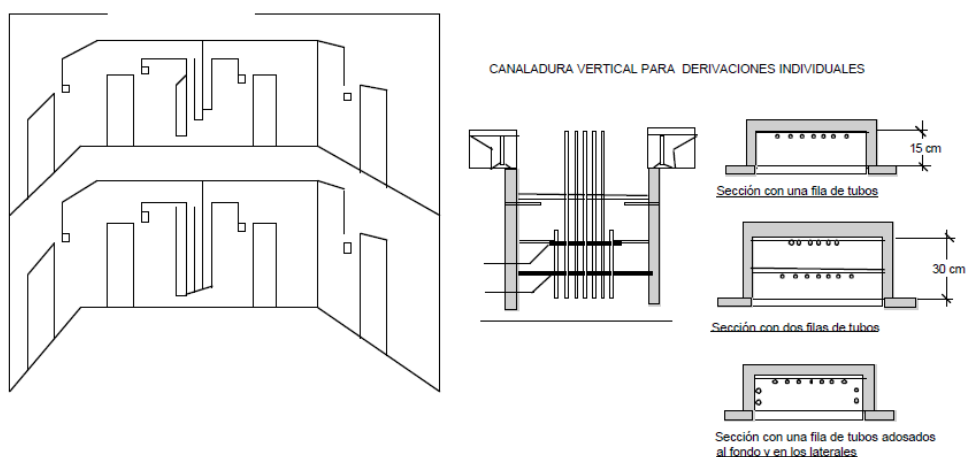


Figura 4.31: Distribución de la derivación individual en planta y sección de diferentes canaladuras conductoras [1].

de llama y un grado de inflamabilidad V-1 (UNE-EN 60695-11-10). Las dimensiones de sus tapas serán como mínimo de 30 cm de alto y del ancho de la canaladura.

Las canaladuras o patinillos se ajustarán a las dimensiones que aparecen en la tabla 4.4 según marca la guía del REBT ITC-BT 15 y en función si esta compuesto por una o dos filas de tubos. Es necesario indicar que la distancia entre tubos es de 5 cm como mínimo.

Número de derivaciones	Ancho (m)	
	Profundidad de 15 cm	Profundidad 30 cm
Hasta 12	0,65	0,50
13-24	1,25	0,50
25-36	1,85	0,95
37-48	2,45	1,35

Tabla 4.4: Anchura de los patinillos para DI.

La distribución en cada planta a partir de los patinillo y hasta los cuadros de cada una de las viviendas se realizará, de forma generalizada mediante tubo empotrado.

Todos los materiales de las conducciones como ocurre en las partes de la instalación deben no ser propagadores de llama..

Los conductores de la derivación individual serán de cobre, con una tensión asignada de protección de 450/750 V. Lo cual se designa para 450 V como 05kV; y para 750V como 07kV. En el caso que la DI sea enterrada el nivel de protección será de 1000V o lo que es lo mismo 06/1kV.

La nomenclatura utilizada es la misma que para la línea general de alimentación, aunque existen otras designaciones para los conductores con el

nivel de aislamiento de 450/750V tal y como se verá en el apartado de los circuitos interiores. Un ejemplo sería: **D07Z1-U**. La primera letra designa al aislante, los números a la tensión de protección y después la cubierta. Es la única diferencia con los de un nivel de aislamiento 06/1kV, en los cuales la designación de aislante y cubierta están juntas.

En la tabla de la figura 4.32, se pueden ver los sistemas de canalización y cables más utilizados para esta parte de la instalación.

Sistema de instalación	Sistema de canalización (calidad mínima)		Cable	
Superficial	Tubo 4321 No propagador de la llama	Compresión Fuerte (4), Impacto Media (3), Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50086-2-1	ES07Z1-K (AS)	unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 211 002
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama, Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		
Empotrado	Tubo 2221: No propagador de la llama	Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2). UNE-EN 50086-2-2	RZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-4
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		DZ1-K (AS)
Enterrado	Tubo: (Propiedades de propagación de la llama no declaradas)	Compresión 250/450N (hormigón / suelo ligero), Impacto Ligera / Normal. UNE-EN 50086-2-4	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos siempre multiconductores
Canal de obra	Tubo 2221: No propagador de la llama	Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2). UNE-EN 50086-2-2	ES07Z1-K (AS) RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		
	Bandejas y bandejas de escalera cables instalados directamente en su interior	UNE-EN 61537	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos, siempre multiconductores
Canalización prefabricada UNE-EN 60439-2				
Nota 1: Según la norma UNE 21 022 los conductores clase 5 son aquellos constituidos por numerosos alambres de pequeño diámetro que le dan la característica de flexible.				
Nota 2: las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares.				

Los cables con conductores de aluminio corresponden al tipo RZ1-AI (AS), según la norma UNE 21123-4, habitualmente se utilizan para instalaciones singulares.

Figura 4.32: Tipos de cables y sistemas de canalización para derivaciones individuales [2].

### 4.2.5. Interruptor de Control de Potencia

Es el final de la derivación individual y se encuentra justo antes del cuadro general de los dispositivos de mando y protección. Sus características se recogen en la ITC-BT 17, aunque es la empresa suministradora la que indica el tipo y ubicación de los mismos.

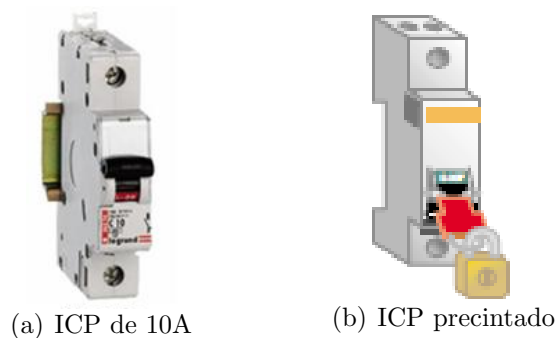


Figura 4.33: Interruptor de control de potencia monofásico [5].

El cometido de este tipo de mecanismos es el control económico de la potencia máxima disponible o contratada a la empresa suministradora. Realmente se trata de un interruptor magnetotérmico (figura 4.33(a)) que se intercala en las fases y que posee una curva característica llamada ICP. Este mecanismo está precintado para evitar manipulaciones (figura 4.33(b) y 4.34(b)).

Se ubica según indica la compañía suministradora, pero en condiciones generales su lugar será anexo a los dispositivos de mando y protección de los cuadros, en una caja empotrada independiente o dentro de estos (figura 4.34).

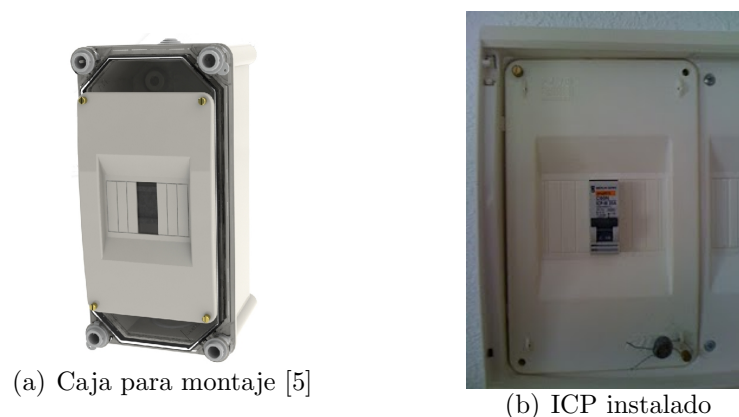


Figura 4.34: Montaje del interruptor de control de potencia.

La compañía distribuidora es la que en función del contrato establecido coloca un ICP con la intensidad adecuada, siendo el valor máximo de 63A.

Esta elección estará relacionada con la potencia máxima capaz de soportar el local, servicio o vivienda. La contratación se puede realizar considerando una simultaneidad, es decir que no toda la potencia de la que se puede disponer se va a utilizar a la vez. En la tabla de la figura 4.35, se puede ver la relación entre la potencia máxima en vivienda, el valor del interruptor general automático, la potencia de contratación y el valor del ICP. Estos valores han sido obtenidos de la empresa suministradora Unión Fenosa-Gas Natural [9].

POTENCIAS DE CONTRATACIÓN NORMALIZADAS													
I.C.P.	1,5 A	3 A	3,5 A	5 A	7,5 A	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A
MONOFÁSICO 230 V	345 W	690 W	805 W	1150 W	1725 W	2300 W	3680 W	4600 W	5750 W	7360 W	9200 W	11500 W	14490 W
TRIFÁSICO 400V	1039 W	2078 W	2425 W	3464 W	5196 W	6928 W	11085 W	13856 W	17321 W	22170 W	27713 W	34641 W	43648 W
INTENSIDAD DEL INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÁTICO (I.G.A.)										25 A			
											32 A		
												40 A	
													50 A

I.C.P.: Interruptor de Control de Potencia

La potencia máxima de contratación la fija el valor de la intensidad del Interruptor General Automático (I.G.A.), el cual está en relación con la sección de la Derivación Individual (D.I.)

Figura 4.35: Potencias de contratación y valor del ICP [9].

#### 4.2.6. Cuadros de dispositivos generales de mando y protección (CGMP).

Son cajas o pequeños armarios (cuadros de distribución) destinados a albergar los dispositivos de mando y protección de los circuitos interiores. Su instrucción técnica complementaria es la ITC-BT 17.

Este elemento es el nexo de unión entre la instalación de enlace y la instalación interior, de hecho es difícil separarse de esta última, ya que los elementos que alberga protegerán y dependerán de los circuitos existentes.

Normalmente el cuadro será para empotrar aunque en algunos casos se dispondrán superficiales, como es el caso de locales, naves industriales y en el interior de locales técnicos. Su emplazamiento apropiado es junto al acceso del local o vivienda, e inmediato a la caja del ICP, o una altura del paramento entre 1,4 Y 2 m, y para el caso de locales comerciales e industrias la altura mínima será 1m.

Su material autoextinguible ajustándose a las normas UNE-EN 60439-3 y UNE 20451, con grados de protección IP30 e IK 07 (figura 4.36). Contará de soportes tipo omega-rail DIN en concordancia con los dispositivos de sujeción de los propios mecanismos. También incluirá una pletina de conexión común para todos los conductores de tierra.

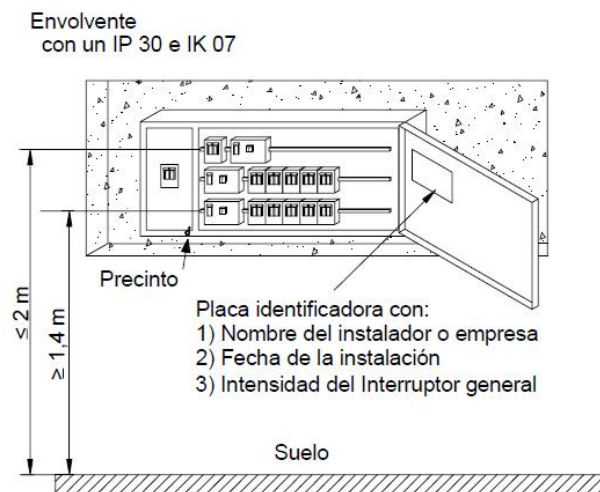


Figura 4.36: Características de los cuadros generales de mando y protección o cuadros de distribución [2].

### Tipos de dispositivos de mando y protección

Antes de entrar a definir los elementos mínimos que son necesarios de interior de los cuadros generales es necesario definir cuales son los diferentes tipos de elementos que se utilizan de forma general.

Una primera clasificación puede ser según el tipo de protección que realiza.

A. **Interruptor Magnetotérmico (ITC-BT 22)**: Este tipo de elementos de protección reciben su nombre debido a su doble condición:

- Existe una protección física de tipo magnético que se dedica a la protección contra cortocircuitos;
- y una segunda protección de tipo térmico contra sobrecargas.

Este tipo de interruptores se pueden utilizar para líneas trifásicas y monofásicas. Comercialmente se fabrican realizando una protección con seccionador del neutro o sin seccionarlo (figura 4.37). Vendrán definidos por la *intensidad nominal* máxima asociada a la potencia del circuito.



Figura 4.37: Interruptores magnetotérmicos para líneas monofásicas y trifásicas (Fuente: GE Electric [5]).

- B. **Interruptor Diferencial:** Los interruptores diferenciales (ITC-BT 24) son los encargados de detectar corrientes de fuga o defecto. Estas corrientes son aquellas que se salen del circuito a través de contactos fortuitos con masas metálicas por defecto de aislamiento de los conductores activos. Existen interruptores diferenciales para circuitos monofásicos y trifásicos (figura 4.38).

La corriente de defecto máxima, es llamada intensidad de sensibilidad del diferencial y estará en combinación con la resistencia de tierra para que la tensión de contacto con cualquier masa metálica del edificio no supere los 24 V (en locales conductores húmedos) o los 50 V en el resto. Debido a esto los valores de esta corriente de sensibilidad van desde 0,01 A hasta 0,5 A, siendo los más utilizados:

- 0,01 A (10 mA): Muy alta sensibilidad, y
- 0,03 (30 mA): Alta sensibilidad.

Visto lo anterior, el diferencial se define mediante dos valores:

- La intensidad nominal: que se fija a través del valor de la potencia de la instalación, al igual que los interruptores magnetotérmicos; y
- La intensidad de sensibilidad: que se define por el umbral de funcionamiento por el que se corta automáticamente la alimentación cuando la corriente diferencial alcanza determinado valor.



Figura 4.38: Interruptores diferenciales monofásicos y trifásicos (Fuente: GE Electric [5]).

- C. **Limitador de Sobretensiones:** El protector de sobretensiones (ITC-BT 23) (figura 4.39) está indicado en instalaciones eléctricas en donde su ubicación geográfica tenga riesgos altos de descargas atmosféricas (principalmente rayos).

Cabe resaltar que a diferencia de los interruptores automáticos, el descargador no dispone de reposición automática, es decir, no tiene una palanca para activarlo de nuevo. Refuerza la protección del interruptor magnetotérmico.



Figura 4.39: Limitador de sobretensiones (Fuente: GE Electric [5]).

Otra clasificación se puede hacer en función del tipo de protección que se realiza a los locales, viviendas o servicios. Dentro de esta nos encontramos con elementos que se han definido en la otra clasificación pero según si la protección se realiza generalizada o sectorizada recibe diferentes nombre, de hay que tengamos dentro de los cuadros de mando y protección, como elementos más representativos los siguientes:

1. **Interruptor general automático (IGA):** Es un interruptor magnetotérmico. Tiene como finalidad interrumpir el suministro de energía eléctrica a la instalación en el momento en que se supera la potencia para la que ha sido dimensionada la vivienda, local o servicio. Actúa sobre la totalidad de la instalación, de tal manera que abre el circuito (generalmente con las palancas hacia abajo) dejaremos sin servicio a toda la instalación eléctrica interior. Deben de tener una capacidad de corte mínima para la intensidad de cortocircuito en punto de la instalación donde se encuentran de 6000 A (6 kA).

Vendrán definidos por la intensidad nominal en función de la potencia máxima que alimentan. Los valores más utilizados son: 25A, 32A, 40A, 50A y 63A.

2. **Interruptores automáticos diferenciales (ID):** Como ya se ha definido anteriormente, el interruptor automático diferencial es un dispositivo que corta el suministro de energía eléctrica al resto de la instalación cuando en la misma existe un fallo capaz de poner en peligro a las personas, animales o cosas. Este peligro puede ser ocasionado por electrocución o por incendio de origen eléctrico.

En apariencia se distingue del resto de los automáticos en que el interruptor diferencial dispone de un pulsador de "test". Este pulsador sirve para comprobar la eficacia del interruptor diferencial. Si pulsándolo, el diferencial dispara y deja sin tensión al resto de la instalación este diferencial presumiblemente funciona correctamente. Si por el contrario al pulsarlo, el diferencial no dispara y sigue con tensión el resto de la instalación, ese diferencial hay que sustituirlo cuanto antes pues está defectuoso y el no cambiarlo podría desencadenar serios daños. Si la instalación eléctrica tiene hasta cinco circuitos interiores diferentes,

deberá disponer de uno como mínimo. Sin embargo, si la instalación eléctrica tiene más de cinco circuitos, deberá de disponer, como mínimo, de uno por cada cinco circuitos. Aunque se pueden colocar tanto ID como se desee.

Tendrán una capacidad de corte mínima para la intensidad de cortocircuito en punto de la instalación donde se encuentran de 6000 A (6 kA), al igual que los interruptores generales automáticos y una corriente de sensibilidad de 30 mA con una respuesta de 50 ms, en el caso de viviendas.

- 3. Interruptores automáticos individuales o Pequeños interruptores automáticos (IGA):** Son interruptores magnetotérmicos al igual que el IGA. Tiene como finalidad interrumpir la energía eléctrica cuando en alguno de los circuitos interiores de la vivienda los cables no soportan la cantidad de energía eléctrica que están transportando. De esta manera se previene el deterioro de los cables que componen la instalación interior de la vivienda.

El aumento de la energía eléctrica superior a la admitida por los cables se puede deber a dos causas: un cortocircuito o un aumento en la potencia eléctrica superior para la que estaba dimensionada la instalación.

Disponen de curvas de disparo(EN 60898) que pueden ser de tipo 'C' que equivalen de 5 a 10 veces la intensidad nominal; o tipo 'D' que soportan de 10 a 20 veces la intensidad nominal.

- 4. Cortacircuito-fusibles:** Es otro tipo de elementos que se puede encontrar en los cuadros para la protección de los circuitos, pero que tiene un menor uso. Son más efectivos que los interruptores magnetotérmicos y son los elementos que se encuentran en el interior de las CGPs. Son elementos que se intercalan en los circuitos y que están constituidos por un elemento metálico, hilo o cartucho calibrado que están diseñados para soportar exclusivamente la intensidad nominal demandada por el circuito. Cuando ésta se supera el fusible se funde interrumpiendo el paso de la corriente. Su eficacia es, obviamente, total ya que siempre se funden antes que el conductor o elementos del circuito se vean afectados. Pero presentan el inconveniente de que una vez que han operado se funden, por tanto son válidos para una sola operación quedando la instalación imposibilitada para funcionar hasta que no se haya repuesto el mismo.

### **Tipos de cuadros generales de mando y protección**

Dentro de edificación y visto los dispositivos anteriores existen diferentes tipo de cuadros generales de mando y protección, que se pueden clasificar en función a los servicios que alimenta, pudiendo ser:

1. Cuadros destinados a servicios generales.



- Cuadros principales.
- Cuadros secundarios.

## 2. Cuadros destinados a viviendas.

A continuación se va a dar determinadas nociones básicas de los elementos mínimos que deben incorporar cada uno de dichos cuadros:

### A) Cuadros destinados a servicios generales.

La ubicación de este cuadro se encontrará próximo al local o armario de contadores e incluso en su interior, si es un local. De este cuadro se recogerán los elementos de mando y protección necesarios para los circuitos que alimentan los diferentes servicios generales. Se verá que en algunos de los casos esos circuitos alimentarán a cuadros secundarios, debido al tipo de elementos a alimentar, a la potencia de los mismos o a la ubicación de estos.

En la figura 4.40 se puede ver un ejemplo de un cuadro de servicios generales, donde aparecen los diferentes dispositivos de mando y protección, necesarios para los circuitos que parten de él.



Figura 4.40: Cuadro general de mando y protección de servicios generales [4].

Existe una gran libertad para que el proyectista diseñe su contenido en cuanto al número y tipo de protecciones a utilizar. El cuadro más genérico contendría:

- interruptor general
- tantas parejas de diferenciales con magnetotérmicos, como circuitos sea necesario alimentar.

Una propuesta de los diferentes circuitos básicos necesarios en servicios generales, sería:

- líneas de alumbrado.
  - a) Líneas para alumbrado de zonas comunes del edificio, que funcionan con un temporizador (escaleras, portal, garajes, etc. )
  - b) Líneas para alumbrado de zonas comunes que no funcionan temporizador ( cuartos de basura, trasteros, cuartos de instalaciones, etc.)
  - c) Líneas auxiliares para instalaciones de interfonía colectiva, portero eléctrico, megafonía, antena, etc.
- líneas de fuerza motriz.
  - a) Línea por cada ascensor o montacargas.
  - b) Línea para cuarto de calderas de calefacción.
  - c) Línea para grupos de sobreelevación de agua.
  - d) Línea por cada 46 kW o fracción de potencia destinada a otros usos.
  - e) Línea independiente si existen máquinas con potencia igual o superior a 46 kW.
  - f) Líneas independientes para cada local comercial.
  - g) Líneas independientes para diferentes casos específicos (calefacción, ventilación, piscinas comunitarios, etc.)

Todos los circuitos partirían de un mismo elemento de medida estarán protegidas con interruptores automáticos independientes, pudiendo utilizar interruptores diferenciales de forma independiente para cada circuito o agruparlo como en el caso de las líneas de alumbrado. El número de diferenciales dependerá del proyectista y de la importancia del circuito a proteger, siempre teniendo en cuenta que un diferencial no puede proteger a más de 5 circuitos. En el caso de las líneas de fuerza muchas de ellas dispondrán de cuadros secundarios en el lugar o local técnico donde se encuentren las máquinas que alimenta.

Todas la líneas anteriores se pueden subdividir en tantas como se proyecte o se quiera sectorizar el edificio.

Es necesario indicar que en la mayoría de los casos el garaje llevará una elemento de contabilización independiente por lo que se le tratarán de una línea independiente de servicios generales, pudiendo tener un cuadro principal en la planta baja y un cuadro secundario en cada planta de garajes, o directamente llevarla a la planta primera de garajes. En el primer caso puede compartir el armario de los servicios generales del edificio pero alimentados de forma independiente.

- B) **Cuadros secundarios.** En el caso de locales y servicios generales, pueden existir varios circuitos que se alimenten de una determinada línea por lo que es necesario sectorizarlos para aumentar el control y la protección de estos, de ahí que aparezcan los denominados cuadros secundarios. Su

concepción es la mismo que la del general y en consecuencia deben cumplir los mismos prescripciones.

Posibles cuadros secundarios que nos podemos encontrar en un edificio de viviendas son:

- I) En el casetón del ascensor. En él que se instalarán casi obligatoriamente:
    - interruptor general
    - al menos dos parejas de diferenciales y magnetotérmicos para alumbrado y motor de cada ascensor.
  - II) En cuadro para las instalaciones de cada recinto de telecomunicaciones, en los que se instalará en cada uno:
    - interruptor general
    - un diferencial.
    - un PIA para alumbrado de emergencia
    - y la reserva de hueco para al menos un tanden como el anterior por cada posible operador.
  - III) En cuadro para las instalaciones de sobreelevación.
    - interruptor general
    - un diferencial.
    - un PIA para alumbrado de emergencia
    - y al menos dos PIAs para los motores de los equipos de bombeo. Pudiendo llevar un ID independiente al anterior.
- C) **Cuadros para viviendas.** Se colocarán en el interior de las viviendas junto al cuadro de la ICP, a una altura entre 1,4 y 2 m. Se instala lo más próximo posible al exterior de la vivienda por lo que casi siempre se encuentra detrás de la puerta de entrada. Pueden ser superficiales o empotrados utilizándose esta segunda opción en vivienda.



Figura 4.41: Cuadro general de mando y protección de vivienda.

El número de dispositivos de mando y protección que se incluirán en él dependerá del número de circuitos que existan en vivienda, que como mínimo son 5 circuitos (figura 4.41). A su vez el número de circuitos

dependerá de la capacidad de potencia con la que se ha diseñado la vivienda, existiendo dos grados de electrificación (ITC-BT 10):

- Grado de electrificación básico (GEB). Potencia máxima a suministrar inferior a 9200W.
- Grado de electrificación elevado (GEE). Potencia por encima de los 9200W hasta los 14490W.

En el caso de un GEB, el número de circuitos siempre es de 5, por lo que el CGMP está compuesto como mínimo por:

- IGA.
- ID.
- 5 PIAs.

como se puede ver en la figura 4.41. Mientras que para una instalación para un GEE, el número de circuitos mínimos son 6, por tanto el CGMP dispondrá, como mínimo, de:

- IGA.
- 2 ID.
- 6 PIAs.

En este último caso el número de interruptores diferenciales y de PIAs dependerá del número de circuitos con que esté diseñada la vivienda.

### 4.3. Instalaciones Interiores

Son las encargadas de transportar el suministro eléctrico desde las protecciones o el cuadro general de mando y protección a los distintos puntos finales de consumo.

En términos generales su concepción dependerá del tipo de necesidades planteadas según las siguientes posibilidades:

- Un circuito puede alimentar un único elemento receptor.
- Un circuito puede estar formado por una llamada línea de distribución y una serie de derivaciones en su recorrido para distintos puntos de recepción. En este caso habría que poner especial cuidado en esas derivaciones y sus mecanismos de conexión para que realmente estén cubiertos por las protecciones del circuito.
- Un circuito también puede servir para alimentar otros cuadros secundarios de mando y protección, que a su vez se diversifiquen en otros circuitos interiores secundarios.

Para establecer el número de circuitos interiores, con independencia de posibles prescripciones que existen en función de los servicios que se alimentan, deberán contemplarse los siguientes criterios:

1. Intentar repartir grandes potencias entre varios circuitos menores.
2. Independizar del resto, todo circuito que alimente a un único receptor de gran potencia.
3. Diseñar un circuito independiente por cada equipamiento de seguridad aunque resulte de muy baja potencia.
4. Proyectar un generoso número de circuitos que independice los diferentes usos y sus posibles fallos eléctricos.

Los circuitos interiores serán líneas trifásicas o monofásicas, en función de los receptores y de la potencia a repartir.

#### **4.3.1. Circuitos interiores en servicios generales**

Aunque ya se ha hecho una introducción de estos circuitos a la hora de definir los elementos de protección en los CGMP de servicios generales, se va a proceder a volver a indicar los más importantes en edificio de viviendas.

Un número mínimo de circuitos de la instalación sería:

- Alumbrado de portal y escalera.
- Posibles tomas de corriente en portal y escaleras.
- Alumbrado de emergencia.
- Grupo de sobrepresión de agua.
- Caldera de calefacción, si existe.
- Caldera de agua caliente, si existe.
- Detección y alarma contra incendios (obligatorio para altura de evacuación 30 m según la CTE DB-SI).
- Un circuito para cada recinto de telecomunicaciones (ICT), que a su vez será el origen de un circuito interior secundario para su alumbrado, así como otros tantos como posibles operadores.
- Un circuito para posibles elementos de ventilación.
- Ascensores si existen, que o su vez será el origen de los circuitos interiores secundarios para cada ascensor y a su vez, para cada motor y su alumbrado por separado.

En el caso de posibles garajes dentro del inmueble habría que añadir la previsión mínima de los siguientes circuitos, de forma conjunta con los servicios generales o de forma independiente si tiene su propia contabilización:

- Tres circuitos de alumbrados.
- Uno de emergencia y señalización.
- Dos para extractores de aire por planta.
- Uno para sistema de detección y alarma contra incendios (obligatorio).
- Posibles tomas de corriente.
- Portón de acceso.
- Posible bomba de achique.
- Posible central detección de monóxido de carbono.

Estos ejemplos representan una posible distribución, pudiendo existir diferentes ejecuciones en función del proyectista.

### 4.3.2. Circuitos interiores en viviendas

En primer lugar es necesario definir la clasificación de las viviendas en función de los grados de electrificación, ya iniciada en el apartado 4.2.6. los grados de electrificación en los que se pueden dividir las viviendas se definen en la ITC-BT 10 y son:

1. Grado de electrificación básico (GEB). Se considera una previsión mínima de potencia de 5.750 W. Este grado está diseñado para cubrir las necesidades para aparatos de uso común en vivienda, sin obras posteriores.
2. Grado de electrificación elevado (GEE). En este caso la previsión mínima de potencia es de 9.200W. Se tendrán en cuenta las condiciones mínimas además de la posible combinación de los casos siguientes, ya sea uno o varios:
  - Cuando la superficie útil de vivienda sea superior de 160 m<sup>2</sup>;
  - una previsión de calefacción;
  - una previsión de aire acondicionado;
  - una previsión de circuitos de automatización;
  - previsión para instalación de una secadora;
  - si el número de puntos de utilización en iluminación es superior a 30;

<b>Grado de electrificación</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>IGA (A)</b>
<i>Básica</i>	5.750	25
	7360	32
<i>Elevada</i>	9.200	40
	11.500	50
	14.490	63

Tabla 4.5: Sectorización de las potencias según los grados de electrificación en vivienda y calibre del IGA correspondiente.

- si el número de puntos de utilización en tomas de uso general es superior a 20;
- si el número de puntos de utilización en tomas de baños ya aseos o auxiliares de cocina es mayor a 6;
- en otras condiciones específicas del apartado 2.3 del la ITC-BT 25.

En la tabla 4.5 se pueden ver los escalones de potencia correspondientes a cada uno de los grados de electrificación con las intensidades nominales de los interruptores generales automáticos (IGA). Estos también se podía ver en la figura 4.35.

Los elementos que se van a conectar a cada circuito sus características, denominación y protección estan definidos en la ITC-BT 25. A continuación se vana definir cada uno de los circuitos que se pueden integrar en vivienda:

A. Circuitos para viviendas con un grado de electrificación básico:





- C1: Circuito de distribución interna. Puntos de luz.
- C2: Circuito de distribución interna. Tomas de corriente de uso general y frigorífico.
- C3: circuito de distribución interna. Cocina y Horno.
- C4: Circuito de distribución interna. Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- C5: Circuito de distribución interna. Tomas de corriente de baños y aseos y bases auxiliares de cocina.

B. Circuitos de viviendas de grado de electrificación elevado: En este caso se deben de tener en cuenta los anteriores más uno o varios de los siguientes:





- C6: Circuito adicional del tipo C1. Por cada 30 puntos de luz.
- C7: Circuito adicional del tipo C2. Por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda  $> 160 \text{ m}^2$ .
- C8: Circuito de distribución interna. Calefacción cuando exista.

- C9: Circuito de distribución interna. Aire acondicionado cuando exista.
- C10: Circuito de distribución interna. Secadora independiente.
- C11: Circuito de distribución interna. Sistema de automatización, gestión de energía y de seguridad, cuando exista.
- C12: Circuito adicional del C3 o C4; y del C5 si excede de 6 tomas de corriente.

en la figura 4.42 podemos apreciar los elementos que forman parte de cada uno de los circuitos de vivienda para un GEB (figura 4.42(a)) y algunos de los de una vivienda con un grado de electrificación elevado, GEE (figura 4.42(b)).

Circuito	Denominación	Representación
Alumbrado (puntos fijos de luz)	C1	
Tomas de corriente de uso general y frigorífico	C2	
Cocina y horno eléctrico	C3	
Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	C4	
Tomas de corriente de cocina y baño	C5	

(a) GEB

Circuito	Denominación	Representación
Circuito adicional de alumbrado (por cada 30 puntos de luz)	C6	
Circuito adicional de tomas de corriente de uso general (por cada 20 tomas) o cuando la superficie útil de la vivienda es de más de 160 m <sup>2</sup>	C7	
Calefacción eléctrica si hay previsión	C8	
Aire acondicionado si hay previsión	C9	
Secadora independiente	C10	
Gestión técnica de la vivienda (Domótica)	C11	
Circuitos adicionales de cocina, horno, lavadora, lavavajillas, termo eléctrico o circuito adicional de tomas de corriente de cocina y baño cuando su número exceda de 6	C12	

(b) GEE

Figura 4.42: Elementos de algunos de los circuitos interiores en vivienda [9]

En la tabla 1 de la ITC-BT 25, que se ha representado en la figura 4.43 aparecen las características de las potencias máximas de utilización por elementos o circuito, los tipos de mecanismos o elementos que se conectan a cada uno de los circuitos, los valores de sus dispositivos de mando y protección, así como los valores de las secciones mínimas de los conductores y de los tubos para su canalización en la vivienda. El valor de dichas secciones se ha calculado mediante la fórmula:

$$I = n * I_a * F_s * F_u \quad (4.3)$$

siendo:  $n$  = número de tomas;  $I_a$  = Intensidad por toma o receptor;  $F_s$  = Factor de simultaneidad;  $F_u$  = Factor de utilización.



*Tabla 1. Características eléctricas de los circuitos<sup>(1)</sup>*

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad $F_s$	Factor utilización $F_u$	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>(8)</sup>	Tubo o conducto Diámetro mm <sup>(8)</sup>
C <sub>1</sub> Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz <sup>(2)</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>8</sub> Calefacción	---	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>9</sub> Aire acondicionado	---	---	---	---	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	---	---	---	---	10	---	1,5	16

<sup>(1)</sup> La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.  
<sup>(2)</sup> La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W  
<sup>(3)</sup> Diámetros externos según ITC-BT 19  
<sup>(4)</sup> La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W  
<sup>(5)</sup> Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación  
<sup>(6)</sup> En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm<sup>2</sup> que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm<sup>2</sup>.  
<sup>(7)</sup> Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20315.  
<sup>(8)</sup> Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito, el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.  
<sup>(9)</sup> El punto de luz incluirá conductor de protección.

Figura 4.43: Tabla 1 ITC-BT 25. Características de los circuitos interiores [2]

En la tabla 1 de la ITC-BT 25, que se ha representado en la figura 4.43 aparecen las características de las potencias máximas de utilización por elementos o circuito, los tipos de mecanismos o elementos que se conectan a cada uno de los circuitos, los valores de sus dispositivos de mando y protección, así como los valores de las secciones mínimas de los conductores y de los tubos para su canalización en la vivienda. El valor de dichas secciones se ha calculado mediante la fórmula:

$$I = n * I_a * F_s * F_u \quad (4.4)$$

siendo:  $n$  = número de tomas;  $I_a$  = Intensidad por toma o receptor;  $F_s$  = Factor de simultaneidad;  $F_u$  = Factor de utilización.

En general, se van a tomar por defecto las secciones mínimas de los conductores definidas en la tabla, ya que en condiciones normales de longitudes son válidas. En el caso del circuito C1 (alumbrado) la sección se puede mayorar a 2,5 mm<sup>2</sup>, sin modificarse su dispositivo de protección, ya que la sección de 1,5 mm<sup>2</sup> apenas se utiliza. En esta caso el diámetro del tubo sería de 20mm.

Las instalaciones en el interior de la vivienda quedan representadas por:

- Los esquemas unifilares de los CGMP con los circuitos.
- Los planos con la dotación en planta de la instalación eléctrica.

En el apéndice A se van a exponer diferentes tipos de representaciones de esquemas unifilares para viviendas con un grado de electrificación básico y otros con un grado de electrificación elevado. Es necesario indicar que en el caso de un grado de electrificación básico el REBT permite desdoblar el circuito C4, colocando 3 PIA uno para cada aparato, sin necesidad de aumentar

el grado de electrificación. Este es el único caso en el que se puede tener por debajo de un interruptor diferencial (ID) más de 5 circuitos diferentes. Los PIAs en este caso tendrán un valor de 16A y las secciones de los circuitos que salen de cada uno de ellos serán de 2,5 mm<sup>2</sup>.

### Dotación mínima necesaria en el interior de la vivienda

Además de conocer el número máximo de elementos que se pueden colocar en cada circuito es necesario repartirlos en toda la vivienda, siguiendo un criterio para que queden distribuidos en función de las necesidades y de los elementos a los que deben dar servicio. El REBT en su ITC-BT 25 realiza un reparto indicando la dotación mínima que debe tener cada una de las estancias que tiene la vivienda.

Tabla 2.				
Estancia	Circuito	Mecanismo	n° mínimo	Superf./Longitud
Acceso	C <sub>1</sub>	pulsador timbre	1	
Vestibulo	C <sub>1</sub>	Punto de luz Interruptor 10.A	1	---
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p+T	1	---
Sala de estar o Sal6n	C <sub>1</sub>	Punto de luz Interruptor 10 A	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	3 <sup>(1)</sup>	una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeado al entero superior
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacci3n	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
Dormitorios	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	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	3 <sup>(1)</sup>	una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeado al entero superior
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacci3n	1	---
Ba6os	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1	---
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p+T	1	---
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacci3n	1	---
Pasillos o distribuidores	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10 A	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 calefacci3n	1	---
Cocina	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	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/homo
	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 calefacci3n	1	---
Terrazas y Vestidores	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	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> ) uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y Otros	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	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> )

(1) En donde se prevea la instalaci3n de una toma para el receptor de TV, la base correspondiente debera ser m6ltiple, y en este caso se considerar6 como una sola base a los efectos del n6mero de puntos de utilizaci3n de la tabla 1.

(2) Se colocar6n fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la encimera de cocci3n o cocina

Figura 4.44: Tabla 2 ITC-BT 25. Puntos de utilizaci3n [2]

En la tabla 2 de la ITC-BT 25 (figura 4.44) aparecen las recomendaciones que realiza la normativa y los requisitos m6nimos que debe cumplir cada

estancia. Es necesario tener en cuenta que los elementos o mecanismos de encendido no son contabilizados como puntos de utilización, ya que lo que hacen es única y exclusivamente abrir o cerrar el circuito de alimentación.

Es necesario puntualizar que existen circuitos cuya utilización o ubicación a variado en los últimos años como es el circuito C9 para la alimentación del aire acondicionado. En un principio estaba ideado para la colocación de equipos independientes en cada una de las estancias o en las más importantes, pero en la actualidad este tipo de instalación se ha transformado en la colocación de un solo equipo para toda la vivienda ubicado en el falso techo de los baños, aseos o lavaderos y una serie de conductor que llevan el aire a cada una de las estancias. En este caso la ubicación de este circuito ya no va a ser en el salón sino que será en los locales que se indicado anteriormente.

En el apéndice B, se pueden encontrar algunos ejemplos de dotación en cada una de las estancias que nos encontramos en la vivienda, siendo siempre susceptible de modificaciones por parte del proyectista.

### **Características de la distribución y tipos de materiales para las instalaciones interiores**

En el caso de los circuito interiores la distribución se puede realizar de las siguientes formas:

- Conductores aislados bajo tubo superficial o empotrado.
- Conductores aislados bajo molduras o rodapiés.
- Conductores bajo canales protectoras o bandejas.
- Conductores aislados en huecos de la construcción.

En el caso de ser una canalización bajo tubos, estos pueden ser o no metálicos e incluso combinación de ambos materiales, pero deberán de ser de alguno de los siguientes tipos (figura 4.45):

- a. Tubos rígidos: Requieren de técnicas especiales para ser curvado. Se utiliza en conducción superficial y se utilizan diferentes tipos de accesorios para realizar los cambios de dirección o la distribución.
- b. Tubos curvables: Pueden ser curvados de forma manual pero no están pensados para utilizarse en movimiento aunque tienen un grado de flexibilidad.
- c. Tubos flexibles: Tiene una gran resistencia a la flexión y se puede utilizar en partes de la instalación en que exista movimiento o parte móviles (maquinaria).
- d. Tubos enterrados: Deben soportar la corrosión y deben tener un alto grado de resistencia.

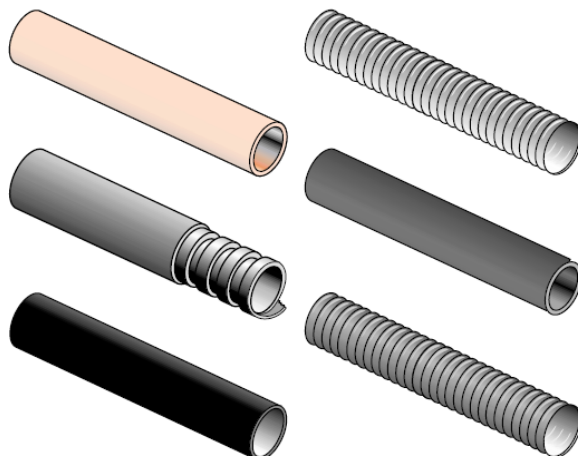


Figura 4.45: Tipos de tubos para canalización de cables eléctricos [11]

Las dimensiones y características que deben cumplir tanto los tubos, como canales protectoras están definidas en la ITC-BT 21. En las canalizaciones empotradas se utilizarán los tubos: rígidos, curvables o flexibles, mientras que en las superficiales serán preferentemente rígidos o curvables. Siendo sus uniones roscadas o mediante presión.

**Conductores para circuitos interiores** Los conductores utilizados en la instalación interior, serán rígidos o flexibles de cobre, con una tensión nominal de aislamiento de 750 V para los primeros y de 450 V para los segundos. Pudiendo ser estos tanto unipolares como multipolares.

Se utiliza los códigos de color ya indicados para las fases, los neutros y los conductores de protección (figura 4.46)



Figura 4.46: Colores para los conductores de las fases, neutro y protección.

Los conductores serán de cobre y se utilizará una nomenclatura diferente a la utilizada para los conductores de la LGA y las DI. Un ejemplo de dicha nomenclatura sería: **H07VZ1-K**.

- La primera letra H designa que es un cable armonizado (homologado).
- Los números indican el valor de tensión nominal de aislamiento asignada; 07=750 V y 05=450V.
- La letra siguiente a los número define al material aislante del conductor:

- V = PVC.
  - B = EPR (Etileno-propileno).
  - X = XLPE (Polietileno-reticulado).
- Si existe otra letra como es el caso del ejemplo define a la cubierta, utilizándose los mismos designaciones que para los aislantes además de Z1 = Poliofelina. item Por último la letra tras el guión se refiere a la clase de cable:
    - -K = Flexible.
    - -U = Rígido.
    - -R = Trenzado.
    - -F = Muy flexible

En la tabla de la figura 4.47 aparecen algunos ejemplos con los cables más utilizados en los circuitos interiores.

Producto		Norma de aplicación
tipo H07V-U	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 1 (-U) y, aislamiento de policloruro de vinilo (V).	UNE 21.031-3
tipo H07V-R	Conductor unipolar aislado unipolar de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 2 (-R) y, aislamiento de policloruro de vinilo (V)	
tipo H07V-K	Conductor unipolar aislado unipolar de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K) y, aislamiento de policloruro de vinilo (V)	
<p>La norma UNE 21 022 especifica las características constructivas y eléctricas de las diferentes clases de conductor.</p> <p>Las clases definidas y el símbolo utilizado en la designación del cable son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clase 1: conductor rígido de un solo alambre. (símbolo -U)</li> <li>- clase 2: conductor rígido de varios alambres cableados. (símbolo -R)</li> <li>- clase 5: conductor flexible de varios alambres finos, no apto para usos móviles (símbolo -K)</li> </ul>		

Figura 4.47: Tipos de cables utilizados en circuitos interiores [2].

### Recomendaciones a tener en cuenta en la ejecución en los circuitos interiores

Es necesario realizar una serie de recomendaciones con respecto al trazado y características de los circuitos interiores que se van a exponer a continuación:

- No es deseable que el trazado de las conducciones sea bajo el pavimento (figura 4.48), por los posibles conflictos con otras instalaciones canalizadas, por los perjuicios que producen en aislamientos térmicos y acústicos, y la creación de posibles servidumbres. Se intentara, por tanto, lograr un trazado lo más directo posible y preferentemente siguiendo las zonas de uso común (pasillos,escaleras, portales, etc) sin olvidar los registros pertinentes.

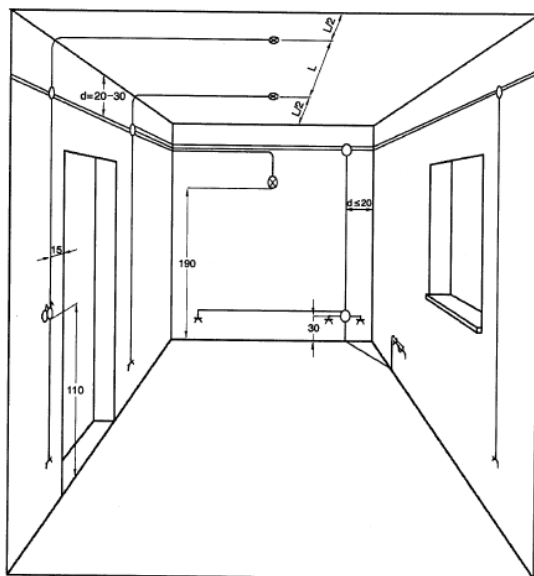


Figura 4.48: Distribución en el interior de local, evitando conducciones enterradas [9].

- Los cambios de dirección y las derivaciones deben realizarse con cajas de registro o derivación, y nunca debe realizar esta función una caja de mecanismo. Permitiendo en todo momento el acceso directo a las líneas, fundamentalmente en las puntos más estratégicos. Estas cajas son elementos preparados para recibir dos o más tubos protectores y poder efectuar en su interior las conexiones precisas de empalmes o derivaciones (figura 4.49). Pueden ser de distintas formas o tamaños,

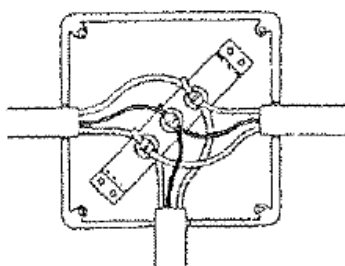


Figura 4.49: Caja de derivación y bornes de conexión [13].

aunque siempre su profundidad debe ser superior en un 50 % al diámetro del tubo, y como mínimo de 40mm. Asimismo, el lado mínimo (en el caso de ser rectangular) serán superiores o iguales a 80 mm. Las cajas más usuales son de tipo termoplástico, y en el interior de ellas se encuentran las conexiones entre conductores se deben realizar mediante regletas o bornes de conexión, quedando prohibido el antiguo sistema de empalme y encintado.

- No se utilizarán el mismo conductor de neutro y de protección para todos los circuitos, de hecho partirá de la CGMP un conductor inde-

pendiente para cada circuito.

- Las instalaciones interiores suelen discurrir bajo de tubos de protección aislantes y flexibles normalmente empotrados por las paredes excepto en los puntos de luz cenital para los cuales el tendido se realiza por los falsos techos de escayola o bovedillas de los forjados.

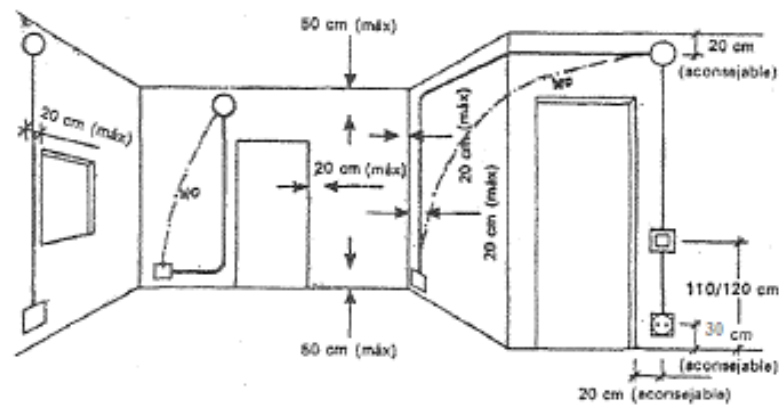


Figura 4.50: Ejemplo de distribución para instalación interior [13].

- En edificios que no se destinen a uso residencial se encuentra en progresivo aumento de los tendidos superficiales en tubos de plástico rígidos o, de acero con galvanizado electrolítico exterior y protección interior a base de pinturas anticorrosivas. Su precio es superior pero posibilita una total accesibilidad y, reposición exterior de los diferentes circuitos así como un excelente mantenimiento de la instalación.

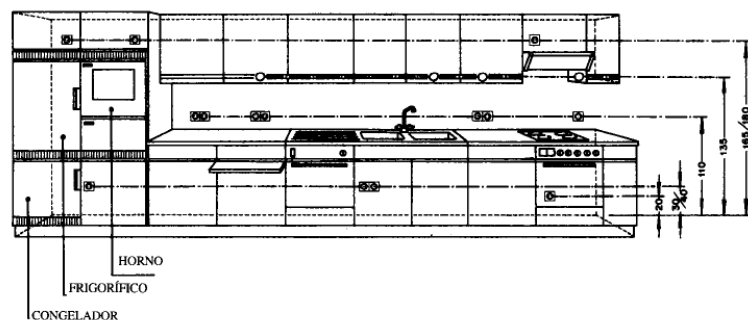


Figura 4.51: Distribución de mecanismos en cocina [13].

- Se procurará que los circuitos lleguen a los locales que deben suministrar de la forma más directa posible, pasando si se puede por los locales menos privados (pasillos y distribuidores), evitando recorridos innecesarios.

- En cocinas hay que atenerse a las necesidades funcionales del local, procurando prever puntos de luz sobre los bancos de trabajo y las tomas necesarias para los distintos electrodomésticos.
- En baños y aseos se cumplirán las normas de protección reglamentarias, en cuanto al alejamiento respecto a la bañera a ducha, colocando los interruptores fuera de dicho local.
- En las habitaciones se deben conmutar los puntos de luz con un interruptor a la entrada de esta y otro junto a la cama, y colocar al menos 2 tomas de corriente, situando una de ellas junto al lecho.
- En general, los mecanismos de accionamiento se situarán a una altura cómoda para su uso (interruptores a una altura de 80 a 130 cm del suelo) y las bases o tomas de corriente pueden situarse a 15-30 cm del suelo; en otros casos es aconsejable situarlas altas (130- 150 cm del suelo) para evitar el acceso a niños, salvar algún mueble, puntos de utilización en baños y aseos, etc) (figura 4.52)

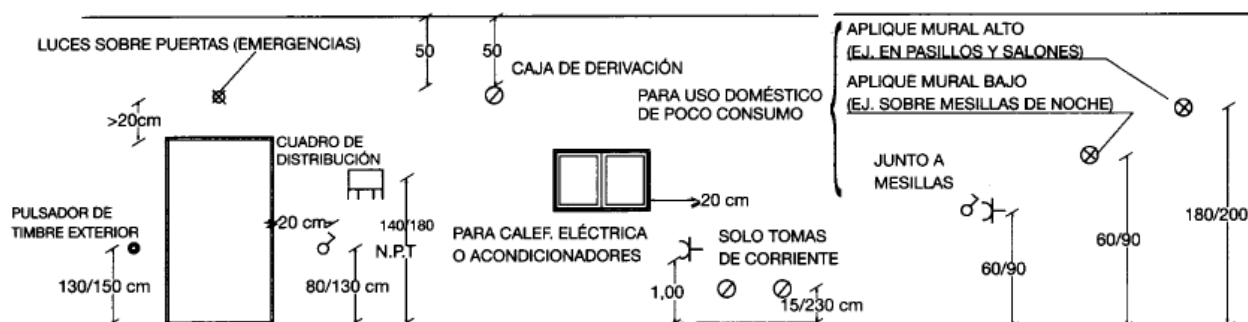


Figura 4.52: Distancias de mecanismos al suelo y a paredes y techos [3].

- Se debe de procurara que las tomas de corriente, en una misma habitación, estén conectadas a la misma fase. Evitando también la utilización de puntos múltiples sobre una misma base o toma de corriente.
- La distribución a cada una de las zonas o habitaciones de la vivienda se debe realizar a través de las cajas de derivación y nunca alimentar más de dos zonas con el mismo conductor.
- La conexión a los mecanismos de la instalación eléctrica se debe realizar a través de cajas y no forma directa. Y en el caso de que el mecanismo sea un interruptor, el conductor con el que se debe hacer la conexión a de ser el de fase y no el conductor del neutro.



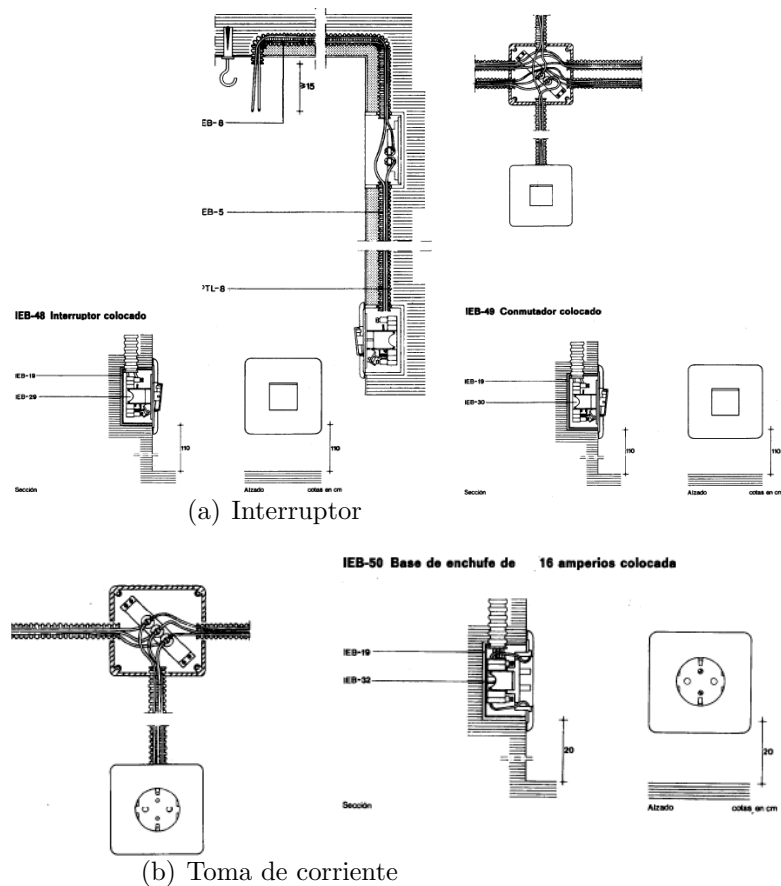


Figura 4.53: Conexiones a mecanismos(Fuente: NTE)

### Volúmenes de protección en locales húmedos en el interior de vivienda.

En la ITC-BT 27 se define los diferentes volúmenes de protección que existen en el interior de locales en los que existan bañera o ducha. En la figura 4.54 se puede ver las diferentes zonas que existen en un baño, creando esta zonas cuatro volúmenes de riesgo de van desde el volumen 0 hasta el volumen 3.

En la tabla de la figura 4.55 se especifican los tipos de mecanismos y elementos que se permiten instalar en cada uno de dichos volúmenes y el grado de protección que deben de cumplir los mecanismos que ocupen cada uno de ellos. No se designa ningún grado de protección frente a la entrada de cuerpos sólidos, por esa razón se deja indicado con una X.

Por último en las figuras 4.56, 4.57 y 4.58, se ven las disposiciones de los volúmenes según los tipos de construcción utilizados para las bañeras y las duchas.

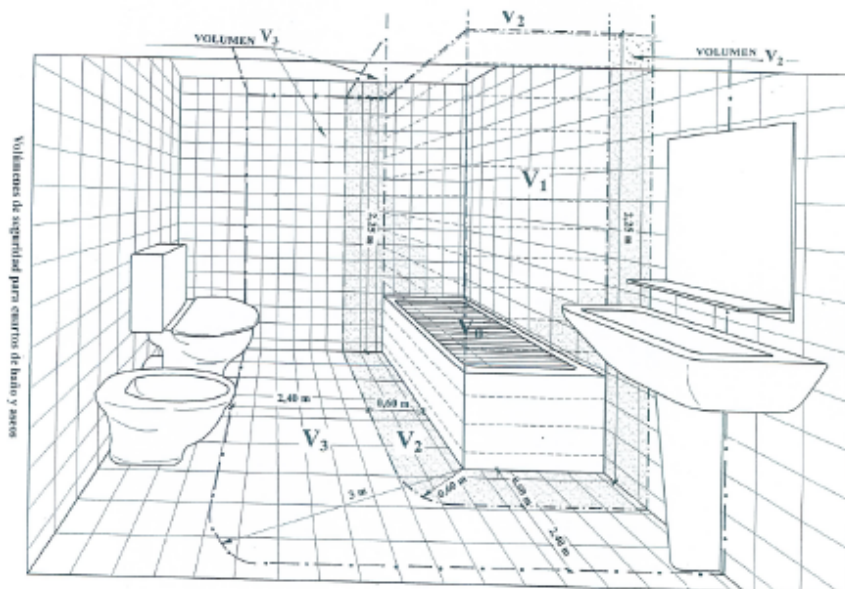


Figura 4.54: Volúmenes de protección de un local con bañera [13].

	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.
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.

<sup>(1)</sup>: Los baños comunes comprenden los baños que se encuentran en escuelas, fábricas, centros deportivos, etc. e incluyen todos los utilizados por el público en general.

<sup>(2)</sup>: Los cordones aislantes de interruptores de tirador están permitidos en los volúmenes 1 y 2, siempre que cumplan con los requisitos de la norma UNE-EN 60.669-1.

<sup>(3)</sup>: Los calefactores bajo suelo pueden instalarse bajo cualquier volumen siempre y cuando debajo de estos volúmenes estén cubiertos por una malla metálica puesta a tierra o por una cubierta metálica conectada a una conexión equipotencial local suplementaria según el apartado 2.2.

Figura 4.55: Elección e instalación de material eléctrico en función de los volúmenes de protección.



Figura 4.56: Croquis para local con bañeras y bañeras con pared de obra [2].



Figura 4.57: Croquis para local con duchas. Parte 1 [2].

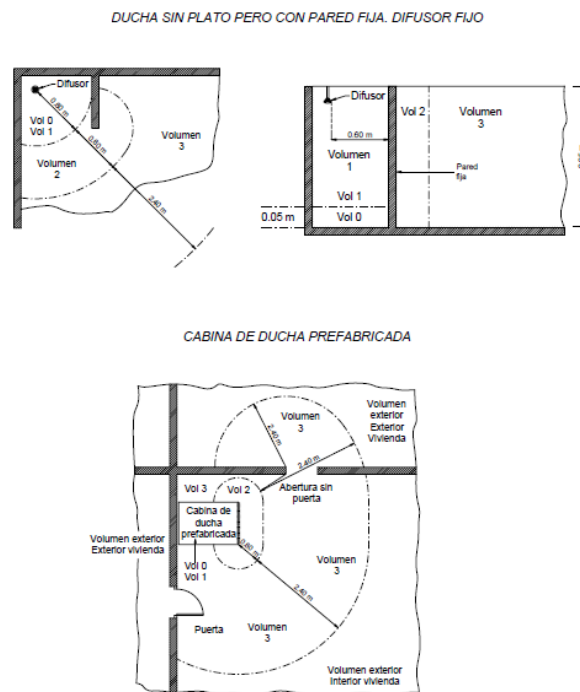


Figura 4.58: Croquis para local con duchas. Parte 2 [2].

# Apéndice A

## Esquemas unifilares.

### A.1. Esquemas unifilares y multifilares de servicios generales

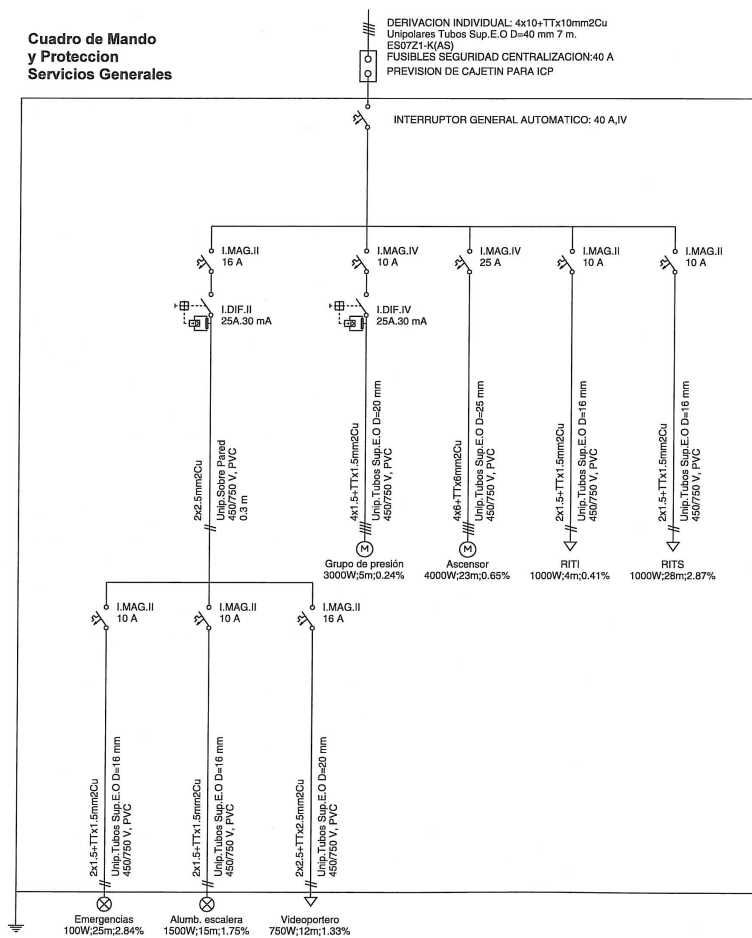


Figura A.1: Esquema unifilar de la instalación de enlace un edificio de viviendas [12].

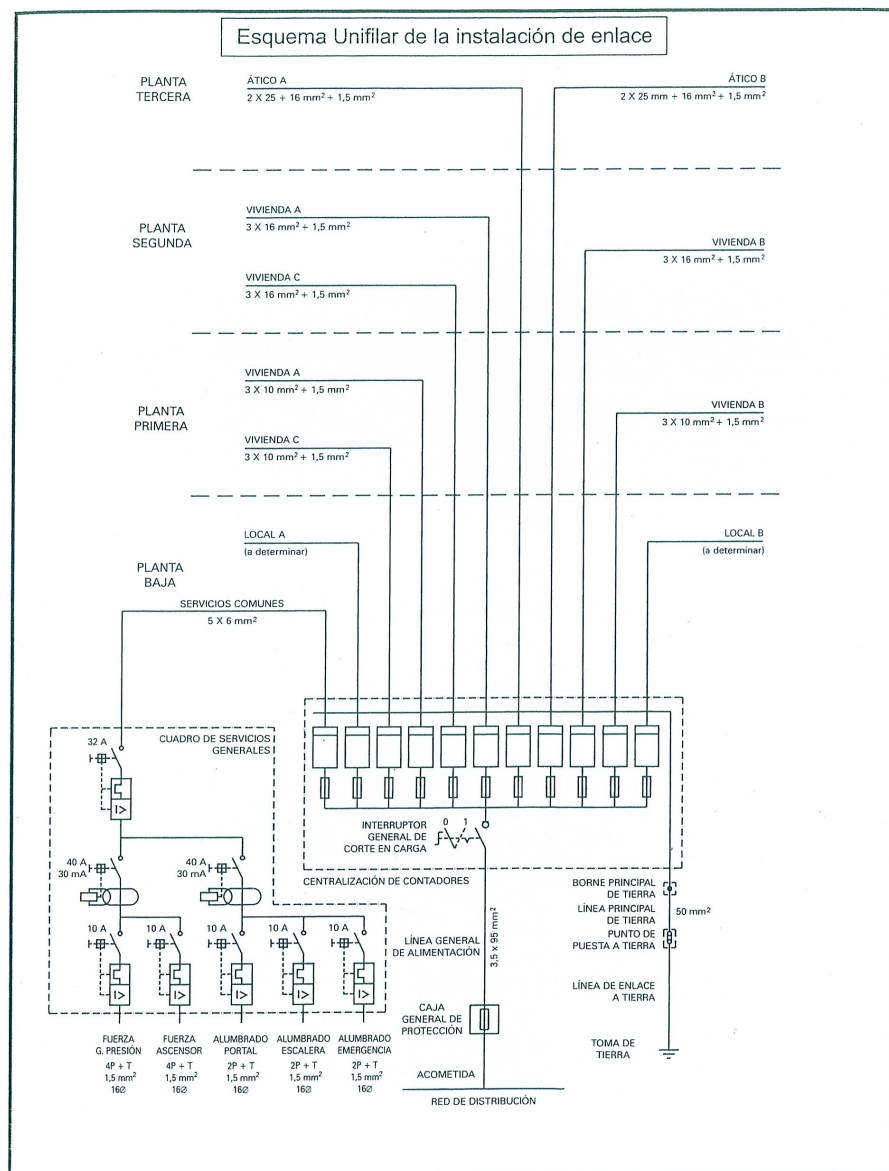


Figura A.2: Esquema unifilar de la instalación de enlace perteneciente a una memoria técnica de diseño para un edificio de viviendas [2].

ESQUEMA GENERAL UNIFILAR

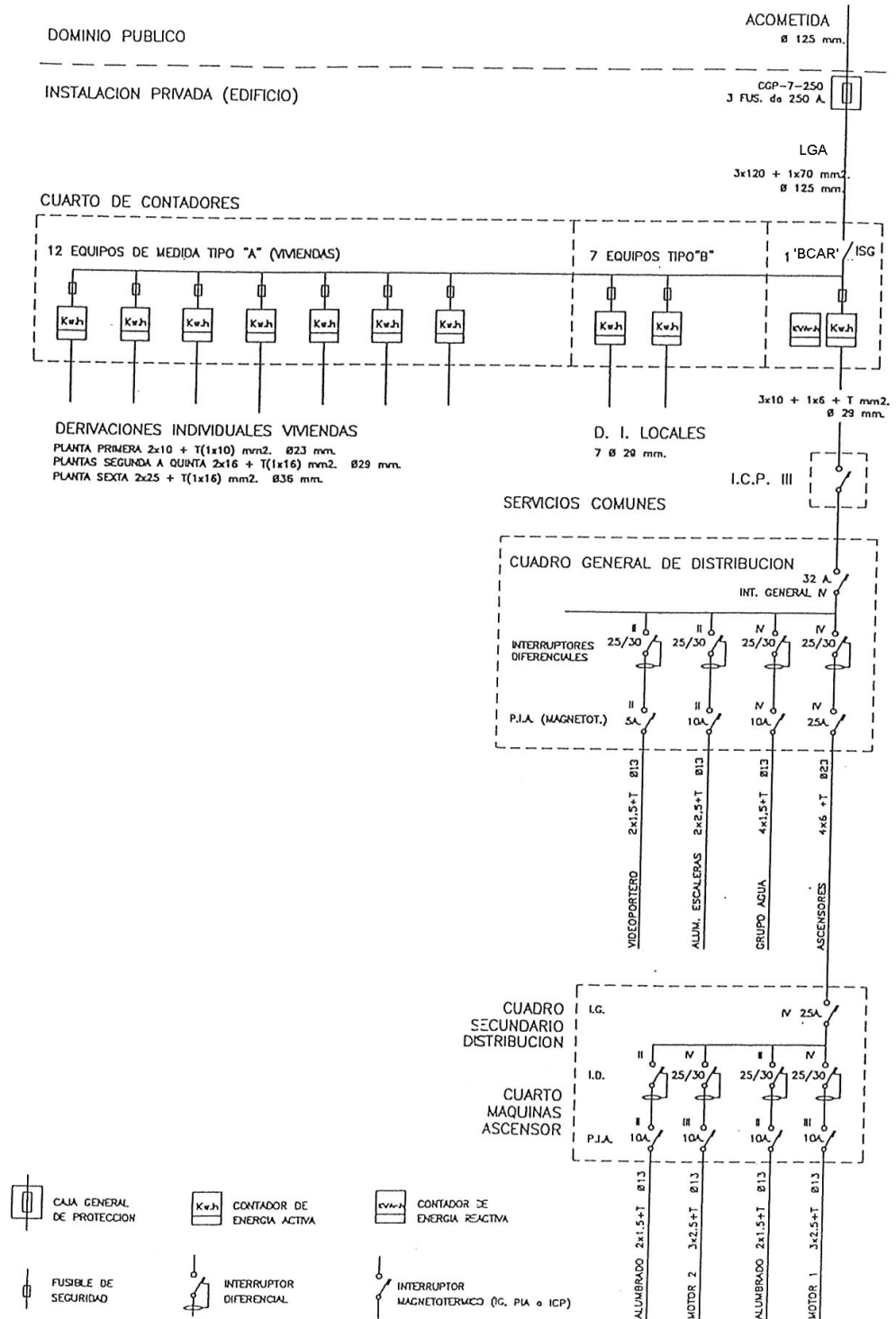


Figura A.3: Esquema unifilar de la instalación de enlace un edificio de viviendas.

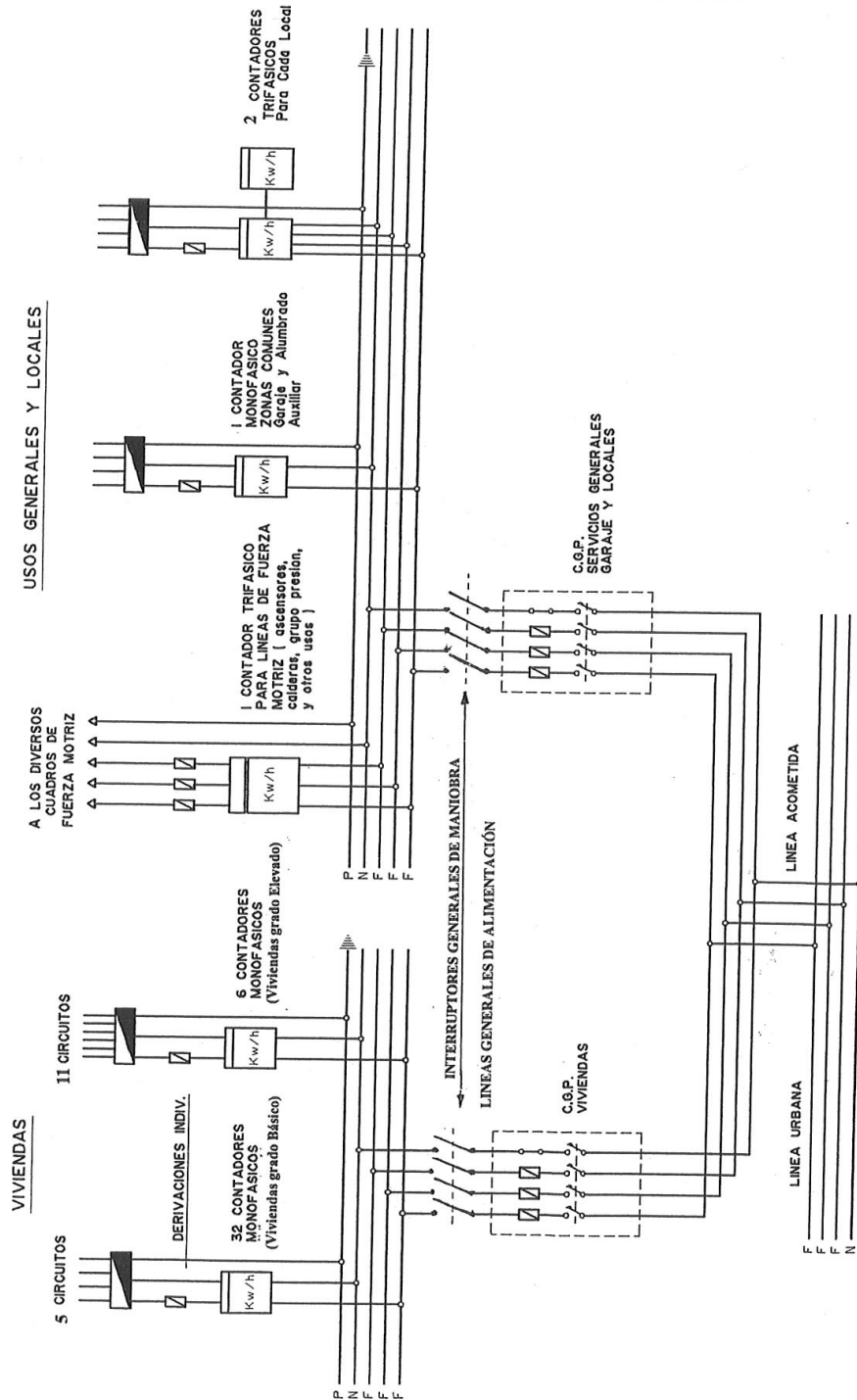


Figura A.4: Esquema multifilar instalación del enlace [13].



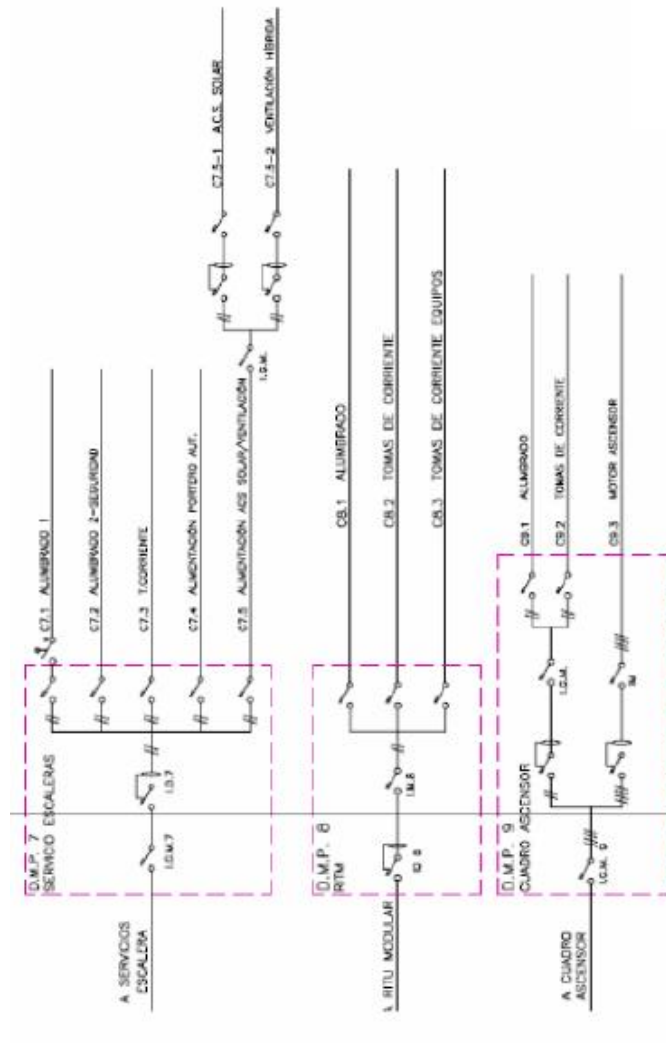


Figura A.5: Esquemas unifilares de cuadros secundarios de servicios generales de un edificio de viviendas [2].

## CUADRO ASCENSOR

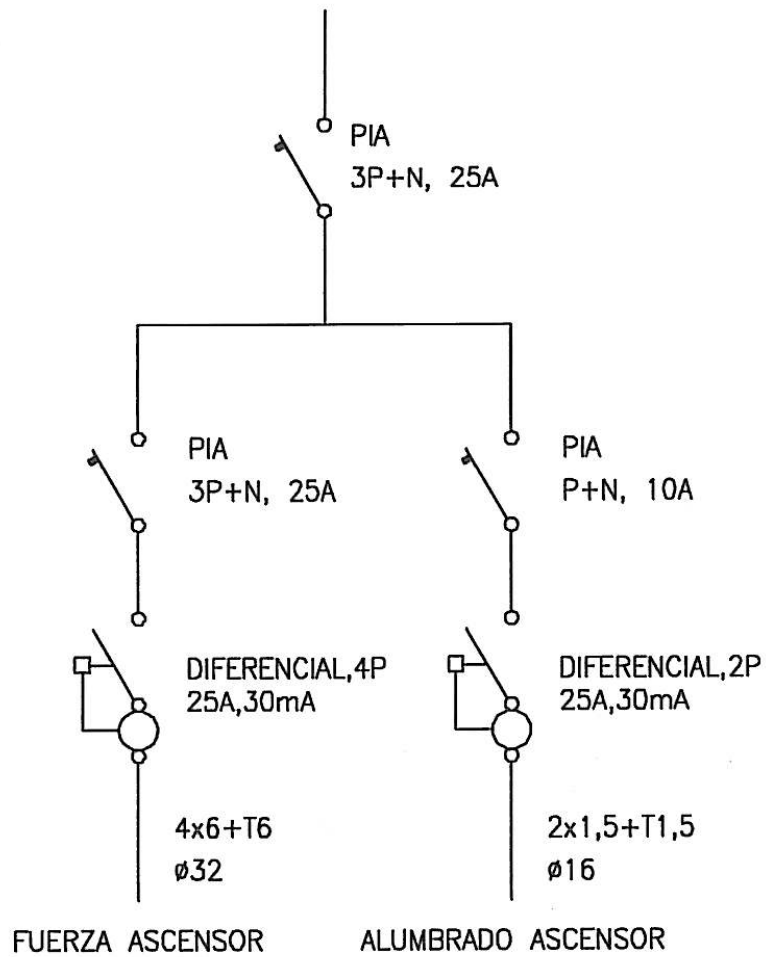


Figura A.6: Esquema unifilar de un cuadro secundario de ascensor [12].

## CUADRO GARAJE

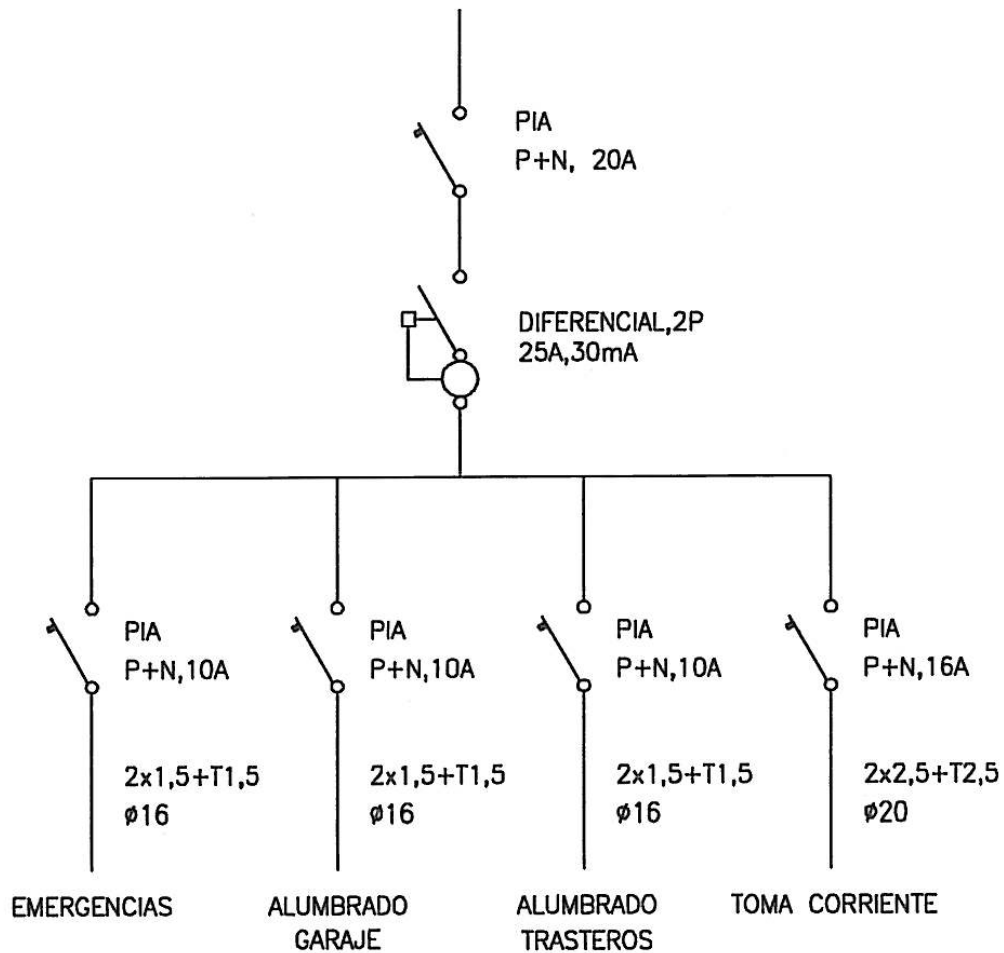


Figura A.7: Esquema unifilar para un cuadro de garaje [12].

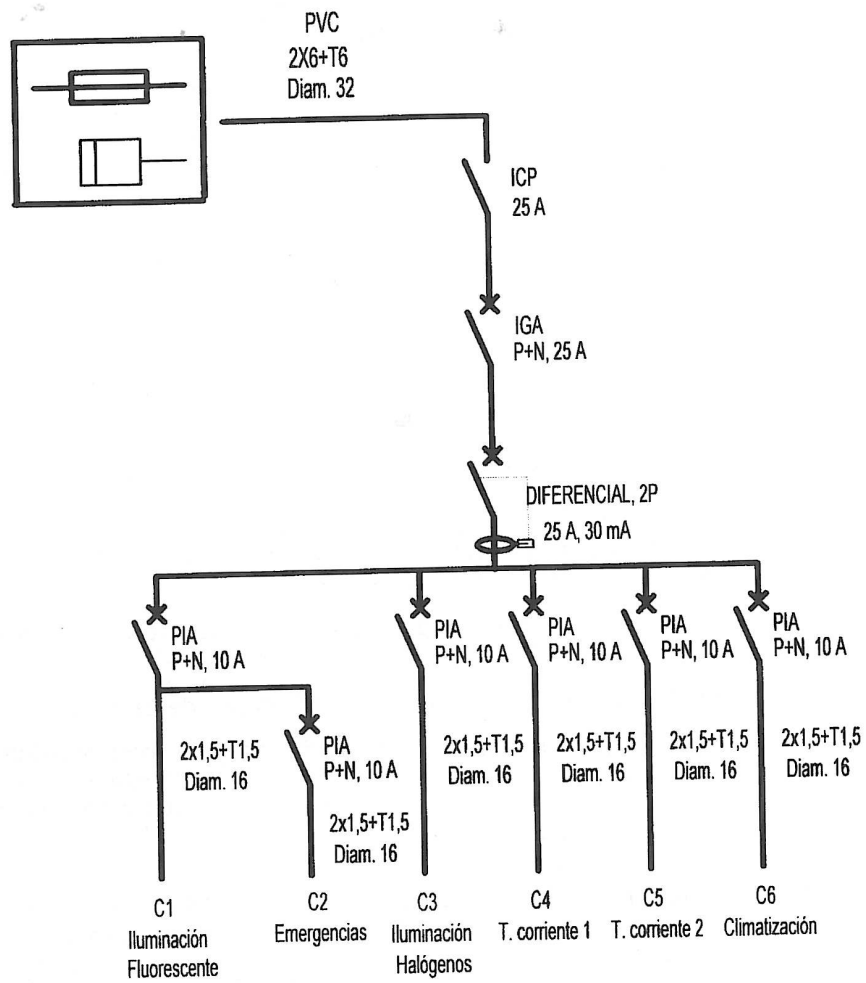


Figura A.8: Esquema unifilar para un local comercial [12].

## A.2. Esquemas unifilares para vivienda

### A.2.1. Esquemas unifilares para un grado de electrificación básico

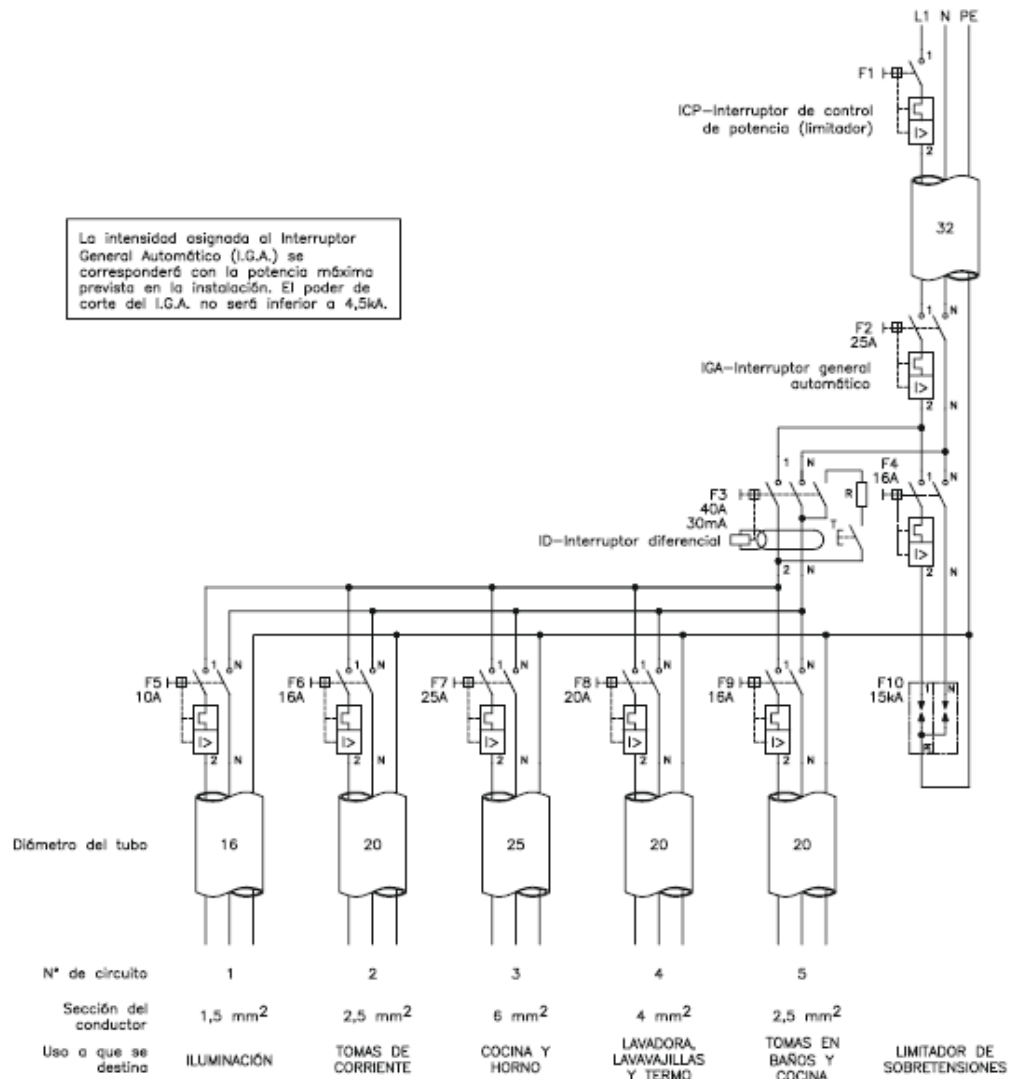
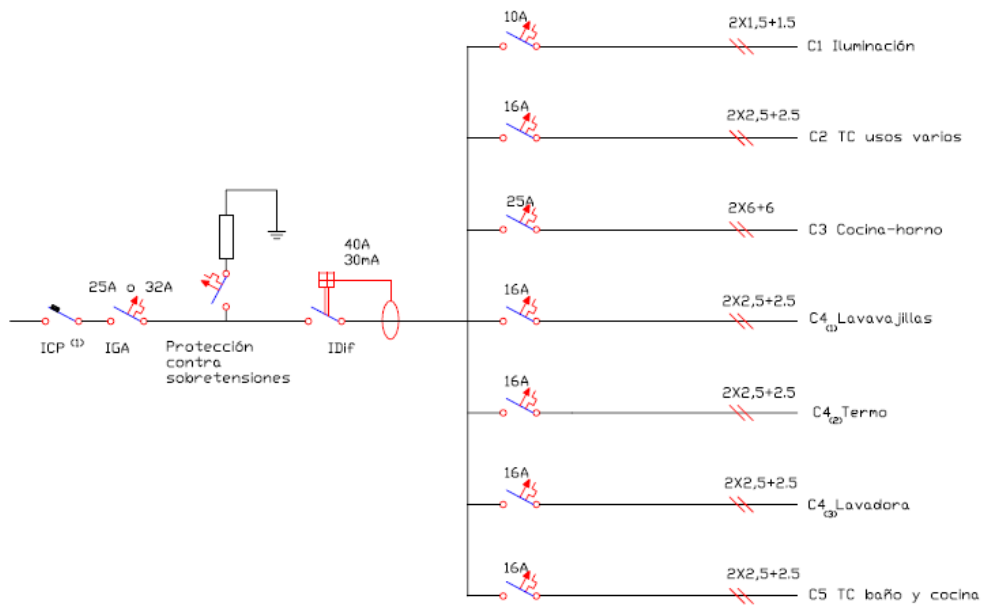


Figura A.9: Esquema unifilar para vivienda con GEB [9].



<sup>(1)</sup> Según la potencia contratada

Figura A.10: Esquema unifilar para vivienda con GEB desdoblado el circuito C4 [12].

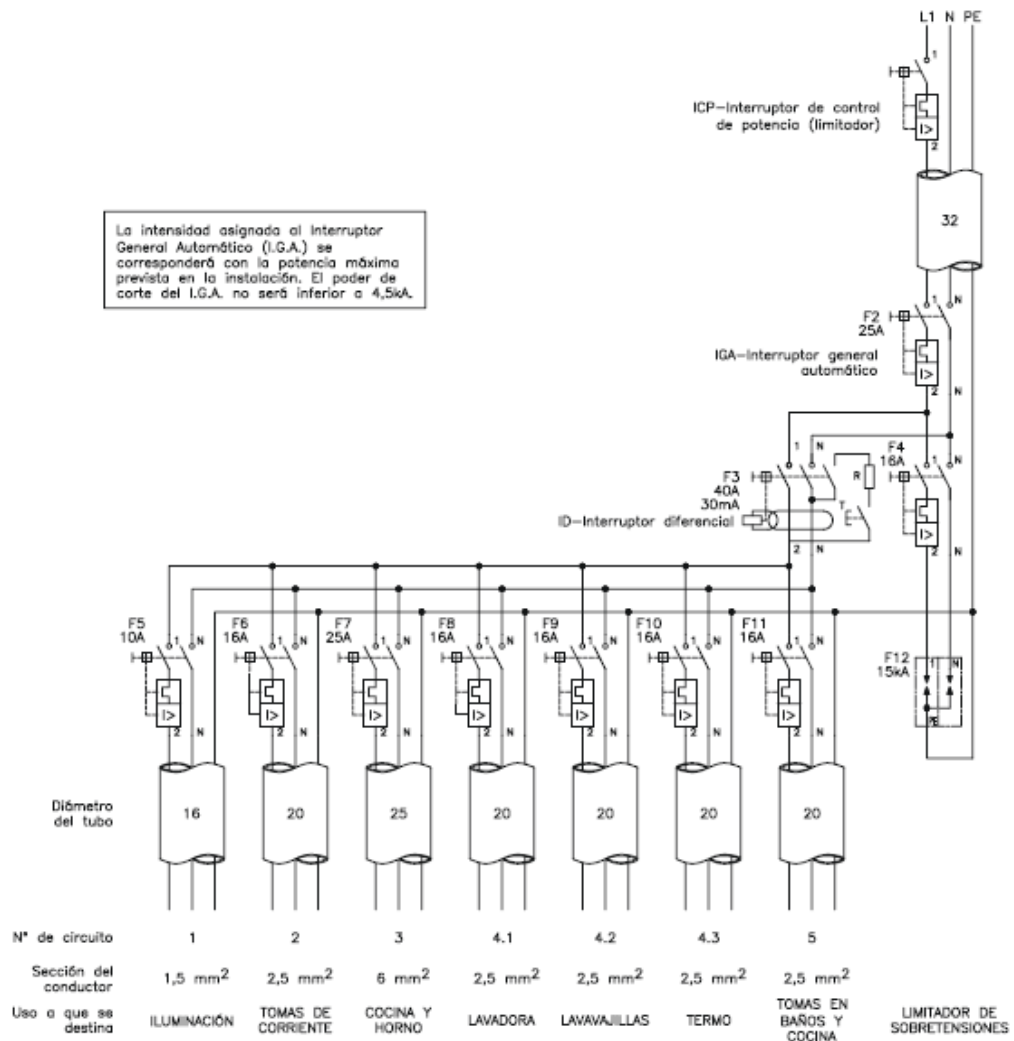


Figura A.11: Esquema unifilar para vivienda con GEB desdoblado el circuito C4 [9].

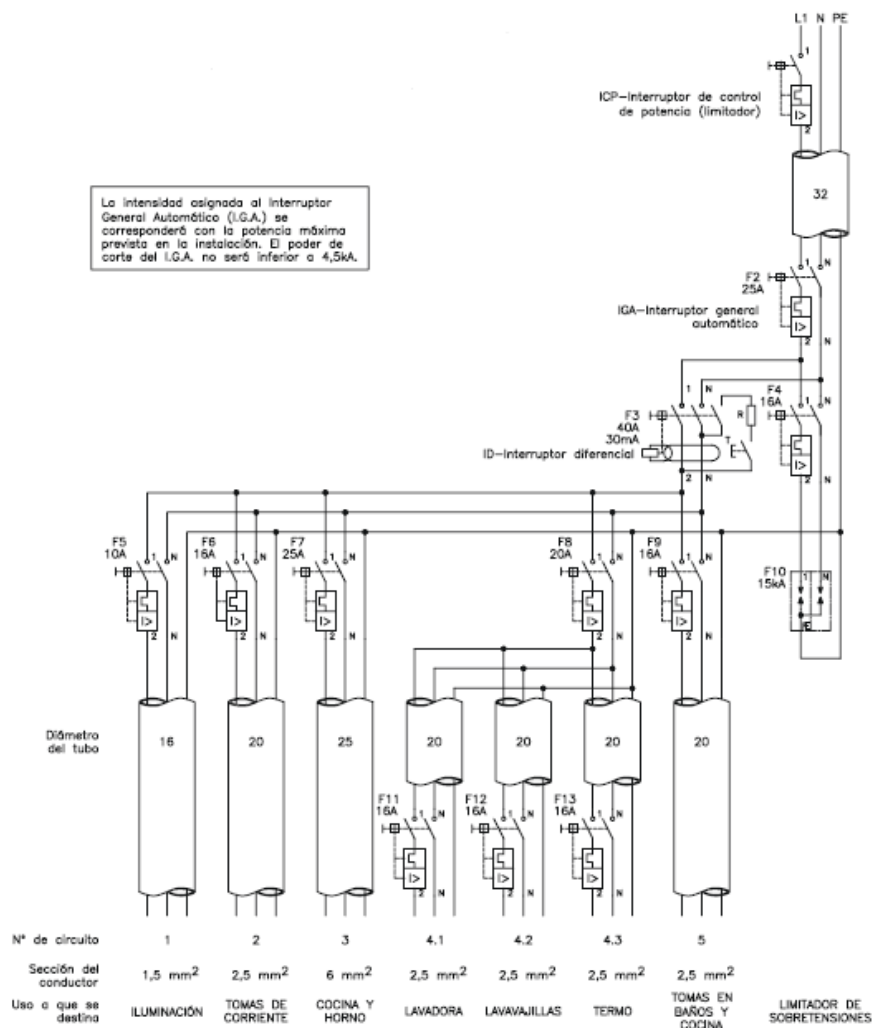


Figura A.12: Esquema unifilar para vivienda con GEB desdoblado el circuito C4 y manteniendo el PIA de 20A de dicho circuito [9].



### A.2.2. Esquemas unifilares para un grado de electrificación elevado

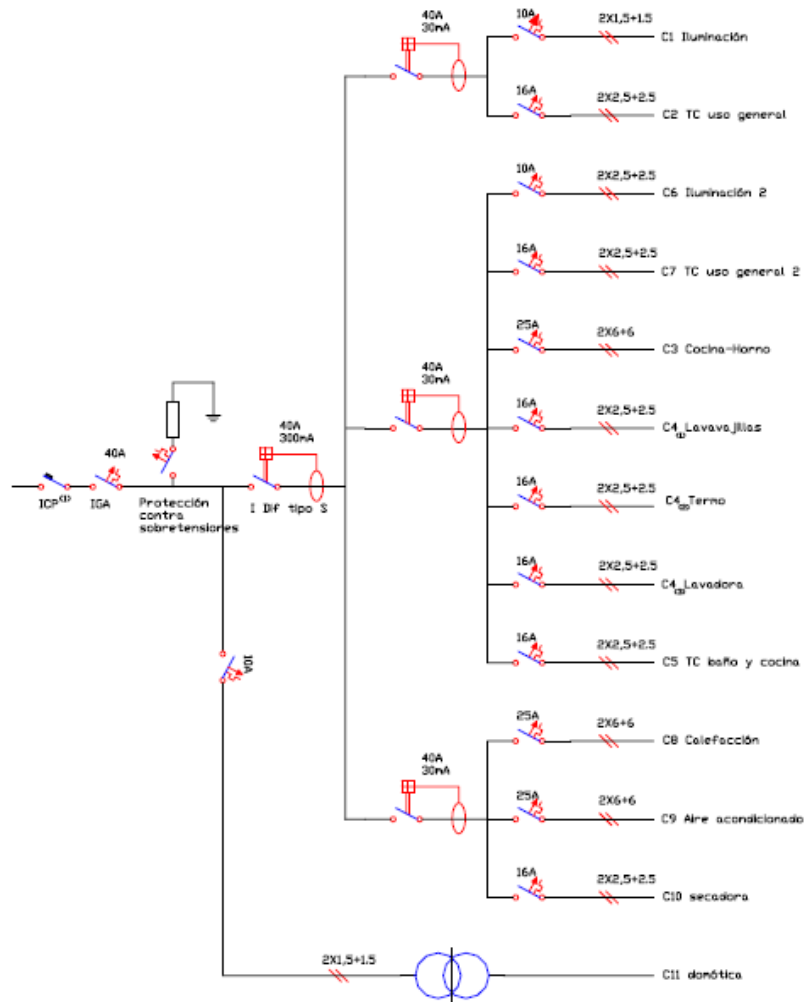


Figura A.13: Esquema unifilar para vivienda con GEE [12].

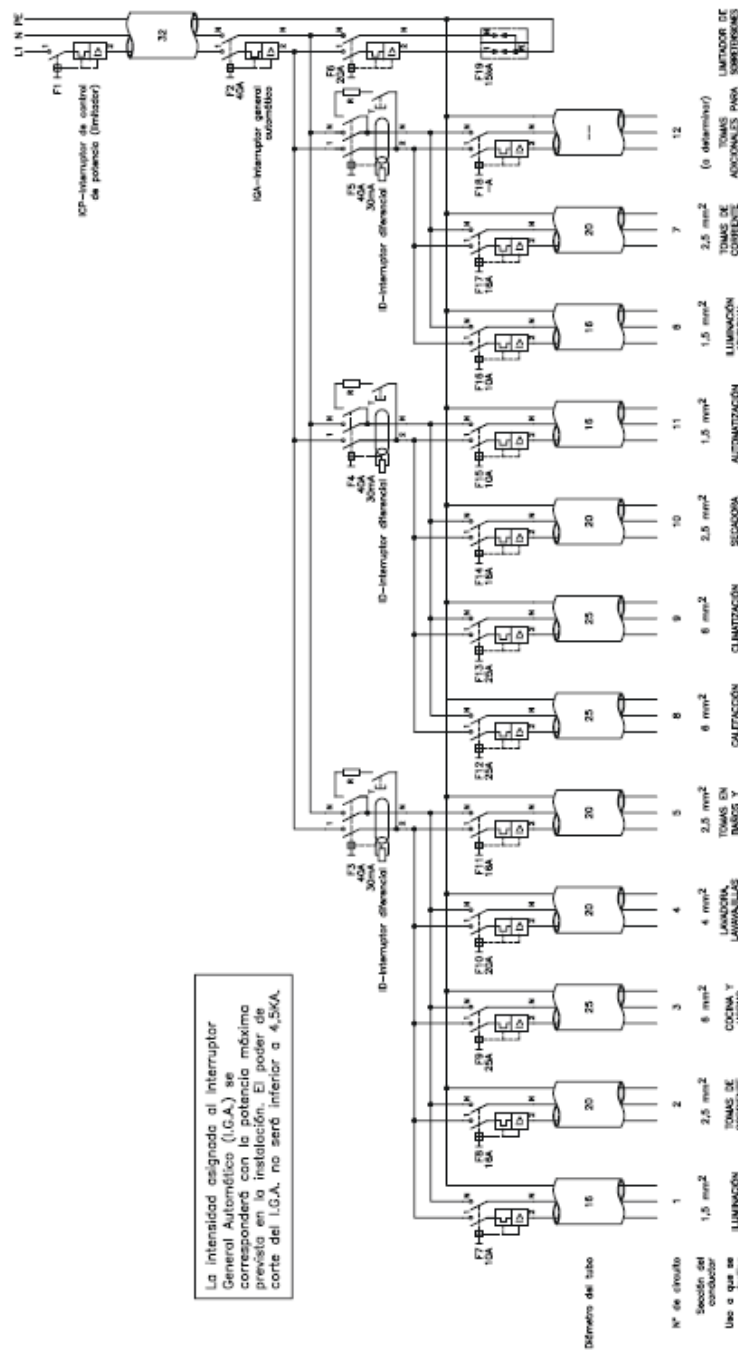


Figura A.14: Esquema unifilar para vivienda con GEE [9].

# Apéndice B

## Ejemplos de dotación.

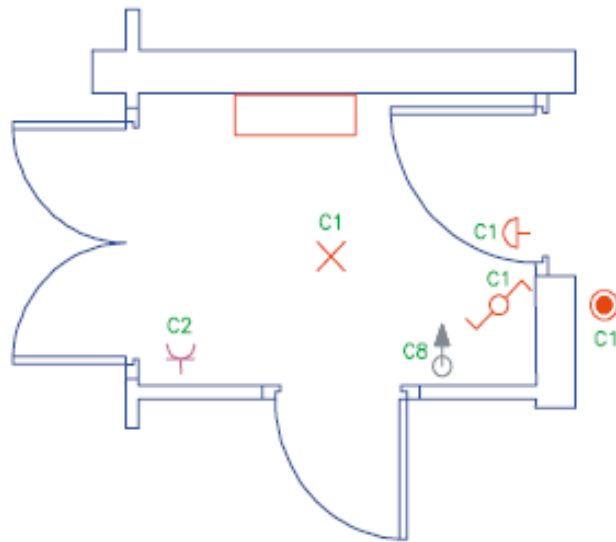


Figura B.1: Posible dotación en vestíbulo [9].

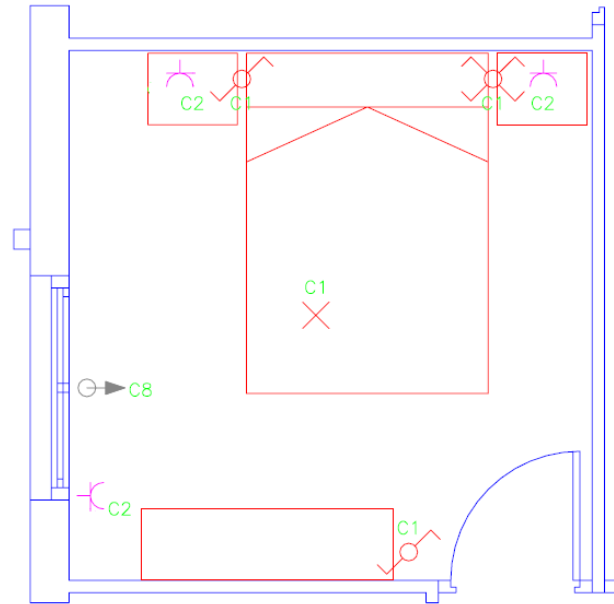


Figura B.2: Posible dotación en habitación doble [9].

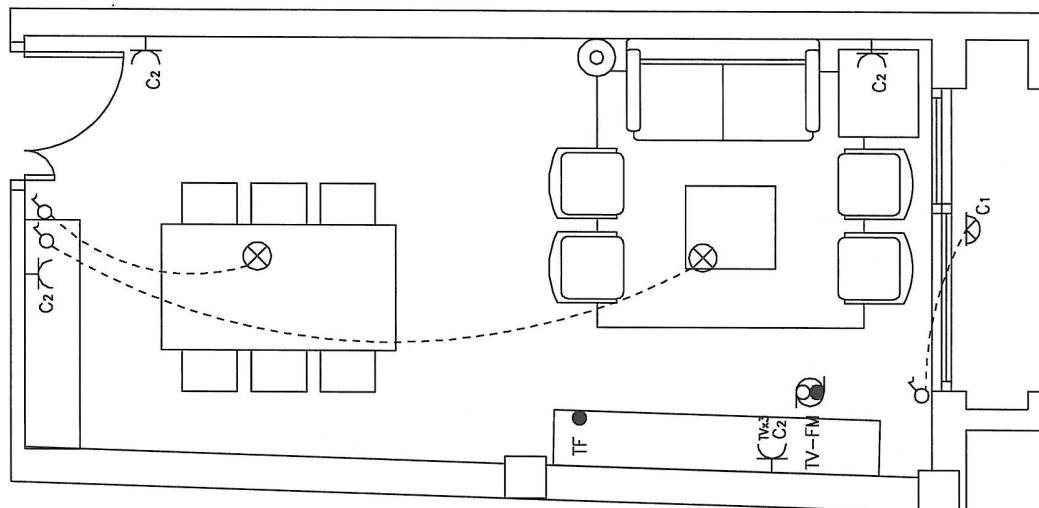


Figura B.3: Posible dotación en salón [9].

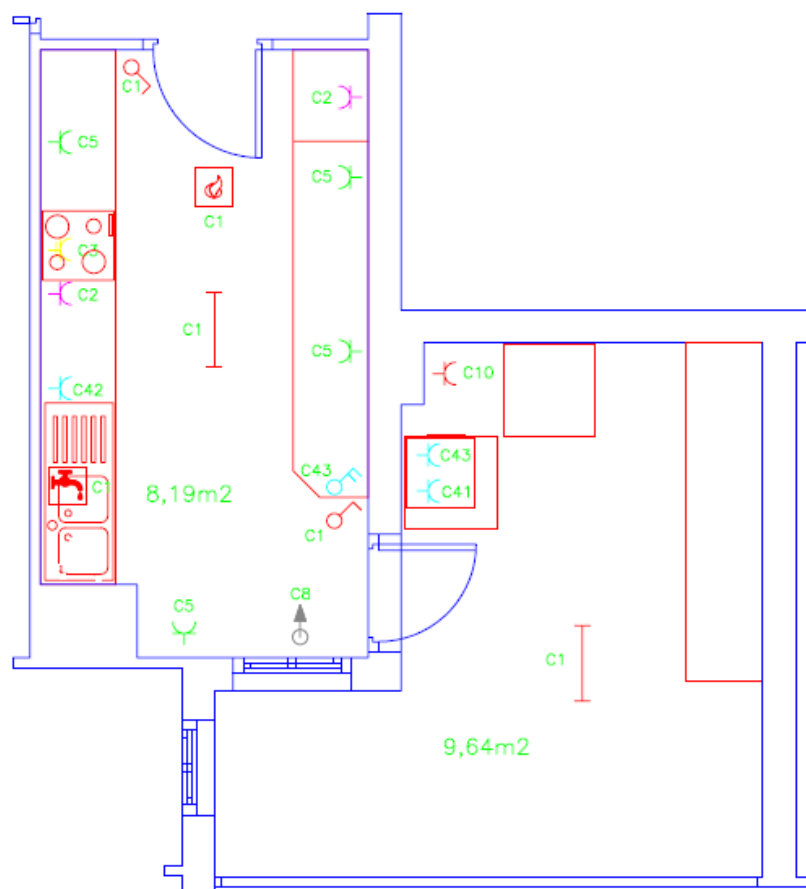


Figura B.4: Posible dotación en cocina [9].

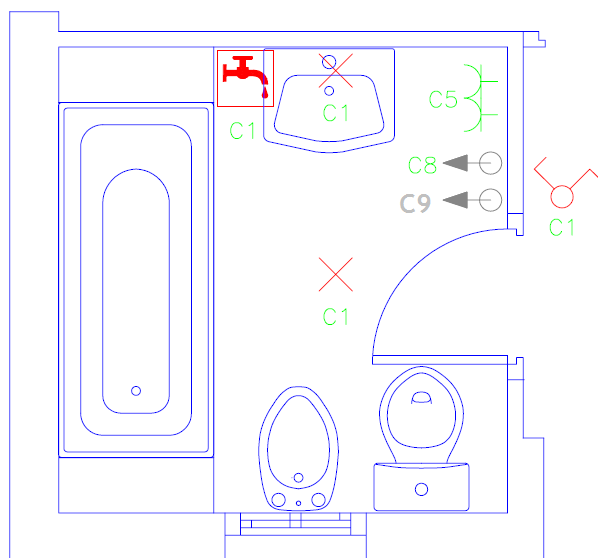


Figura B.5: Posible dotación en baño [9].

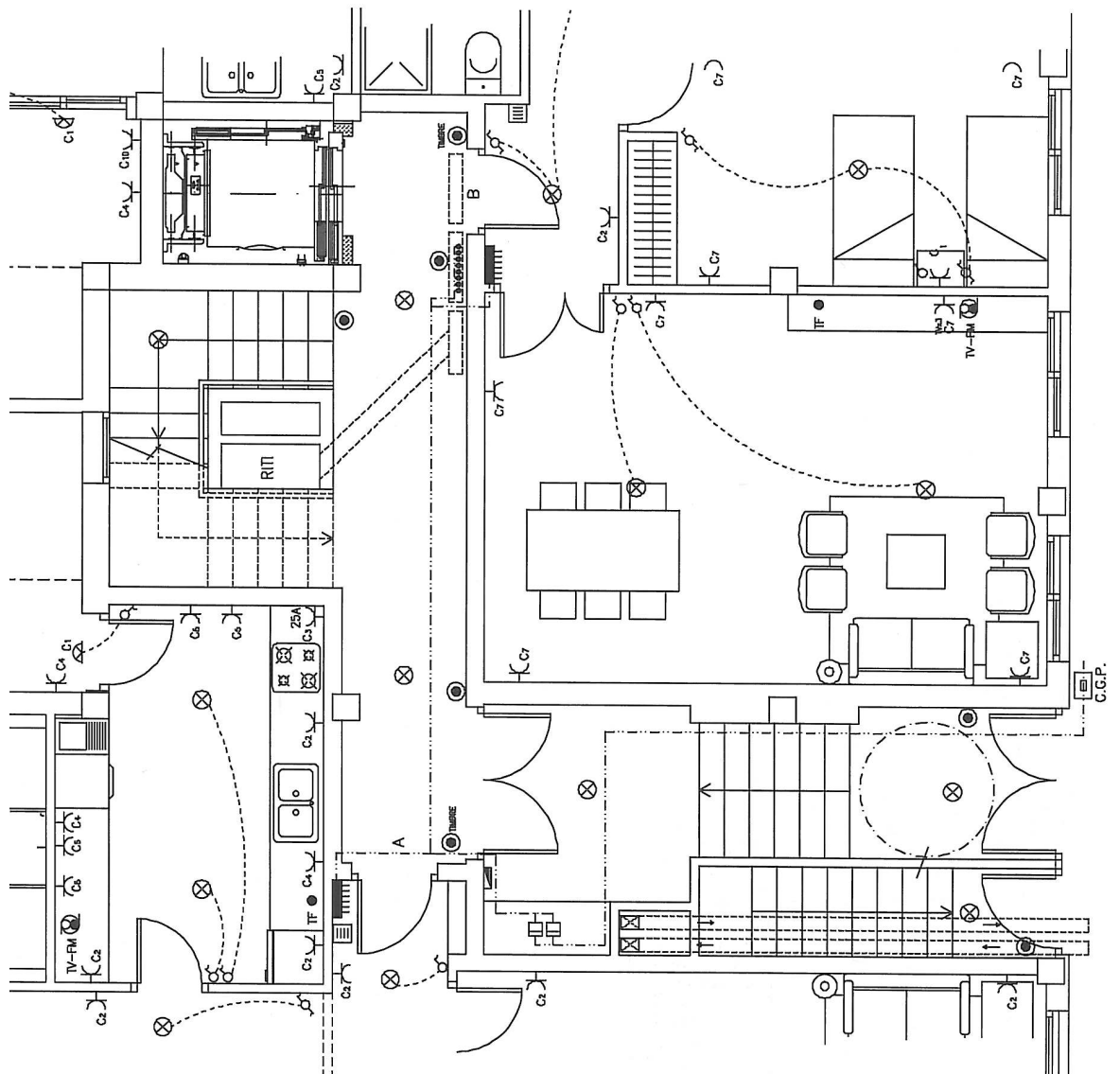


Figura B.6: Posible dotación en planta baja de un edificio de viviendas para los servicios generales [12].












## Apéndice C

### Índice de Protección IP e IK.










**Protección contra cuerpos sólidos**

**IP**

<b>0</b>		Sin protección
<b>1</b>		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm (ej.: contactos involuntarios de la mano)
<b>2</b>		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12,5 mm (ej.: dedos de la mano)
<b>3</b>		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm (ej.: herramientas, cables)
<b>4</b>		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm (ej.: alambres, pequeños cables)
<b>5</b>		Protegido contra la penetración de polvo
<b>6</b>		Totalmente protegido contra la penetración de polvo

**Protección contra agua**

**IP**

<b>0</b>		Sin protección
<b>1</b>		Protegido contra la caída vertical de gotas de agua (condensación)
<b>2</b>		Protegido contra la caída de gotas de agua hasta 15° de la vertical
<b>3</b>		Protegido contra la caída de agua de lluvia hasta 60° de la vertical
<b>4</b>		Protegido contra las proyecciones de agua en todas las direcciones
<b>5</b>		Protegido contra el chorro de agua en todas las direcciones
<b>6</b>		Protegido contra el chorro de agua similar a los golpes de mar
<b>7</b>		Protegido contra los efectos de la inmersión
<b>8</b>		Protegido contra los efectos de la inmersión prolongada bajo presión

**Protección contra impactos mecánicos**

**IK**

<b>00</b>		Sin protección
<b>01</b>		Energía de choque 0,150 J
<b>02</b>		Energía de choque 0,200 J
<b>03</b>		Energía de choque 0,350 J
<b>04</b>		Energía de choque 0,500 J
<b>05</b>		Energía de choque 0,700 J
<b>06</b>		Energía de choque 1,00 J
<b>07</b>		Energía de choque 2,00 J
<b>08</b>		Energía de choque 5,00 J
<b>09</b>		Energía de choque 10,00 J
<b>10</b>		Energía de choque 20,00 J

**Índices de Protección IP e IK**

Definen el grado de protección contra el polvo, humedades e impactos mecánicos según las normas IEC 60529, EN 60529 y EN 50102

Figura C.1: Grados de protección para mecanismos y armarios.

# Bibliografía

- [1] *Normativa Específica Iberdrola*. Compañía Eléctrica Iberdrola.
- [2] *Guía Técnica de Aplicación REBT*. Consultoría y documentación Digital S.L., Valencia, 2004.
- [3] J.L. Arizmendi Barnes. *Cálculo y Normativa de las Instalaciones en la Edificación*. Ed. Tebar, 2000.
- [4] J. A. Sánchez Carrasco. *Instalaciones eléctricas*. Arquitecto.
- [5] Catálogos comerciales. Legrand, Merlin Gerin, Cahor Española, GE Electric.
- [6] Ministerio de Ciencia y Tecnología. *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*. Ed. Paraninfo, Madrid, ministerio de ciencia y tecnología edition, 2002.
- [7] Universidad Nacional de Ingeniería de Perú. <http://intercon2011.blogspot>.
- [8] UNESA. Asociación Española de la Industria Eléctrica.
- [9] C. Monzón Merencio J. Moreno Gil, C. Fernández García. *Manual Técnico del Electricista*. PLC Madrid, 2004.
- [10] Uriarte Enclosures s.a. *Catálogo Uriarte Safybox*. [www.safybox.com](http://www.safybox.com).
- [11] Schneider Electric. *Manual teórico-práctico Schneider. Instalaciones en Baja Tensión*.
- [12] E. Carrasco Sánchez. *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en Edificios de Viviendas*. Ed. Tebar, Madrid, 2008.
- [13] F. Martín Sánchez. *Nuevo Manual de Instalaciones Eléctricas*. Ed. A. Madrid Vicente, Madrid, 2003.