

LECCIÓN 11

INSTALACIÓN INTERIOR DE UNA VIVIENDA

El final de las instalaciones de enlace de un edificio de viviendas está en el punto en que acomete la derivación individual, con la entrada a la instalación del abonado que suele ser el cuadro de distribución interior de la vivienda o local comercial.

CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN.- Es el que aloja todos los dispositivos de seguridad, de protección y de distribución de la instalación interior de la vivienda.

Se colocará en el origen de la misma y lo más cerca posible del punto de alimentación.

En este cuadro se instalará:

- Un interruptor general automático, de corte omnipolar, que tenga accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. (Independiente del ICP).

- Un interruptor diferencial para protección de contactos indirectos. (Un diferencial por cada 5 circuitos).

- (PIA) Pequeños Interruptores Automáticos (magnetotérmicos) para proteger cada uno de los circuitos independientes contra sobrecargas y cortocircuitos.

- Dispositivos de protección contra sobretensiones si fuese necesario.

- Un borne de conexión de los conductores de protección.

Los interruptores generales tendrán capacidad de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que puede producirse en el punto de su instalación.

Los PIA (Pequeños Interruptores Automáticos) tendrán unas características de interrupción, de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores del circuito que protegen.

El instalador colocará sobre el cuadro de distribución, una placa metálica impresa en la que conste: su nombre o razón comercial, fecha en que se realizó la instalación y grado de electrificación.

Los ICP (Interruptores de Control de Potencia) se sitúan con arreglo al criterio de cada compañía distribuidora, siendo lo normal en un punto cercano a la puerta de entrada, antes del cuadro de mando y protección y alojado en una caja empotrada de 180 x 150 x 53 mm, cómodamente accesible desde el suelo.

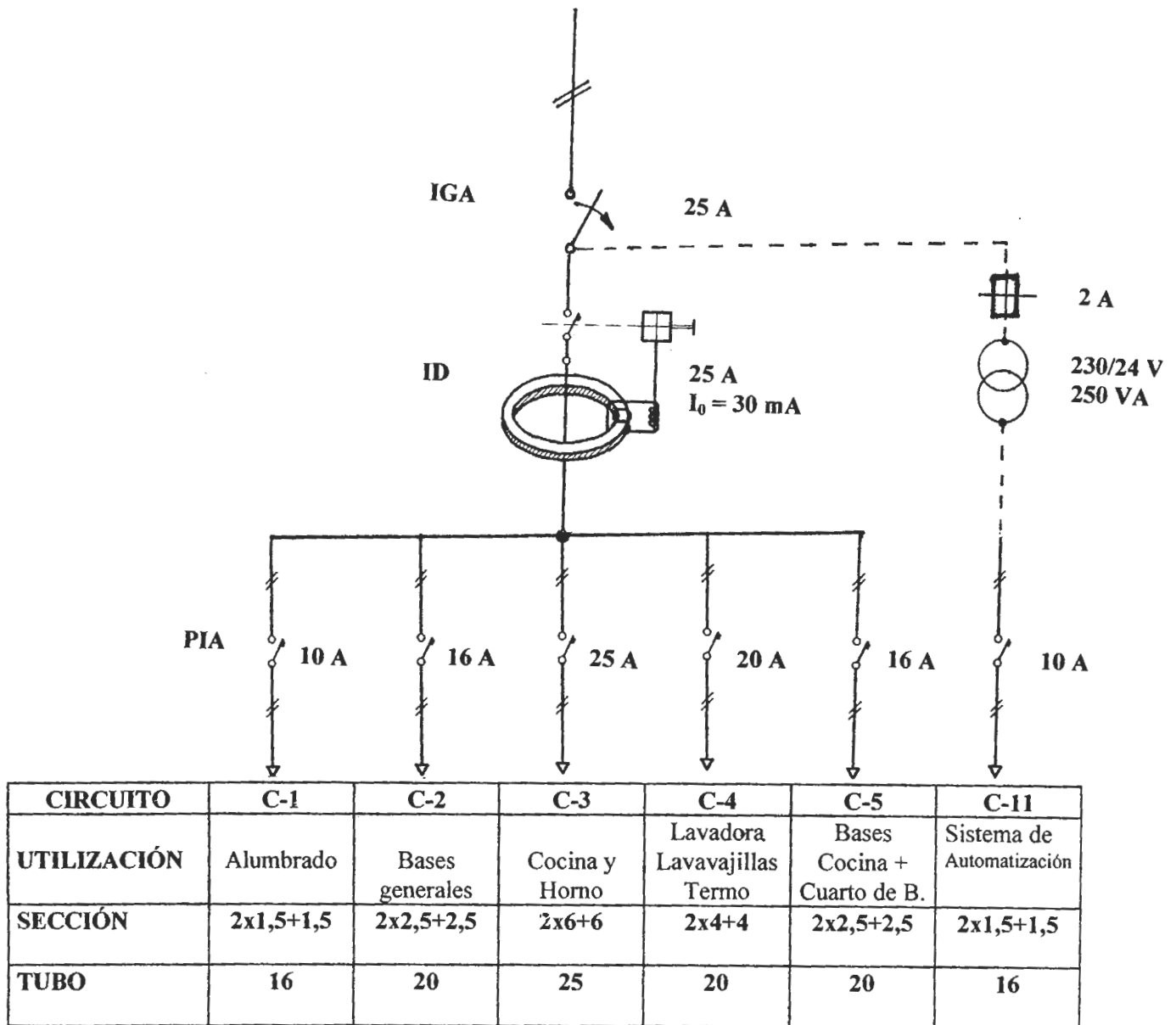
En las **Fig. 11.1, 11.2, 11.3 y 11.4** se indican los cuadros de distribución de viviendas correspondientes a los grados de electrificación **BÁSICO Y ELEVADO**, con todos sus elementos instalados: interruptor general automático (IGA), interruptor diferencial (ID) y los pequeños interruptores automáticos magnetotérmicos (PIA), y en sus dos formas de esquema unifilar y esquema multifilar.

INSTALACIÓN INTERIOR DE VIVIENDA.- Son las derivaciones individuales de abonado que, partiendo del cuadro general de mando y protección enlazan con todos los receptores de la instalación, fundamentalmente a través de puntos de enchufe y luz.

- Las tensiones de utilización no serán superiores a 250 V con relación a tierra. (Solamente cuando existan receptores que por sus características así lo exijan, se podrán utilizar tensiones superiores a este valor).

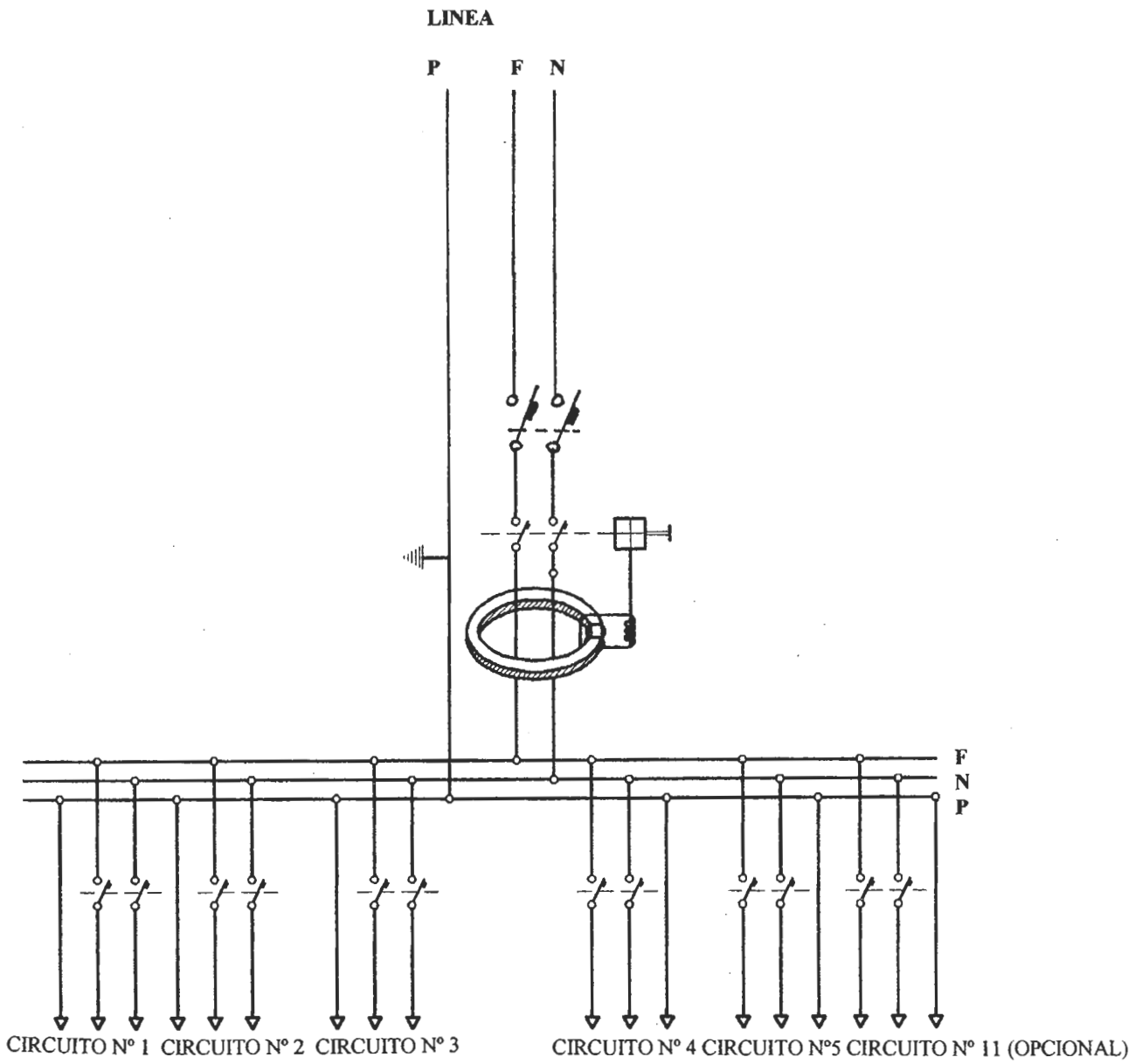
- En todas las nuevas edificaciones se dispondrá de una toma de tierra de protección.

- Los conductores utilizados en la instalación interior serán rígidos o flexibles pero no de cobre, con una tensión nominal de 450/750 V.
- Las secciones mínimas utilizadas serán las siguientes:
 - . Circuitos de alumbrado: 1,5 mm².
 - . Circuito de alimentación de tomas de corriente en viviendas: 2,5 mm².
 - . Circuito de alimentación de tomas de corriente para electrodomésticos de elevado consumo (excepto cocina): 4 mm².
 - . Circuitos de alimentación a calefacción o aire acondicionado: 6 mm².
 - . Circuito de alimentación a cocina: 6 mm².



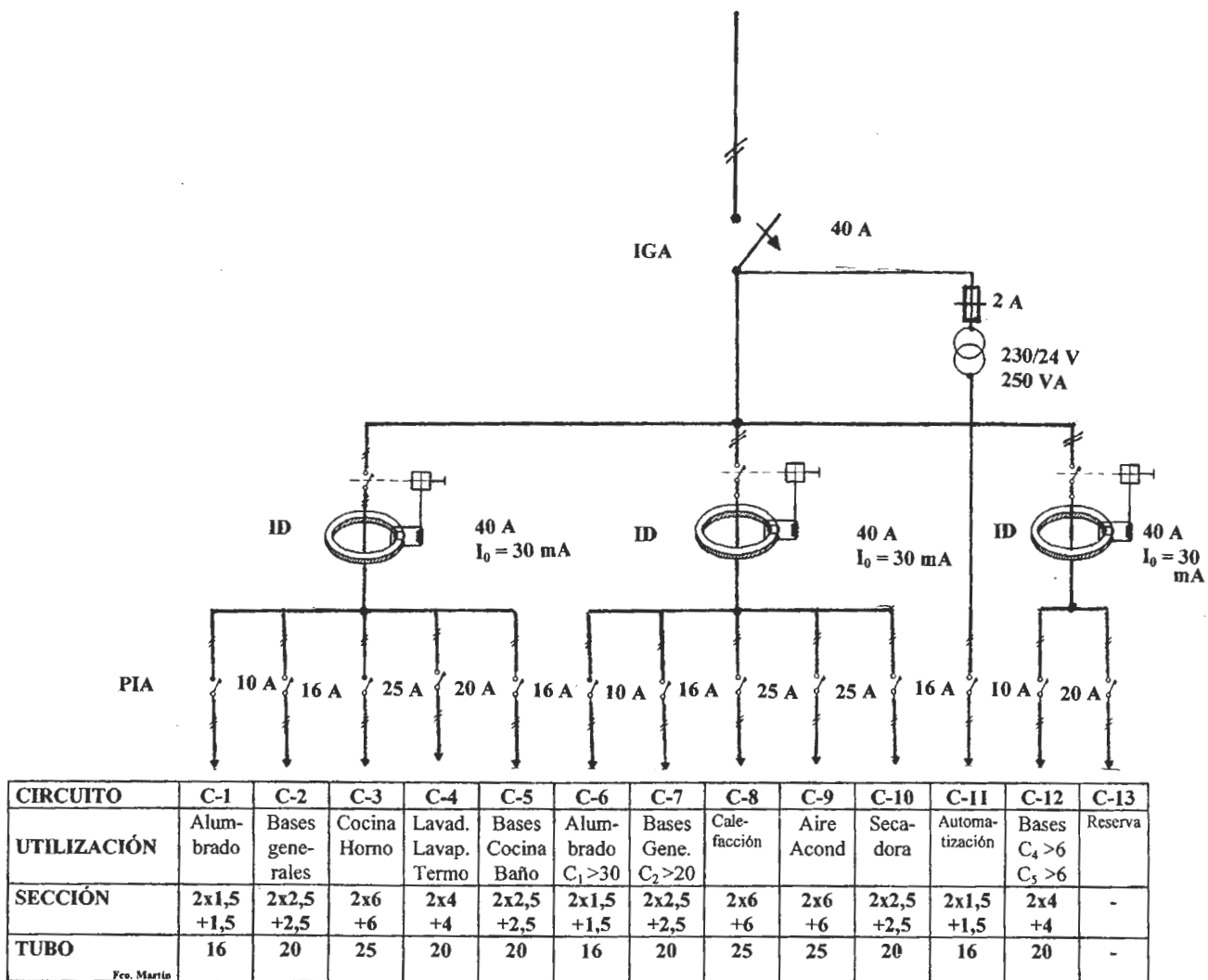
Esquema unifilar de cuadro de mando y protección (Grado básico).

Fig. 11.1

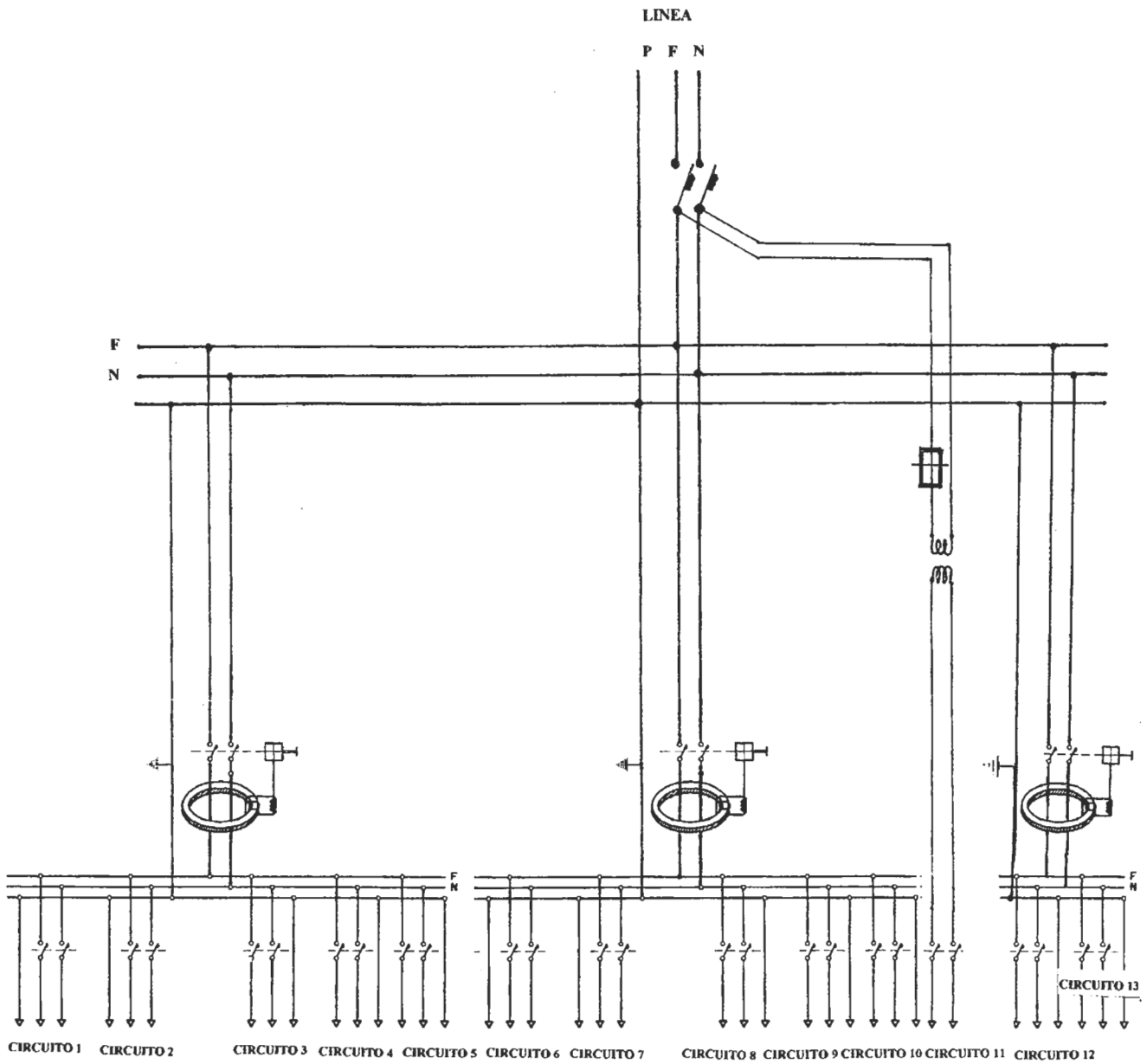


Esquema multifilar de cuadro de mando y protección (Grado básico)

Fig. 11.2



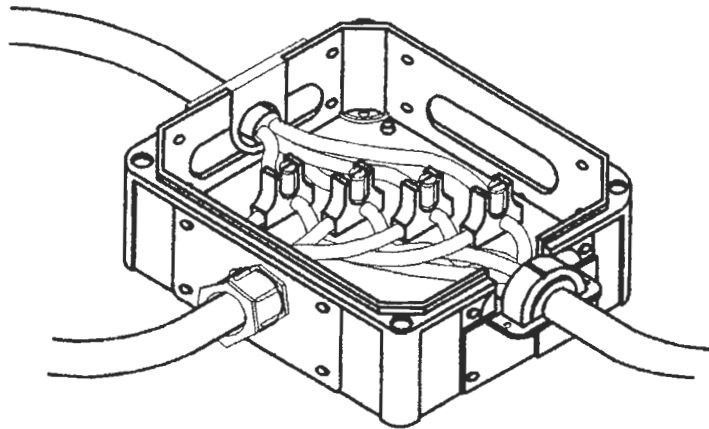
Esquema unifilar de cuadro de mando y protección (Grado elevado)
Fig. 11.3



Esquema multifilar de cuadro de mando y protección (Grado elevado)
Fig. 11.4

NORMATIVA:

- Los conductores de protección serán de cobre de la sección adecuada sobre el cálculo y con el mismo aislamiento que los conductores activos y discurriendo por la misma canalización.
- Se identificarán o bien por los colores de sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo. Se reservan el color amarillo y verde para el de protección y el azul para el neutro.
- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- La conexión de los interruptores unipolares se hará siempre sobre el conductor de fase y nunca sobre el hilo neutro.
- Todo conductor debe poderse seccionar en cualquier punto de la instalación en que se derive, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada circuito derivado del resto de la instalación (**Fig 11.5**).
- Las tomas de corriente, en una misma habitación, deben ser conectadas a la misma fase.
- En los cuartos de baño y aseos se respetarán los volúmenes que se describen.
- Todas las masas metálicas existentes en el cuarto de baño (tuberías, desagües, calefacción, etc.), deberán estar unidas a la red equipotencial de protección.
- Toda vivienda nueva o local comercial, oficina, etc., tendrá al comienzo de su instalación interior y antes del cuadro general de distribución una caja empotrada destinada a la posible colocación de un interruptor de control de potencia.



Caja de conexiones.

Fig. 11.5

INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP).- Es un dispositivo automático que forma parte del equipo de medida, y que se instala de acuerdo con la potencia contratada.

La instalación del ICP se realizará en una caja normalizada de 105 x 180 x 53 mm que se situará a una altura del suelo entre 1,8 m y 2 m, antes del Cuadro General de Mando y Protección, a la entrada de viviendas y locales.

Para secciones de cable superior a 10 mm², se instalará una caja de dimensiones 250 x 115 x 53 mm, con huellas para tubos de 21 a 36 mm.

En la **Fig. 11.6** se indican estas cajas con sus dimensiones.

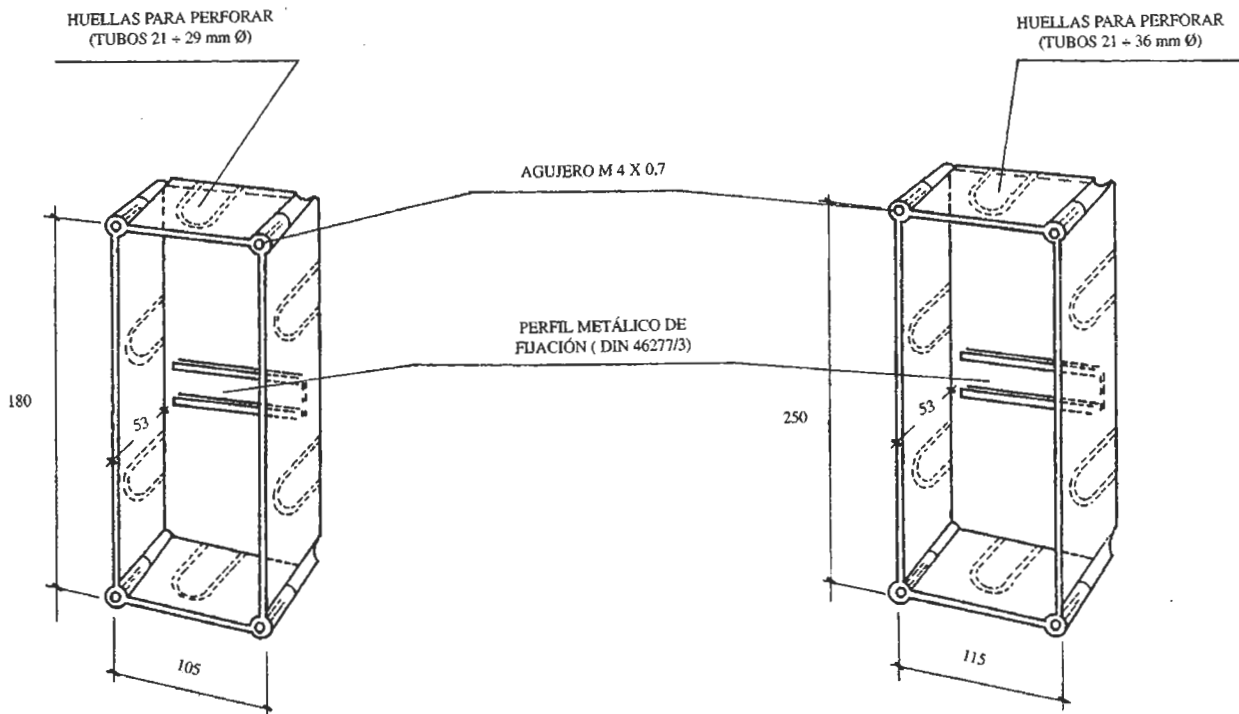


Fig. 11.6

FORMAS DE INSTALACIÓN.- Las instalaciones interiores se realizarán de alguna de las siguientes formas:

- a) - Conductores de cobre aislados, bajo tubo flexible, empotrado.
- b) - Conductores de cobre aislados, bajo tubo curvable, empotrado.
- c) - Conductores de cobre aislados, bajo tubo curvable, en montaje superficial.
- d) - Conductores de cobre aislados, bajo tubo rígido, en montaje superficial.
- e) - Conductores de cobre aislados, bajo canal protector, cerrado.
- f) - Mediante canalizaciones prefabricadas.

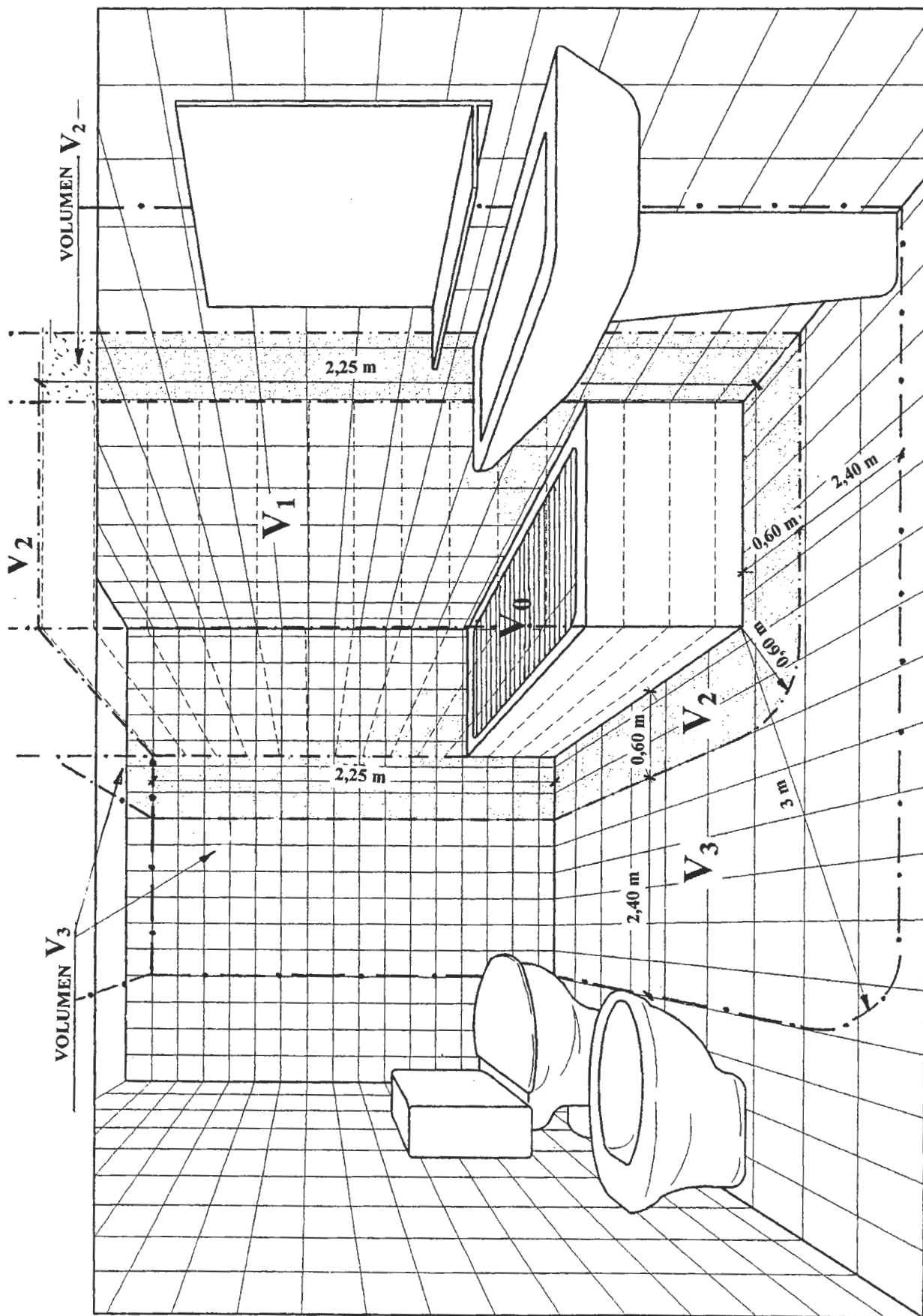
LOCALES QUE EN SU INTERIOR TIENEN INSTALADA BAÑERA O DUCHA.-

En todos los casos en que se instalen en el interior de locales de cualquier tipo que éstos sean, bañeras o duchas, en cualquier modalidad comercial de las que se usan habitualmente en edificios de viviendas, de oficinas, de edificios industriales, o singulares de cualquier clase, se respetarán unos volúmenes alrededor de estos elementos, con una reglamentación específica para ellos, a causa del incremento del riesgo que se produce en estos locales, debido a la reducción de la resistencia eléctrica del cuerpo humano y de su contacto con el potencial de tierra.

Por ello, se clasifican en estos locales **cuatro volúmenes** de riesgo y protecciones diferentes, alrededor de los citados aparatos sanitarios, teniendo en cuenta los cerramientos fijos a su alrededor, y que, ni los falsos techos, ni las mamparas, suponen barreras a los efectos de limitación de los volúmenes.

Estos volúmenes son los siguientes:

VOLUMEN 0.- Fig. 11.7 (V₀).- Este volumen está limitado por todo el espacio interior de la bañera o plato de ducha.



Volúmenes de seguridad para cuartos de baño y aseos
(Fig. 11.7)

-Si la ducha no tienen plato, el volumen estará limitado por el plano del suelo, y el plano horizontal, paralelo al suelo y separado **5 cm** por encima de éste, teniendo dos acepciones:

1- Si el difusor de la ducha es fijo; en cuyo caso, el volumen estará limitado por la superficie cilíndrica, generada verticalmente por un radio de **60 cm** alrededor del difusor de la ducha.

2.- Si el difusor de la ducha se puede desplazar; en cuyo caso, el volumen estará limitado por la superficie cilíndrica, generada verticalmente por un radio de **1,20 m** alrededor de la toma del agua de la pared, y ésta.

INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN DENTRO DEL VOLUMEN V_0

- Cualquier material eléctrico instalado en este volumen tendrá grado de protección **IPX7**.

- En este volumen no se puede instalar **NINGÚN** tipo de **aparamenta eléctrica** (base de enchufe, puntos de luz, interruptores, pulsadores, etc.).

- **Se permite:** Instalar **aparatos eléctricos fijos** adaptados a este volumen. Sin riesgo para las personas, con medida de protección por **MBTS**, no superior a **12 V** en corriente alterna y a **30 V** en corriente continua y con la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes V_0 , V_1 y V_2 y **canalizaciones** aislantes y sin cajas de conexión, para dar servicio a dichos aparatos eléctricos.

VOLUMEN 1.- Fig. 11.7 (V_1).- Este volumen está limitado por el plano superior exterior al volumen **0** y el de **mayor altura**, entre el plano horizontal correspondiente a la salida del agua del difusor fijo más alto, o el plano horizontal situado a **2,25 m** por encima del suelo del local y la superficie vertical circunscrita a la bañera o al plato de ducha, incluyendo el espacio debajo de la bañera o del plato de ducha, siempre que este espacio sea accesible sin ayuda de una herramienta.

- Si la ducha no tiene plato, el volumen estará limitado por el plano horizontal descrito anteriormente y las dos siguientes acepciones:

1.- Si el difusor de la ducha es fijo; en cuyo caso el volumen estará limitado por la superficie cilíndrica vertical generada por un radio de **60 cm** alrededor de la salida del agua.

2.- Si el difusor de la ducha se puede desplazar; en cuyo caso, el volumen estará limitado por la superficie cilíndrica, generada verticalmente por un radio de **1,20 m** alrededor de la toma de agua de la pared, y ésta.

INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN DENTRO DEL VOLUMEN V_1

- Cualquier material eléctrico instalado en este volumen tendrá grado de protección **IPX4**.

- Por encima del nivel más alto de un difusor fijo **IPX2**.

- En baños públicos **IPX5**.

- En este volumen sólo se puede instalar la **APARAMENTA** precisa para los circuitos de **MBTS (12 V)** siempre que la fuente de alimentación esté fuera de los volúmenes V_0 , V_1 y V_2 .

- **Se permite** instalar **aparatos eléctricos fijos** alimentados a **MBTS (12 V)** y otros aparatos tales como:

- Calentadores de agua.

- Calentadores con equipo eléctrico incorporado.

- Bombas de ducha.
- **Aparatos eléctricos fijos** adecuados a este volumen **V1** y alimentados con un circuito independiente, protegido con un **diferencial** de alta sensibilidad (**30 mA**).
- Las **canalizaciones** necesarias para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes **V0** y **V1** y sin cajas de conexiones.

VOLUMEN 2.- Fig. 11.7 (V2).- Este volumen está limitado por la superficie vertical externa al volumen 1 y la superficie paralela vertical situada a **60 cm** hacia el exterior de dicho volumen **V1**, y por el suelo y el plano horizontal situado a **2,25 m** paralelo al suelo.

- También, si la altura del techo es superior a **2,25 m** el volumen situado por encima del volumen **1** y hasta **3 m** de altura será considerado como volumen **V2**.

INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN DENTRO DEL VOLUMEN V2

- Cualquier material eléctrico situado en este volumen tendrá grado de electrificación **IP-X4**.
- Por encima del nivel más alto de un difusor fijo **IP-X2**.
- En baños públicos **IP-X5**.
- En este volumen sólo se puede instalar la **APARAMENTA** de interruptores o bases de enchufe de circuitos de MBTS (**12 V**), con la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes **V0**, **V1** y **V2** y tomas de corriente para alimentación de máquinas afeitadoras que cumplan las normas. También tiradores aislantes para accionamiento de interruptores.
- Se permite instalar aparatos eléctricos fijos alimentados a **MBTS (12V)** y otros aparatos tales como:
 - Calentadores eléctricos de agua.
 - Calentadores con equipo eléctrico incorporado.
 - Bombas de duchas.
 - Luminarias.
 - Ventiladores.
 - Calefactores.
 - Unidades para bañeras de hidromasaje que cumplan con las normas correspondientes.
- **Aparatos eléctricos fijos** adecuados a este volumen **V2** y alimentados con un circuito independiente, protegido con un diferencial de alta sensibilidad (**30 mA**).
- Las **canalizaciones** necesarias para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes **V0**, **V1** y **V2** y en la parte del volumen **V3**, situado debajo de la bañera o del plato de ducha y en todos los casos, sin cajas de conexiones.

VOLUMEN 3.- Fig. 11.7 (V3).- Este volumen está limitado por la superficie vertical externa al volumen 2 y la superficie paralela vertical situada a **2,40 m** hacia el exterior de dicho volumen **V2**, y por el suelo y el plano paralelo situado a **2,25 m** por encima al suelo.

- También, si la altura del techo es superior a **2,25 m**, el volumen situado por encima del volumen **2** y hasta **3 m** de altura será considerado como volumen **V3**.

- Así mismo comprende también el volumen **V3**, el volumen situado debajo de la bañera, o del plato del de ducha, siempre que este espacio no sea accesible sin el uso de una herramienta, y que el cierre de dicho volumen garantice una protección mínima **IP-X4** y si es bañera de hidromasaje o cabina de ducha, **IP-X5**.

INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN DENTRO DEL VOLUMEN V₃

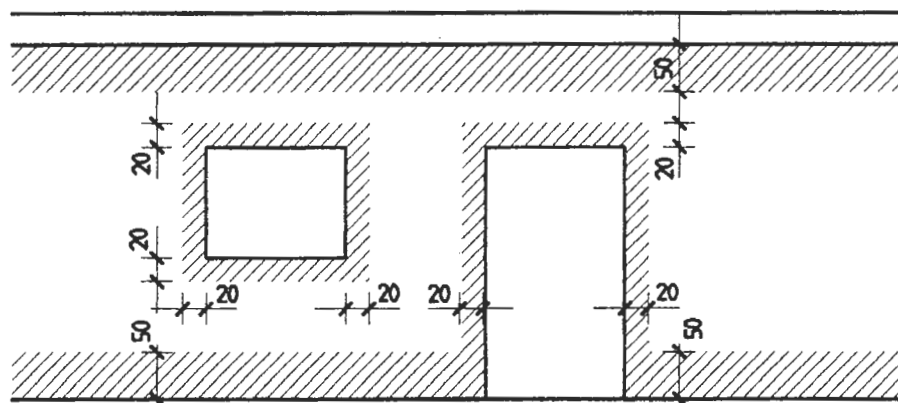
- Cualquier material eléctrico instalado en este volumen tendrá grado de protección **IP-X1**.
 - En espacios debajo de bañeras o platos de ducha, accesibles con uso de una herramienta, **IP-X4**.
 - En espacios bajo bañeras de hidromasaje o detrás de cabinas de ducha y baños públicos, **IP-X5**.
 - En este volumen sólo se puede instalar la **APARAMENTA** de bases de enchufe y aparatos eléctricos fijos siempre que estén alimentados o protegidos de la siguiente forma:
 - a.- Por un transformador de aislamiento.
 - b.- Por una alimentación a MBTS (12 V).
 - c.- Por corte automático de la alimentación mediante un diferencial de alta sensibilidad (30 mA).
 - Las canalizaciones necesarias para alimentar los aparatos eléctricos fijos, situados en los volúmenes V₀, V₁, V₂ y V₃ admitiéndose también cajas de conexiones.
- NOTA:** Cualquier toma de corriente, instalada fuera del volumen V₃, pero dentro del local, deberá protegerse como si estuviese dentro del **volumen 3**.

DESARROLLO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA VIVIENDA.- Una vez estudiado el diseño y las necesidades de la instalación eléctrica el proceso de una ejecución racional, supuesta una instalación convencional empotrada, es el siguiente:

- 1º) Se elige y se marca *in situ* el lugar exacto donde van a ir instalados los receptores (a veces materializado por un portarreceptor y otras veces materializado por una toma de corriente) y seguidamente los mecanismos de accionamiento, con los emplazamientos adecuados dejando los márgenes de seguridad en paramentos y la localización más cómoda para su manipulación.
 - 2º) Se señalan y se trazan las rozas por donde han de pasar las líneas generales y las líneas auxiliares que enlazan receptores y mecanismos, disponiendo los emplazamientos de las cajas de derivación y empalme que exige cada caso, buscando en lo posible, las distancias más cortas. (Se evitarán las rozas que comprometan las características resistentes de muros o paredes, como por ejemplo las horizontales).
 - 3º) Seguidamente, se practica la apertura de las rozas marcadas y de los huecos de cajas y mecanismos. (Modernamente se dispone de maquinaria auxiliar muy adecuada, como el sistema de fresas eléctricas, que permiten avances rápidos de estos trabajos).
 - 4º) Una vez abiertas las rozas, se introducen los tubos protectores y las cajas de derivación y de mecanismos, procurando que los cambios de dirección sean con ángulos muy abiertos y las curvas con radios amplios y secciones uniformes, cubriendo posteriormente los mismos con mortero de yeso.
 - 5º) Una vez bien fijados los tubos y cajas se introducen las *guías* entre caja y caja que han de servir para el paso de los conductores, los cuáles se introducen todos a la vez en cada tramo (entre cajas).
 - 6º) A continuación se empalman los conductores y se conectan a los mecanismos portarreceptores y tomas de corriente.
- Es innecesario advertir que este proceso es el que se sigue en los casos de instalación bajo tubo y empotrados, pero que no corresponde siempre al proceso desarrollado en toda la insta-

lación que permite otras soluciones, como tubos al aire sin empotrar, conductores a través de huecos de la construcción, bajo molduras, rodapiés, etc.

Para la ejecución de las rozas se procurará seguir caminos verticales y horizontales, y a las distancias de las esquinas, suelos o techos que se señalan en la **Fig. 11.7**.

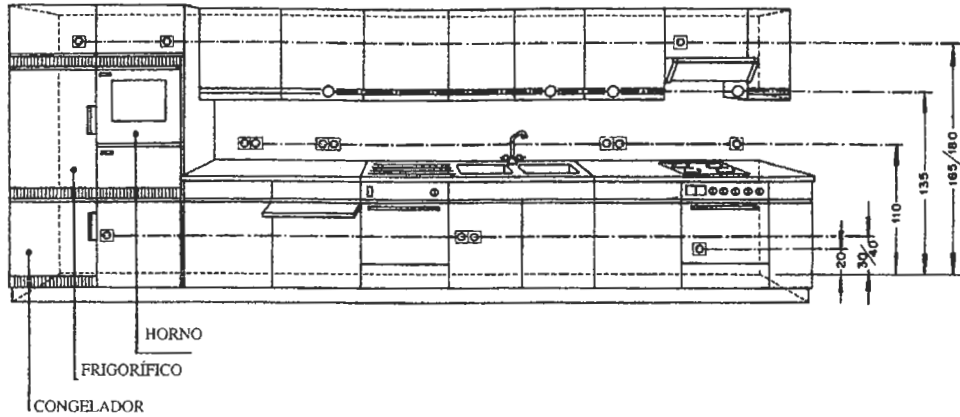


Espacios respetados para el trazado de rozas

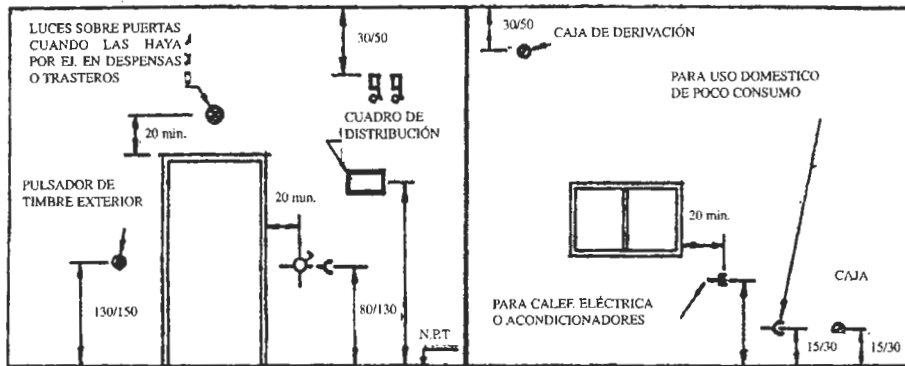
Fig.11.8

Situación de mecanismos.- Es muy importante el fijar en planos de alzado, la situación exacta de los mecanismos y puntos de luz y enchufe, ya que frecuentemente, partiendo exclusivamente de los planos de instalación en planta, se deja a la arbitrariedad del instalador la situación de estos elementos, lo que a veces termina en una mala colocación de los mismos, que se sufre de una forma continua siempre que se utilice la instalación. A este respecto, es importante el conocer de antemano la disposición adecuada del mobiliario que lleva cada habitación y que requieren un emplazamiento fijo de determinados puntos, tal y como se indica en la **Fig. 11.9** para una cocina en la que se planifica el lugar exacto de las bases del enchufe, que servirán para los electrodomésticos de gran consumo y para los pequeños electrodomésticos o aparatos auxiliares que se instalan sobre las encimeras de trabajo. En cuanto a la altura de situación de los mecanismos, éstos se deben disponer en el lugar más cómodo para su accionamiento, dando solamente a título informativo las cotas en centímetros que se indican en las **Fig. 11.10 y 11.11**. Es recomendable disponer de una toma de corriente para cada receptor, y evitar en la medida de lo posible la siempre poco deseable *salida múltiple* de una misma base de enchufe, para el servicio de varios receptores simultáneamente.

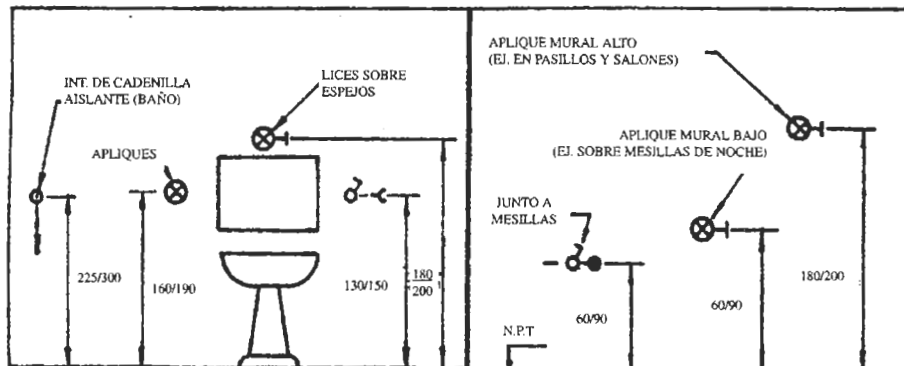
Es también importante destacar aquí, la necesidad de que las características eléctricas de los mecanismos de los receptores de cada instalación estén de acuerdo con los consumos de los receptores y con el nivel de electrificación, debiendo destacar estas características sobre las puramente estéticas y ornamentales, que a veces hacen olvidar las anteriores.



Planificación eléctrica de una cocina
Fig. 11.9



Cotas para posicionar mecanismos
Fig. 11.10



Cotas de posicionamiento de puntos de luz y mecanismos
Fig. 11.11

LECCIÓN 14

DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

GENERALIDADES.- Por extensión, el dimensionado de la instalación eléctrica de un edificio comprende la determinación de la sección de los conductores que van a formar las líneas, pero además, en este **dimensionado**, se debe englobar también, la determinación precisa de todas las características que definan al material eléctrico que integra la totalidad de la instalación, ya que hay que considerar que toda la instalación es un conjunto armonizado que tiene que funcionar a la vez y de nada serviría ser muy preciso en la determinación de la sección de los conductores, si después los elementos que integran el resto de la instalación no están acordes con la misma.

Así pues, en este dimensionado, también hemos de incluir la determinación del tipo de aislamiento del conductor, la elección de los mecanismos, elementos de protección, de señalización, de control, cajas, tubos de protección, etc., que hacen que la instalación eléctrica funcione como un conjunto coherente y acorde con los receptores a los que tiene que servir.

El primer paso a dar para este dimensionado consiste en hacer una evaluación de la potencia eléctrica a instalar, partiendo de las previsiones hechas en función del nivel o grado de electrificación de las viviendas, de las potencias previstas para los locales comerciales y para los usos generales del edificio.

Conocida esta potencia instalada, el paso siguiente sería la determinación de la potencia consumida, que sería la anterior considerando las simultaneidades de uso máximas que se puedan dar a nivel de edificio y a nivel de circuitos individuales, que sería el punto de partida para la determinación del caudal eléctrico punta (intensidad), que en un momento determinado podría demandar la instalación.

Vemos pues, que la exactitud del cálculo precisa la mayor aproximación en la estimación de estas potencias, datos que en muchos casos no son fáciles de prever, y así esto nos obliga a contar con un porcentaje de imprevistos y ampliaciones que el propio calculista debe estimar personalmente.

No hay duda, que el mejor sistema de dimensionar un circuito es el de conocer de antemano el receptor que vamos a tener conectado a él, pues de esta forma partiremos de la verdadera potencia del circuito.

CÁLCULO DE CONDUCTORES.- Para el cálculo de las secciones de conductores que van a formar parte de la instalación de un edificio, y que lógicamente irán disminuyendo en sección desde la acometida hasta los receptores a utilizar, en cada circuito se realizará determinando los siguientes pasos:

- 1.- **Determinación de la previsión de potencias.**
- 2.- **Determinación de consumo.**
- 3.- **Criterio de cálculo:**
 - a) **Por calentamiento.**
 - b) **Por caída de tensión.**

DETERMINACIÓN DE LA PREVISIÓN DE POTENCIA.- Consiste en prever la potencia eléctrica que se va a consumir en total en todo el edificio. Este dato de partida debe ser

lo más preciso posible, teniendo en cuenta todos los servicios eléctricos de que va a disponer dicho edificio, sin omitir ninguno de ellos. Refiriéndonos a un edificio destinado a viviendas tendríamos:

Fórmula general:

$$P_t = P_v + P_g + P_l + P_p$$

P_t = Potencia total del edificio.

P_v = Potencia para viviendas.

P_g = Potencia para servicios generales.

P_l = Potencia para locales comerciales.

P_p = Potencia del parking o garage.

POTENCIA PARA VIVIENDAS.- Esta potencia se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad indicado en la **Tabla XIV-1** en función del número de viviendas.

Siendo para el caso de viviendas todas del mismo grado de electrificación:

$$P_v = P_m \times C_s$$

P_m = Potencia correspondiente al grado de electrificación.

C_s = Coeficiente de simultaneidad.

Y para el caso de viviendas con diferente grado de electrificación:

$$P_v = (P_{m1} \times C_{s1} + P_{m2} \times C_{s2} + \dots)$$

- Para un grado de electrificación BÁSICO $P_m = 5.750$ W y para un grado de electrificación ELEVADO, $P_m = 9.200$ W.

- Para grados de electrificación heterogéneos el valor de P_m será la “media aritmética de las potencias máximas de cada vivienda”.

Aplicando los coeficientes de simultaneidad de la **Tabla XIV-1**, se obtienen las potencias de viviendas para un edificio de hasta 30 viviendas para los dos niveles, que refleja la **Tabla XIV-2**.

Ejemplo 1

¿ Potencia de viviendas para 21 abonados con grado de electrificación elevado?

$$P_v = P_m \times C_s$$

$P_m = 9200$ W

$C_s = 15,3$

$P_v = 9,200 \times 15,3 = 140,76$ Kw.

Ejemplo 2

¿ Potencia de viviendas para 15 abonados con grado de electrificación básico y 23 abonados con grado de electrificación elevado?

$$P_v = (P_{m1} \times C_{s1} + P_{m2} \times C_{s2})$$

$$P_v = (5.750 \times 11,9 + 9.200 \times (15,3 + (23-21) \times 0,5)) = 68.425 + 149.960 = 218.385 \text{ W} = 218,385 \text{ Kw}$$

POTENCIA PARA SERVICIOS GENERALES.- Se determina con arreglo a la siguiente fórmula:

$$P_g = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \dots \dots \dots P_n$$

Son todos los servicios generales que para la comunidad de vecinos pueden demandar corriente eléctrica y que los más usuales son:

P₁ = Alumbrado y fuerza de todas las zonas comunes de viviendas, como pueden ser: Portales, escaleras, pasillos, vestíbulos, cuartos de basura, trasteros, jardines, fachadas, etc. Como orientación, los valores de alumbrado de zonas comunes suelen ser para portales, vestíbulos y escaleras de:

40 W/m² Lámparas incandescentes.

10 W/m² Lámparas fluorescentes.

P₂ = Potencia de aparatos elevadores. En general los ascensores y montacargas del edificio. La determinación de estas potencias está íntimamente ligada con las características técnicas de los equipos a instalar; como orientación la fórmula aproximada para determinar la potencia es:

$$P = \frac{Q \cdot V}{\rho}$$

siendo:

P = Potencia del grupo tractor (Kgm/seg).

Q = Carga útil (Kg).

V = Velocidad (m/seg).

ρ = Rendimiento.

En la **Tabla XIV-3** se dan los valores de las potencias de los aparatos elevadores correspondientes a los NTE-ITA.

P₃ = Potencia de los grupos de presión para agua. Esta potencia es para aquellos edificios que por no tener presión suficiente en la acometida, no llega el agua hasta las cotas más altas de la red interior de agua fría.

La fórmula para determinar la potencia es:

$$P = \frac{q \cdot p \cdot \delta}{75\rho}$$

Siendo:

P = Potencia del motor (CV).

q = Caudal máximo de la bomba (l/seg).

p = Presión máxima (mca).

ρ = Rendimiento.

δ = Densidad del agua (Kg/dm³).

P_4 = Potencias para todos los demás equipos eléctricos específicos que pueden dar algún servicio en el edificio, como ejemplo: piscinas comunitarias, calefacción, ventilación, megafonía, telefonía, portero eléctrico, etc.

Estos valores se reflejan con su potencial real o bien estimando un porcentaje.

POTENCIA PARA LOCALES COMERCIALES.- La reserva de potencia para los locales comerciales que pueda tener el edificio, se calculará con un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3450 W a 230 V.

Todos los locales se considerarán con un coeficiente de simultaneidad de 1.

POTENCIAS PARA GARAJES.- La potencia para el parking o garaje comunitario del edificio de viviendas se calculará considerando un mínimo de:

10 W por metro cuadrado para garajes con ventilación natural.

20 W por metro cuadrado para garajes con ventilación forzada.

Siempre con un mínimo de 3450 W a 230 V.

(Para otros tipos de garajes se aplicarán los cálculos pertinentes a la ventilación y alumbrado independientemente).

POTENCIAS PARA EDIFICIOS DESTINADOS A OFICINAS.- Para la determinación de las potencias previstas a instalar en edificios dedicados a oficinas aplicaremos la fórmula general:

$$P_t = P_1 + P_g$$

P_t = Potencia total.

P_1 = Potencia de locales.

P_g = Potencia para servicios generales.

Potencia de locales (P_1). El valor de esta potencia se estima en 0,1 kW por m², teniendo en cuenta que independientemente de la superficie de cada oficina, la potencia mínima por local o abonado se estima en 3,450 kW.

$$P_g = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \dots P_n$$

Potencia para servicios generales.- Se determina con arreglo a la fórmula siguiente:

P_1 y P_2 = Potencia para ascensores y montacargas los cuales se evalúan exactamente igual que en los edificios destinados a viviendas (**Tabla XIV-3**).

P_3 = Potencia de alumbrado; este valor toma una importancia grande en los edificios de oficinas que exigen niveles altos de iluminación; como cifras orientativas se pueden estimar con alumbrado incandescente:

Salas de recibir.	20 W/m ²
Oficinas generales trabajos corrientes.	25 W/m ²
Archivos y almacenes.	25 W/m ²
Oficinas privadas trabajos corrientes.	30 W/m ²
Oficinas generales trabajos finos.	45 W/m ²
Oficinas privadas trabajos finos.	50 W/m ²
Oficinas y salas de dibujo.	70 W/m ²

El coeficiente de simultaneidad a emplear puede ser de 0,6.

Lógicamente, estas potencias específicas sólo se utilizarán a falta de otros datos más reales, ya que lo verdaderamente cierto es la potencia de alumbrado, deducida del cálculo de iluminación correcto con arreglo a los sistemas que se vayan a emplear y a los niveles de iluminación adecuados a cada local.

P_4 = Potencias de garajes. Los valores estimativos para los garajes de tipo privado pueden ser:
Sólo alumbrado 10 W/m²
Alumbrado más ventilación 25 W/m²

P_5 = Potencias de otros servicios. En este sumando se pueden agrupar los servicios eléctricos específicos de cada edificio, con arreglo al nivel de electrificación o de mecanización existente, entre los que podemos citar como ejemplo:

- Climatización (aire acondicionado).
- Maquinaria eléctrica de oficinas.
- Ordenadores.
- Servicios de cafetería, bar, etc.
- Transporte de documentos.
- Etc.

Conviene hacer hincapié en la poca conveniencia de la utilización de las potencias específicas y la buena norma de ajustarse a los valores de las potencias a instalar, ya que las estimaciones se pueden quedar muy bajas o muy altas y a veces estos cálculos tienen que volverse a realizar a la hora de hacer las instalaciones.

También conviene destacar el incremento que supone el que el edificio esté dotado o no de aire acondicionado y que la climatización sea individual o centralizada, valores que hay que tener perfectamente definidos antes de estimar la potencia a instalar.

POTENCIAS PARA EDIFICIOS DESTINADOS A INDUSTRIAS.- La previsión de potencias en los edificios destinados a industrias es muy difícil de estimar, si no se tiene ya determinado el tipo de industria que se va a implantar, ya que los errores de estimación pueden ser tan amplios de unas industrias a otras que podrían dejar totalmente insuficientes todas las previsiones hechas a priori.

permita la ampliación o falta de previsión inicial, así como la mayor flexibilidad de uso de dichos locales.

Ejemplo 3

¿Cuál será la previsión de **potencia de viviendas** para un edificio que tiene 10 viviendas con grado de electrificación elevado y 15 viviendas con grado de **electrificación básico**?

Nivel elevado:

Potencia 9.200 w

Coefficiente de simultaneidad 8,5

Nivel básico:

Potencia 5.750 w

Coefficiente de simultaneidad 11,9

$$P_v = 9.200 \times 8,5 + 5.750 \times 11,9 = \mathbf{146,625 \text{ kW}}$$

Ejemplo 4

¿Qué **potencia para usos generales** demandará un edificio que tiene?:

- Dos ascensores para personas de 400 kg de carga útil y 1,5 m/seg de velocidad del camarán y que proporciona un rendimiento del 75%.
- 600 m² destinados a garajes.
- 200 m² de usos comunes del edificio (portal, escaleras, pasillos, etc.).
- 3 bombas para usos de calefacción de 2,5, 5 y 2,5 CV de potencia respectivamente.

$$P_g = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

P_1 = Potencia de ascensores

$$P_a = \frac{Q \cdot V}{\rho} \cdot \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 9,81}{1.000 \cdot 0,75} = 7,848 \text{ kW cada uno}$$

$$P_1 = 2 \times 7,848 = 15,696 \text{ kW}$$

P_2 = Potencia de alumbrado del garaje.

$$P_2 = 600 \times 10 = 6.000 \text{ w} = 6 \text{ Kw}$$

P_3 = Potencia de alumbrado de usos comunes.

$$P_3 = 200 \times 40 = 8.000 \text{ W} = 8 \text{ kW}$$

P_4 = Potencia de motores de calefacción.

$$P_4 = P(\text{cv}) \times 0,736 = ((2 \times 2,5) + 5) 0,736 = 7,36 \text{ kW}$$

En todas estas potencias se considera un coeficiente de simultaneidad de 1.

Por tanto:

$$P_g = 15.696 + 6 + 8 + 7,36 = \mathbf{37,056 \text{ kW}}$$

Ejemplo 5

¿Qué **potencia prevista para locales comerciales** tendrá que tener un edificio que tiene la siguiente disposición de superficies?

- a) 3 locales comerciales de 100 m² cada uno, para tiendas, con una demanda por local de 10 kW.
- b) 2 locales de 60 m² cada uno, cuyo uso se desconoce y otro más de 25 m².
- c) 130 m² para usos indeterminados.

$$P_1 = P'_1 + P'_2 + P'_3$$

P'_1 = Potencia de locales compartimentados por superficie y uso = 10 x 3 = 30 kW

P'_2 = Potencia de locales compartimentados por superficie = 0,100 x 2 x 60 + 3,450 = 15,450 kW

P'_3 = Potencia de locales sin compartimentar = 0,100 x 130 = 13 kW

Por tanto: $P_1 = 30 + 15,45 + 13 = 58,45$ kW

DETERMINACIÓN DE CONSUMOS.- Después de evaluar las potencias o cargas, se determina la intensidad de consumo para cada circuito parcial y para todos en general, a partir de la fórmula de la potencia eléctrica determinando el caudal eléctrico de cada circuito y por tanto el factor más importante que condicionará la sección del conductor.

Deduciéndose de la fórmula de potencia eléctrica, tendríamos:

Distribución monofásica:

$$I = \frac{W}{E \cdot \cos \varphi}$$

I = Intensidad en Amperios.

W = Potencia en watos.

E = Tensión en voltios.

Distribución trifásica:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E \cdot \cos \varphi}$$

$\cos \varphi$ = Factor de potencia.

Corriente continua:

$$I = \frac{W}{E}$$

CRITERIOS DE CÁLCULO.- Para el dimensionado de los conductores podemos seguir dos criterios o ambos a la vez.

a) Por calentamiento.

b) Por caída de tensión.

En el dimensionado por calentamiento, se tiene en cuenta el que la densidad de corriente en Amp/mm² no sobrepase unos valores preestablecidos, que aseguran que el conductor no se caliente excesivamente en su trabajo, que pudiera poner en peligro la integridad del propio conductor y de su aislamiento.

En el dimensionado por caída de tensión, se fijan unos valores admisibles de caídas de tensión, para evitar que el receptor reciba entre sus bornes una tensión insuficiente para su correcto funcionamiento y en base a esa caída de tensión admisible, se establece la resistencia eléctrica de la línea, quedando definidos los dos factores que le afectan, la longitud de línea y la sección del conductor.

DIMENSIONADO POR CALENTAMIENTO.- Para dimensionar una línea por calentamiento, basta comprobar en las tablas establecidas por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, que el conductor seleccionado permite una intensidad igual o superior a la de consumo de esa línea.

Para ello se utilizarán las **Tablas XIV-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15**, según la disposición de las líneas y el material del conductor.

A este respecto, las tablas mencionadas de intensidades de corriente admisibles corresponden a la instrucción MI-BT-007 del REBT y NORMA UNE 20-460-94.

DIMENSIONADO POR CAÍDA DE TENSIÓN.- Para dimensionar por caída de tensión, en primer lugar se fijan los valores de la caída de tensión admisible en tanto por ciento de la tensión de la línea, y que tiene los valores reflejados en la **Tabla XIV-16** para cada tramo de las líneas interiores del edificio y que corresponden a los fijados por el REBT.

A continuación se aplica la fórmula de la sección teórica según la clase de instalación:

Corriente alterna monofásica y corriente continua:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \phi}{v \cdot C}$$

- S = Sección del conductor (mm²).
- L = Longitud de la línea (m).
- I = Intensidad (Amperios).
- cos φ = Factor de potencia.
- v = caída de tensión (V).
- C = Conductividad del conductor (m/Ωmm²).

Nota para c/c el Cos φ = 1

Corriente alterna trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \phi}{v \cdot C}$$

Nota: Los valores de C (conductividad eléctrica) para el cobre es de 56, para el aluminio de 35 y para el hierro 8,5.

Esta sección teórica determinada se traduce a la sección práctica inmediata superior, con lo cual se tiene la certeza de que la caída de tensión que se va a producir en esa línea en condiciones normales de uso, no superará el valor admisible por el Reglamento.

A pesar del dimensionado por caída de tensión, conviene comprobar en las tablas de calentamiento que la sección obtenida, admite la intensidad de consumo; de lo contrario habría que ir a la sección inmediata superior que permitiese el paso de la intensidad de cálculo.

De esta manera el dimensionado por caída de tensión lleva implícito también el dimensionado por calentamiento.

El dimensionado de los conductores de protección (toma de tierra) que deben acompañar directamente a las líneas principales, se realiza en función de las secciones de los conductores de fase, tal y como se indica en la **Tabla XVI-3**.

DIMENSIONADO POR CORTOCIRCUITO.- En las líneas de grandes consumos, es conveniente una vez dimensionadas por caída de tensión y por calentamiento, comprobar que estas líneas son capaces de soportar las intensidades de cortocircuito (limitadas por el REBT en su

instrucción ITC-BT-07), ya que de lo contrario, se deberá modificar la sección de cálculo determinada.

Para ello en primer lugar se determina la Intensidad de cortocircuito, la cual de una forma simple nos la proporciona la fórmula siguiente:

$$I_{cc} = \frac{0,8 U}{R} \quad (\text{GUIA TÉCNICA R.E.B.T.})$$

Siendo:

I_{cc} Intensidad de cortocircuito (A)

U Tensión de la línea (V)

R Resistencia de la línea (Ω)

Donde:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

La condición que se debe cumplir es la siguiente:

Condición: $I_{adcc} \geq I_{cc}$

Siendo:

I_{adcc} Intensidad admisible de cortocircuito.

Determinando la Intensidad admisible de cortocircuito partiendo de la Tabla siguiente, donde se dan las densidades admisibles de corrientes de cortocircuito, tanto para conductores de aluminio como para conductores de cobre, en función de sus aislamientos y de los tiempos de duración del cortocircuito.

Para determinar su valor se aplicará la fórmula siguiente:

$$I_{adcc} = d \times S$$

Siendo:

d = Densidad de corriente (A/mm²) \longrightarrow TABLA

S = Sección del conductor (mm²)

(Se tomará como duración del cortocircuito, el valor ligeramente superior a los tiempos de disparo o de fusión de los elementos de protección de la línea, fusibles o interruptores automáticos).

**DENSIDAD DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN A/mm²
PARA CONDUCTORES DE ALUMINIO (ITC - BT - 07)**

TIPO DE AISLAMIENTO	DURACION DEL CORTO (Seg.) <small>Pco.Martin</small>								
	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
XLPE-EPR	294	203	170	132	93	76	66	59	54
PVC									
S ≤ 300 mm ²	237	168	137	106	75	61	53	47	43
S > 300 mm ²	211	150	122	94	67	54	47	42	39

**DENSIDAD DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN A/mm²
PARA CONDUCTORES DE COBRE (ITC - BT - 07)**

TIPO DE AISLAMIENTO	DURACION DEL CORTO (Seg.) <small>Fco.Martin</small>								
	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
XLPE-EPR	449	318	259	201	142	116	100	90	82
PVC									
S ≤ 300 mm²	364	257	210	163	115	94	81	73	66
S > 300 mm²	322	228	186	144	102	83	72	64	59

DIMENSIONADO DE LOS TUBOS DE PROTECCIÓN.- Los tubos que protegen las líneas se dimensionan en función del número de conductores que ha de alojar cada tubo, en función de la sección de dichos conductores.

Es importante que los conductores queden holgados dentro del tubo para evitar rozamientos peligrosos al introducirlos y para evitar la influencia del calentamiento de los conductores al paso de la corriente.

En las **Tablas XIV-17-18-19-20** que se dan a continuación se contemplan los distintos tipos de tubos y el montaje de los mismos según que éstos vayan empotrados al aire o enterrados.

ELECCIÓN DE LAS CAJAS DE DERIVACIÓN.- Las dimensiones de las cajas deben ser suficientemente holgadas para alojar los sistemas de conexión de las consiguientes líneas (regletas, clemas, etc).

La profundidad será como mínimo de 1,5 **D** (siendo **D** el diámetro del tubo mayor que aloje).

Solamente la práctica continuada del instalador tiene argumentos suficientes para hacer una elección adecuada de las dimensiones de las cajas, ya que para ello hay que tener en cuenta una serie de factores muy variados como son:

- Tipos de cajas.
- Forma de las mismas.
- Conductores que van a alojar.
- Tubos que desembocan en las mismas.
- Tipos de unión de los conductores dentro de las cajas, etc.

ELECCIÓN DE MECANISMOS.- Los mecanismos auxiliares se elegirán teniendo en cuenta sus dos características básicas, la tensión y la intensidad; la primera define su nivel de aislamiento y por tanto, será como mínimo la tensión de trabajo nominal de la red, pero si es superior, tanto mejor, y la segunda debe ser superior a la de trabajo de la línea, donde vaya el mecanismo, ya que de lo contrario éste se quemaría.

Al margen de estas características, están después las de tipo decorativo u ornamental que condicionan la elección y que desde el punto de vista eléctrico son secundarias, pero que a veces hacen que se olviden las razones técnicas principales en su elección.

EJEMPLOS DE CÁLCULOS DE LÍNEAS

Ejemplo 1

Dimensionar la línea enterrada de acometida eléctrica de un edificio que demanda una

potencia punta de 252 kW, suponiendo que se trata de una línea trifásica con neutro de 230/400 V formada por conductores de cobre unipolares aislados con PVC e instalados bajo tubo, que dicha línea tiene una longitud de 45 m y admite una caída de tensión de 0,5% con un $\cos \varphi$ de 0,8.

Determinación del consumo (intensidad).

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot E \cdot \cos \varphi} = \frac{252.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 454,66 \text{ A}$$

La sección teórica por caída de tensión será:

$$S_T = \frac{\sqrt{3} L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot v} = \frac{\sqrt{3} \cdot 45 \cdot 454,66 \cdot 0,8}{56 \cdot 2} = 253 \text{ mm}^2$$

Con esta sección teórica nos vamos a la **Tabla XIV-8** y en principio elegiríamos la inmediata superior comercial que sería la de 300 mm².

Seguidamente comprobamos si esta sección admite la intensidad de consumo 478,6 A y vemos que admite: $370 \times 0,8 = 296 \text{ A}$, luego esta sección no cumple con el criterio de calentamiento, por lo que no nos sirve y vamos comprobando secciones sucesivas y obtenemos:

$$\begin{array}{l} \text{Sección } 300 \text{ mm}^2 \longrightarrow 550 \times 0,8 = 440 \text{ A} \\ \text{" } 400 \text{ " } \longrightarrow 615 \times 0,8 = 492 \text{ A} \end{array}$$

Luego vemos que la primera sección que admite más de 454,66 A es la de 400 mm², que admite hasta 492 A, luego esta sección cumple los dos criterios de caída de tensión y calentamiento, luego ésta será la válida. Por tanto, la línea calculada será:

$$(3 \times 400 + 1 \times 240)$$

Línea trifásica de **400 mm²** de sección más el neutro de **240 mm²**.

Ejemplo 2

Calcular la sección que deberá tener una línea general de alimentación de un edificio empotrada bajo tubo que sirve una potencia eléctrica de 126 kW, suponiendo que es trifásica con neutro y protección a 230/400 V y $\cos \varphi = 0,8$ y tiene una longitud de 25 m, admitiendo una caída de tensión de 0,5% y se realiza mediante conductores de cobre unipolares aislados con polietileno reticulado, con un nivel de aislamiento de 1.000 V.

La intensidad de consumo de dicha línea será:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot E \cdot \cos \varphi} = \frac{126.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 227 \text{ A}$$

La sección teórica por caída de tensión será:

$$S_T = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot v} = \frac{1,73 \cdot 25 \cdot 227 \cdot 0,8}{56 \cdot 2} = 70 \text{ mm}^2$$

Con esta sección teórica entramos en la **Tabla XIV-5** y en principio elegiríamos la inmediata superior comercial, que sería de 95 mm².

Seguidamente comprobamos por calentamiento. La intensidad máxima que admite esta sección será:

Sección 70 mm² = 163 A
Sección de 95 mm² = 197 A
Sección de 120 mm² = 227 A

Por tanto, la línea será de 3,5 x 120.

Para dimensionar el conductor de protección nos vamos a la **Tabla XIV-21** y obtenemos:

Sección del conductor de protección por ser $S > 35$ mm², será $S/2 = 120/2 = 60$, como no es comercial, tomaremos 70 mm².

Por tanto, la línea repartidora definitiva será: **(3 x 120 + 2 x 70)**.

(3 conductores de fase de 120 mm² cada uno y un conductor neutro y otro de protección de 70 mm² cada uno).

Ejemplo 3

Determinar la sección práctica de una línea trifásica de ascensores de un edificio y el diámetro del tubo rígido de PVC donde va alojada, suponiendo que tiene los siguientes datos:

- Potencia de la línea 15 kW a 380 V.
- Caída de tensión admisible 3%.
- Longitud de la línea 100 m.
- Conductores unipolares aislados con PVC instalados bajo tubo.
- Factor de potencia 0,8.

La Intensidad de consumo será:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot E \cdot \cos \varphi} = \frac{15.000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 28,5 \text{ A}$$

La sección teórica será:

$$S_T = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot v} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 25 \cdot 22,5 \cdot 0,8}{56 \cdot 11,4} = 6,17 \text{ mm}^2$$

Comprobamos la sección práctica (inmediata superior a 6,17 mm²) en la **Tabla XIV-7** y obtenemos 10 mm², que admite una intensidad:

Sección 10 mm² \longrightarrow 43 Amp y como
43 > 28,5 \longrightarrow esta sección vale

Por tanto, la línea será:

(3 x 10 + 10)

Tres hilos de fase de 10 mm² de sección cada uno y el de protección de 10 mm², según la **Tabla XIV-21**.

Para ver qué tubo le corresponde nos vamos a la **Tabla XIV-18** y obtenemos para 4 conductores aislados con PVC en montaje al aire:

Tubo de 32 mm Diámetro exterior.

Ejemplo 4

Dimensionar una línea individual de aluminio desde el cuarto de contadores a vivienda, que da servicio con fase, neutro y protección a 230 V a una vivienda con grado de electrificación elevado y tiene una longitud de 25 m, entubada bajo tubo curvable de PVC empotrada.

Por tratarse de una vivienda con grado de electrificación elevado, dicha línea se proyectará para una potencia de 9,2 kW y su caída de tensión admisible según el Reglamento será del 1% (**Tabla XIV-16**).

La Intensidad de consumo será:

$$I = \frac{W}{E \cdot \cos \varphi} = \frac{9.200}{230 \cdot 0,8} = 50 \text{ A}$$

La sección teórica será:

$$S_T = \frac{2L \cdot I \cdot \cos \varphi}{C \cdot v} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 50 \cdot 0,8}{35 \cdot 2,3} = 24,88 \text{ mm}^2$$

Según la **Tabla XIV-10**, la sección práctica será:

Sección 25 mm² Ia → 55 Amp > 50, luego sirve.

Línea: 2 x 25 +16

El tubo según **Tabla XIV-17** será para 3 conductores de 25 mm².

Tubo de 40 mm φ.

TABLA XIV - 1
COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD PARA EDIFICIOS DE VIVIENDAS,
SEGÚN EL NÚMERO DE ELLAS

NÚMERO DE VIVIENDAS	COEFICIENTE
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
> 21	$15,3 + (n - 21) 0,5$

TABLA XIV - 2
POTENCIAS PARA UN EDIFICIO DE VIVIENDAS



Nº DE ABONADOS	POTENCIA A PREVER EN KW SEGÚN EL GRADO DE ELECTRIFICACIÓN		Nº DE ABONADOS	POTENCIA A PREVER EN KW SEGÚN EL GRADO DE ELECTRIFICACIÓN <small>Fco. Martín</small>	
	BÁSICO	ELEVADO		BÁSICO	ELEVADO
1	5,750	9,200	16	71,875	115,000
2	11,500	18,400	17	75,325	120,520
3	17,250	27,600	18	78,775	126,040
4	21,850	34,960	19	82,225	131,560
5	26,450	42,320	20	85,100	136,160
6	31,050	49,680	21	87,975	140,760
7	35,650	57,040	22	90,850	145,360
8	40,250	64,400	23	93,725	149,960
9	44,850	71,760	24	96,600	154,560
10	48,875	78,200	25	99,475	159,160
11	52,900	84,640	26	102,350	163,760
12	56,925	91,800	27	105,225	168,360
13	60,950	97,520	28	108,100	172,960
14	64,975	103,960	29	110,975	177,560
15	68,425	109,480	30	113,850	182,160

TABLA XIV - 3
PREVISIÓN DE POTENCIAS PARA APARATOS ELEVADORES

SERVICIO	EQUIPO (ITA)	CARGA (Kg.)	PERSONAS (n°)	VELOCIDAD (m/seg.)	POTENCIA ELÉCTRICA (Kw.)
ASCENSOR	ITA-1	400	5	0,63	4,50
ASCENSOR	ITA-2	400	5	1,00	7,50
ASCENSOR	ITA-3	630	8	1,00	11,50
ASCENSOR	ITA-4	630	8	1,60	18,50
ASCENSOR	ITA-5	1.000	13	1,60	29,50
ASCENSOR	ITA-6	1.000	13	2,50	46,00
ASCENSOR	ITA-7	1.600	21	2,50	73,50
ASCENSOR	ITA-8	1.600	21	3,50	103,00
MONTACAMILLAS	ITA-9	1.800	24	1,00	33,00
MONTACAMILLAS	ITA-10	1.800	24	1,60	53,00
MONTACAMILLAS	ITA-11	1.800	24	2,50	83,00

TABLA XIV - 4

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN AMPERIOS PARA CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS




INSTALACIÓN BAJO TUBO EMPOTRADO		CONDUCTORES UNIPOLARES	CONDUCTORES MULTIPOLARES
BIPOLAR	TIPO DE CONDUCTOR	2 UNIPOLARES 	1 BIPOLAR 

TEMPERATURA AMBIENTE: 40 °C TEMPERATURA DE CONDUCTORES: (PVC) 70 °C (XLPE) Y (EPR) 90 °C POR TEMPERATURA DIFERENTE: TABLA FC-1 FACTORES DE CORRECCIÓN (POR AGRUPAMIENTO: TABLA FC-5)	SECCIÓN NOMINAL (mm²)	1,5	12,5	17,5	17,5	12	17	17
		2,5	17	24	24	16	23	23
		4	22	32	32	22	30	30
		6	29	41	41	28	38	38
		10	40	56	56	37	52	52
		16	53	74	74	50	69	69
		25	69	96	96	65	90	90
		35	86	119	119	80	110	110
		50	103	144	144	96	132	132
		70	131	182	182	121	167	167
		95	158	219	219	145	200	200
		120	183	253	253	167	230	230
		150	209	317	317	190	264	264
		185	237	329	329	216	299	299
		240	278	386	386	253	351	351
300	319	442	442	290	402	402		

TIPO DE AISLAMIENTO	COLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO	COLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO
----------------------------	------------------------	------------------------	-------------------	------------------------	------------------------	-------------------

TABLA XIV- 5



INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN AMPERIOS PARA CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS

INSTALACIÓN BAJO TUBO EMPOTRADO		CONDUCTORES UNIPOLARES		CONDUCTORES MULTIPOLARES	
TRIPOLAR	TIPO DE CONDUCTOR	1 TERNO DE CABLES UNIPOLARES		1 TRIPOLAR	1 TETRAPOLAR
					

TEMPERATURA AMBIENTE: 40 °C TEMPERATURA DE CONDUCTORES: (PVC) 70 °C (XLPE) Y (EPR) 90°C POR TEMPERATURA DIFERENTE: TABLA FC-1 FACTORES DE CORRECCIÓN { POR AGRUPAMIENTO: TABLA FC-5	SECCIÓN NOMINAL (mm²)	1,5	12	15,5	15,5	11,5	15	15
		2,5	15,5	21	21	15	20	20
		4	21	28	28	20	27	27
		6	27	36	36	25	35	35
		10	37	49	49	34	46	46
		16	49	66	66	45	62	62
		25	64	86	86	59	81	81
		35	77	106	106	72	99	99
		50	94	128	128	86	118	118
		70	118	163	163	109	149	149
		95	143	197	197	130	179	179
		120	164	227	227	150	207	207
		150	188	259	259	171	236	236
		185	213	295	295	194	268	268
		240	249	346	346	227	315	315
300	285	396	396	259	360	360		

TIPO DE AISLAMIENTO	COLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO	COLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO
----------------------------	------------------------	---------------------------	-------------------	------------------------	---------------------------	-------------------

TABLA XIV- 6
INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN AMPERIOS PARA CONDUCTORES DE
COBRE AISLADOS




INSTALACIÓN BAJO TUBO AL AIRE		CONDUCTORES UNIPOLARES	CONDUCTORES MULTIPOLARES
BIPOLAR	TIPO DE CONDUCTOR	2 UNIPOLARES 	1 BIPOLAR 

TEMPERATURA AMBIENTE: 40 °C TEMPERATURA DE CONDUCTORES: (PVC) 70 °C (XLPE) Y (EPR) 90 °C { POR TEMPERATURA DIFERENTE: TABLA FC-1 FACTORES DE CORRECCIÓN } { POR AGRUPAMIENTO: TABLA FC-5	SECCIÓN NOMINAL (mm²)	Ecu. Mérito	1,5	15	21	21	14,5	20	20
		2,5	21	28	28	20	27	27	
		4	28	38	38	26	36	36	
		6	26	49	49	33	46	46	
		10	49	68	68	45	63	63	
		16	66	91	91	60	83	83	
		25	88	121	121	78	108	108	
		35	109	149	149	97	133	133	
		50	134	180	180	116	159	159	
		70	167	230	230	146	201	201	
		95	202	278	278	175	241	241	
		120	234	322	322	202	278	278	
		150	-	-	-	-	-	-	
		185	-	-	-	-	-	-	
		240	-	-	-	-	-	-	
300	-	-	-	-	-	-			

TIPO DE AISLAMIENTO	COLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO	COLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO
----------------------------	------------------------	---------------------------	-------------------	------------------------	---------------------------	-------------------

NOTA: Esta tabla, es también de aplicación, para instalaciones en CANALETA y en HUECOS DE LA COSTRUCCIÓN (Falsos techos etc.)

TABLA XIV- 7
INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN AMPERIOS PARA CONDUCTORES DE
COBRE AISLADOS

INSTALACIÓN BAJO TUBO AL AIRE		CONDUCTORES UNIPOLARES	CONDUCTORES MULTIPOLARES
TRIPOLAR	TIPO DE CONDUCTOR	I TERNO DE CABLES UNIPOLARES 	I TRIPOLAR I TETRAPOLAR  




TEMPERATURA AMBIENTE: 40 °C TEMPERATURA DE CONDUCTORES: (PVC) 70°C (XLPE) Y (EPR) 90 °C { POR TEMPERATURA DIFERENTE: TABLA FC-1 FACTORES DE CORRECCIÓN } { POR AGRUPAMIENTO: TABLA FC-5	SECCIÓN NOMINAL (mm²)	<small>Eco. Martín</small>	1,5	13,5	18	18	13	18	18
	2,5	18,5	25	25	17,5	24	24		
	4	24	34	34	23	32	32		
	6	31	44	44	30	40	40		
	10	43	60	60	40	55	55		
	16	59	80	80	54	73	73		
	25	77	106	106	70	96	96		
	35	96	131	131	86	116	116		
	50	117	159	159	103	140	140		
	70	149	202	202	130	177	177		
	95	180	245	245	156	212	212		
	120	208	284	284	179	244	244		
	150	-	-	-	-	-	-		
	185	-	-	-	-	-	-		
	240	-	-	-	-	-	-		
300	-	-	-	-	-	-			

TIPO DE AISLAMIENTO	CLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO	CLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO
----------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------

NOTA: Esta tabla, es también de aplicación, para instalaciones en CANALETA y en HUECOS DE LA COSTRUCCIÓN (Falsos techos etc.)

TABLA XIV- 8




INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN AMPERIOS PARA CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS

INSTALACIÓN ENTERRADA DIRECTAMENTE		CONDUCTORES UNIPOLARES	CONDUCTORES MULTIPOLARES
TRIPOLAR	TIPO DE CONDUCTOR	1 TERNO DE CABLES UNIPOLARES 	1 TRIPOLAR 1 TETRAPOLAR  

- TEMPERATURA DEL TERRENO: 25 °C - PROFUNDIDAD DE LOS CABLES: 0,70 m - FACTORES DE CORRECCIÓN: { CABLES BAJO TUBO: 0,8 TEMPERATURAS DIFERENTES DEL TERRENO: TABLA FC-2 AGRUPAMIENTOS: TABLAS FC-3 Y FC-4	SECCIÓN NOMINAL (mm²)	1,5	28	32	31	25	28	28
		2,5	38	44	43	34	40	39
		4	50	57	55	45	52	51
		6	63	72	70	56	66	64
		10	85	96	94	75	88	85
		16	110	125	120	97	115	110
		25	140	160	155	125	150	140
		35	170	190	185	150	180	175
		50	200	230	225	180	215	205
		70	245	280	270	220	260	250
		95	290	335	325	265	310	305
		120	335	380	375	305	355	350
		150	370	425	415	340	400	390
		185	420	480	470	385	450	440
		240	485	550	540	445	520	505
		300	550	620	610	505	590	565
		400	615	705	690	570	665	645
500	685	790	775	--	--	--		

TIPO DE AISLAMIENTO	CLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO	CLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO
----------------------------	-----------------------	------------------------	-------------------	-----------------------	------------------------	-------------------

TABLA XIV-9
INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN AMPERIOS PARA CONDUCTORES DE
COBRE AISLADOS

INSTALACIÓN GRAPADA SOBRE PARED		CONDUCTORES MULTIPOLARES		CONDUCTORES MULTIPOLARES	
		1 BIPOLAR 		1 TRIPOLAR 	1 TETRAPOLAR 
BIPOLAR Y TRIPOLAR	TIPO DE CONDUCTOR				




TEMPERATURA AMBIENTE: 40 °C TEMPERATURA DE CONDUCTORES: (PVC) 70 °C (XLPE) Y (EPR) 90°C FACTORES DE CORRECCIÓN { POR TEMPERATURA DIFERENTE: TABLA FC-1 { POR AGRUPAMIENTO: TABLA FC-5	SECCIÓN NOMINAL (mm²)	Eso. Martín	1,5	17	22	22	15	20	20
		2,5	23	30	30	21	27	27	
		4	31	41	41	28	36	36	
		6	40	53	53	36	47	47	
		10	55	73	73	50	65	65	
		16	74	97	97	66	87	87	
		25	97	126	126	84	108	108	
		35	120	156	156	104	134	134	
		50	146	190	190	125	163	163	
		70	185	245	245	160	208	208	
		95	224	298	298	194	253	253	
		120	260	348	348	225	293	293	
		150	299	401	401	260	338	338	
		185	341	460	460	297	386	386	
		240	401	545	545	350	455	455	
300	461	631	631	403	524	524			

TIPO DE AISLAMIENTO	COLORURO DE POLIVINILO
	POLIETILENO RETICULADO
	ETILENO PROPILENO
	COLORURO DE POLIVINILO
	POLIETILENO RETICULADO
	ETILENO PROPILENO

NOTA: Esta tabla, es también de aplicación, para instalaciones EN BANDEJA

TABLA XIV-10

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN AMPERIOS PARA CONDUCTORES DE ALUMINIO AISLADOS




INSTALACIÓN BAJO TUBO EMPOTRADA		CONDUCTORES UNIPOLARES	CONDUCTORES MULTIPOLARES
TRIPOLAR	TIPO DE CONDUCTOR	1 TERNO DE CABLES UNIPOLARES	1 TRIPOLAR 1 TETRAPOLAR
			 

TEMPERATURA AMBIENTE: 40 °C TEMPERATURA DE CONDUCTORES: (PVC) 70°C (XLPE) Y (EPR) 90 °C { POR TEMPERATURA DIFERENTE: TABLA FC-1 FACTORES DE CORRECCIÓN } POR AGRUPAMIENTO: TABLA FC-5	SECCION NOMINAL (mm²)	<small>Eco. Martín</small>	2,5	12	17,5	17,5	12	16,5	16,5
		4	16	23	23	15,5	22	22	
		6	21	29	29	20	28	28	
		10	28	40	40	27	37	37	
		16	37	53	53	36	50	50	
		25	50	69	69	46	65	65	
		35	61	86	86	57	79	79	
		50	73	103	103	68	95	95	
		70	93	129	129	85	119	119	
		95	112	156	156	103	143	143	
		120	130	179	179	117	164	164	
		150	148	206	206	135	187	187	
		185	169	233	233	153	212	212	
		240	197	273	273	180	248	248	
300	227	313	313	206	285	285			

TIPO DE AISLAMIENTO	COLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO	COLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO
----------------------------	------------------------	------------------------	-------------------	------------------------	------------------------	-------------------

TABLA XIV-11

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN AMPERIOS PARA CONDUCTORES DE ALUMINIO AISLADOS



INSTALACIÓN BAJO TUBO EMPOTRADA		CONDUCTORES UNIPOLARES	CONDUCTORES MULTIPOLARES
TRIPOLAR	TIPO DE CONDUCTOR	1 TERNO DE CABLES UNIPOLARES 	1 TRIPOLAR  1 TETRAPOLAR 

TEMPERATURA AMBIENTE: 40 °C TEMPERATURA DE CONDUCTORES: (PVC) 70°C (XLPE) Y (EPR) 90 °C POR TEMPERATURA DIFERENTE: TABLA FC-1 FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO: TABLA FC-5	SECCION NOMINAL (mm²)	2,5	12	17,5	17,5	12	16,5	16,5
		4	16	23	23	15,5	22	22
		6	21	29	29	20	28	28
		10	28	40	40	27	37	37
		16	37	53	53	36	50	50
		25	50	69	69	46	65	65
		35	61	86	86	57	79	79
		50	73	103	103	68	95	95
		70	93	129	129	85	119	119
		95	112	156	156	103	143	143
		120	130	179	179	117	164	164
		150	148	206	206	135	187	187
		185	169	233	233	153	212	212
		240	197	273	273	180	248	248
		300	227	313	313	206	285	285

TIPO DE AISLAMIENTO	CLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO	CLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO
----------------------------	-----------------------	------------------------	-------------------	-----------------------	------------------------	-------------------

TABLA XIV-12

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN AMPERIOS PARA CONDUCTORES DE ALUMINIO AISLADOS




INSTALACIÓN BAJO TUBO AL AIRE		CONDUCTORES UNIPOLARES	CONDUCTORES MULTIPOLARES
BIPOLAR	TIPO DE CONDUCTOR	2 UNIPOLARES 	1 BIPOLAR 

TEMPERATURA AMBIENTE: 40 °C TEMPERATURA DE CONDUCTORES: (PVC) 70 °C (XLPE) Y (EPR) 90 °C POR TEMPERATURA DIFERENTE: TABLA FC-1 FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO: TABLA FC-5	SECCION NOMINAL (mm²)	2,5	16	23	23	15	21	21
		4	22	30	30	21	28	28
		6	28	39	39	26	36	36
		10	38	54	54	36	49	49
		16	52	72	72	47	66	66
		25	69	96	96	62	86	86
		35	84	118	118	75	105	105
		50	102	143	143	90	126	126
		70	130	182	182	114	159	159
		95	157	220	220	136	191	191
		120	183	256	256	157	220	220
		150	-	-	-	-	-	-
		185	-	-	-	-	-	-
		240	-	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-		

TIPO DE AISLAMIENTO	COLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO	COLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO
----------------------------	------------------------	---------------------------	-------------------	------------------------	---------------------------	-------------------

NOTA: Esta tabla, es también de aplicación, para instalaciones en CANALETA y en HUECOS DE LA COSTRUCCIÓN (Falsos techos etc.)

TABLA XIV-13
INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN AMPERIOS PARA CONDUCTORES DE ALUMINIO AISLADOS

INSTALACIÓN BAJO TUBO AL AIRE		CONDUCTORES UNIPOLARES	CONDUCTORES MULTIPOLARES
TRIPOLAR	TIPO DE CONDUCTOR	1 TERNO DE CABLES UNIPOLARES 	1 TRIPOLAR  1 TETRAPOLAR 




TEMPERATURA AMBIENTE: 40 °C TEMPERATURA DE CONDUCTORES: (PVC) 70 °C (XLPE) Y (EPR) 90 °C POR TEMPERATURA DIFERENTE: TABLA FC-1 FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO: TABLA FC-5	SECCION NOMINAL (mm²)	2,5	14,5	20	20	13,5	19	19
		4	19	26	26	18,5	25	25
		6	24	35	35	23	32	32
		10	34	47	47	31	44	44
		16	46	65	65	42	58	58
		25	61	85	85	54	76	76
		35	75	106	106	67	94	94
		50	90	127	127	80	113	113
		70	116	163	163	101	142	142
		95	140	197	197	121	171	171
		120	162	228	228	139	197	197
		150	-	-	-	-	-	-
		185	-	-	-	-	-	-
		240	-	-	-	-	-	-
		300	-	-	-	-	-	-

TIPO DE AISLAMIENTO	CLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO	CLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO
----------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------

NOTA: Esta tabla, es también de aplicación, para instalaciones en CANALETA y en HUECOS DE LA COSTRUCCIÓN (Falsos techos etc.)

TABLA XIV-14




INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN AMPERIOS PARA CONDUCTORES DE ALUMINIO AISLADOS

INSTALACIÓN ENTERRADA DIRECTAMENTE		CONDUCTORES UNIPOLARES	CONDUCTORES MULTIPOLARES
TRIPOLAR	TIPO DE CONDUCTOR	1 TERNO DE CABLES UNIPOLARES	1 TRIPOLAR 1 TETRAPOLAR
			 

TEMPERATURA DEL TERRENO: 25 °C PROFUNDIDAD DE LOS CABLES: 0,70 m CABLES BAJO TUBO: 0,8 TEMP. TERRENO DIF. TABLA FC-2 AGRUPAMIENTOS: TABLAS FC-3 Y 4 FACTORES DE CORRECCIÓN	SECCIÓN NOMINAL (mm²)	16	86	97	94	76	90	86
		25	110	125	120	98	115	110
		35	130	150	145	120	140	135
		50	155	180	175	140	165	160
		70	190	220	215	170	205	220
		95	225	260	255	210	240	235
		120	260	295	290	235	275	270
		150	290	330	325	265	310	305
		185	325	375	365	300	350	345
		240	380	430	420	350	405	395
		300	430	485	475	395	460	445
		400	480	550	540	445	520	500
		500	525	615	605	-	-	-

TIPO DE AISLAMIENTO	COLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO	COLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO
----------------------------	------------------------	------------------------	-------------------	------------------------	------------------------	-------------------

TABLA XIV-15
INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN AMPERIOS PARA CONDUCTORES DE
ALUMINIO AISLADOS

INSTALACIÓN GRAPADA SOBRE PARED		CONDUCTORES MULTIPOLARES		CONDUCTORES MULTIPOLARES	
BIPOLAR Y TRIPOLAR	TIPO DE CONDUCTOR	1 BIPOLAR	1 TRIPOLAR	1 TETRAPOLAR	
					

TEMPERATURA AMBIENTE: 40°C TEMPERATURA DE CONDUCTORES: (PVC) 70 °C (XLPE) Y (EPR) 90°C FACTORES DE CORRECCIÓN { POR TEMPERATURA DIFERENTE: TABLA FC-1 { POR AGRUPAMIENTO: TABLA FC-5	SECCION NOMINAL (mm²)	<small>En Métrica</small>	2,5	18,5	24	24	16	22	22
		4	24	32	32	22	29	29	
		6	31	41	41	28	37	37	
		10	43	56	56	38	52	52	
		16	57	76	76	51	69	69	
		25	72	92	92	64	82	82	
		35	90	115	115	78	102	102	
		50	109	140	140	96	124	124	
		70	139	180	180	122	158	158	
		95	170	219	219	148	192	192	
		120	197	255	255	171	223	223	
		150	227	295	295	197	258	258	
		185	259	338	338	225	294	294	
		240	306	400	400	265	348	348	
300	353	462	462	305	400	400			

TIPO DE AISLAMIENTO	CLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO	CLORURO DE POLIVINILO	POLIETILENO RETICULADO	ETILENO PROPILENO
----------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------

NOTA: Esta tabla, es también de aplicación, para instalaciones EN BANDEJA

TABLA XIV-16
VALORES DE LA CAIDA DE TENSION ADMISIBLE EN VOLTIOS

INSTALACIÓN		%	TENSION DE USO (Voltios)			
			220	380	230	400
Fco. Martin						
LÍNEA DE ACOMETIDA	RED BT HASTA CGP	0,5	1,10	1,90	1,15	2,00
	RED BT HASTA CPM	1,5	3,30	5,70	3,45	6,00
	DIRECTA DESDE CT	5	11,00	19,00	11,50	20
CONTADORs CENTRALIZADOS TOTALMENTE	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	0,5	1,10	1,90	1,15	2,00
	DERIVACIÓN INDIVIDUAL	1	2,20	3,8	2,3	4,00
CONTADORs CENTRALIZADOS POR PLANTA	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	1	2,20	3,8	2,3	4,00
	DERIVACIÓN INDIVIDUAL	0,5	1,10	1,90	1,15	2,00
CONTADORs INDIVIDUALES	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	1,5	3,30	5,70	3,45	6,00
	DERIVACIÓN INDIVIDUAL	1,5 (Usuario único)	3,30	5,70	2,45	6,00
INSTALACIÓN INTERIOR DE VIVIENDAS		3	6,60	11,40	6,90	12,00

LECCIÓN 15

PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS. DIFERENCIALES

EL PELIGRO DEL CONTACTO Y EFECTOS DE LAS DESCARGAS EN EL CUERPO HUMANO.- Siempre que existe una diferencia de potencial entre dos puntos y la posibilidad de que se unan, se establecerá una corriente que será directamente proporcional a la diferencia de tensión e inversamente proporcional a la resistencia ohmica del *camino* establecido.

Ocurrirá exactamente igual, cuando una persona se ponga en contacto con una parte eléctrica que esté en tensión (contacto directo) y dicha persona no esté aislada de tierra, estableciéndose a través de su cuerpo una corriente eléctrica.

Lo mismo sucederá si la persona, se pone en contacto con un elemento metálico o conductor que accidentalmente esté bajo tensión (contacto indirecto) ocurrido en los generadores o receptores por lo general, por un defecto de aislamiento.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica, depende de diversos factores fisiológicos de la persona en concreto y además de los valores de la intensidad de la corriente, de la tensión, de la resistencia del cuerpo y del tiempo de actuación de la misma.

De esta manera según se indica en la **Fig. 15.1** y tomando los valores solamente como orientativos nunca rigurosamente, existe la Zona I sin influencia peligrosa para el ritmo cardiaco, pudiendo considerar esta corriente como de unos 15 mA y un umbral de tiempo de duración de la descarga de 50 milisegundos; lógicamente estos valores están supeditados a la tensión y a la resistencia del individuo más la resistencia de contacto. La resistencia de los tejidos a la corriente eléctrica varía de mayor a menor en el orden siguiente: huesos, grasa, tendón, piel, músculo, sangre y nervio. Por tanto se debe empezar por limitar al máximo la tensión, para que con unos valores de resistencia media de unos 3000 Ω nos dan las consideradas por el REBT como tensiones de seguridad que son, en torno a:

$$V = I \times R = 0,015 \times 3000 = 45 \text{ V} \quad \text{Tomando:}$$

24 Voltios para locales o emplazamiento conductor.
50 Voltios para los demás casos.

Volviendo a la mencionada **Fig. 15.1** y llegando a los 25 mA entramos en la Zona II, de valores peligrosos donde se pueden producir parálisis temporales, cardíacas o respiratorias, con pérdidas del conocimiento.

A partir de unos 55 mA y con tiempos de duración próximos al segundo, se corre ya peligro de muerte al internarse en la Zona III, de máximo peligro, ya que produce fibrilación ventricular (contracciones anárquicas del músculo cardíaco) o bien la detención respiratoria (asfixia).

Como es lógico, para las altas tensiones, las posibilidades de obtener estas corrientes son mucho mayores por muy grandes que sean las resistencias, produciendo en la mayoría de los casos un choque eléctrico fatal en el que ocurren simultáneamente asistolia cardíaca y detención de la respiración, al margen de las quemaduras internas y externas.

Por todo ello, vamos a dar las normas a seguir en caso de sufrir un accidente por descarga eléctrica:

- 1º) Debe liberarse a la víctima de la corriente eléctrica lo antes posible. La persona que haga el salvamento debe comprobar, antes de tocar a la víctima, que ya no pasa corriente, con el fin de evitar lesionarse a su vez por ésta. Es preciso desconectar la corriente o bien cortar los cables con algún objeto adecuadamente aislado.

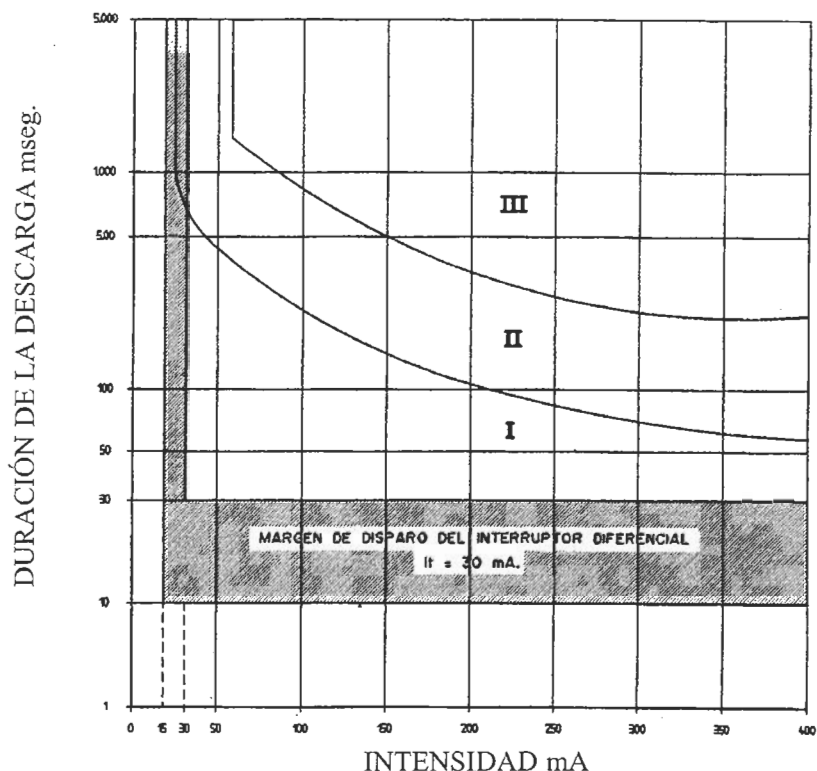


Fig. 15.1

- 2º) Si la víctima no respira, se emprenderá inmediatamente la respiración artificial. Dado que la muerte por *shock* eléctrico generalmente no es inmediata, siempre debe ensayarse la respiración artificial, trasladando al enfermo a un centro sanitario con toda urgencia.
- 3º) Si se establece el diagnóstico de fibrilación ventricular y se dispone de facilidades, se hará masaje cardíaco.
- 4º) En caso de quemaduras, el herido, tras ser liberado de la corriente y con los cuidados propios del caso, deberá ser trasladado cuanto antes a un centro sanitario especializado.
- 5º) Las fases para practicar la respiración artificial son las siguientes:
 - 1.- Abrase la boca y tíresele de la lengua para dejar libre el paso del aire.
 - 2.- Colocar al accidentado boca abajo, con la cabeza vuelta a un lado para que respire libremente.
 - 3.- Colocarse sobre los muslos de la víctima con las rodillas en tierra y poner las manos con los pulgares casi tocándose (fig. 15.2).
 - 4.- Con los brazos tiesos, balanceándose hacia adelante, de forma que el peso del asistente se apoye sobre la víctima (Fig. 15.3).



Fig. 15.2



Fig. 15.3

- 5.- Volver a la posición primitiva sin retirar las manos de la cintura del paciente. Repetir esta operación de 12 a 15 veces por minuto. Continúase esta maniobra todo el tiempo necesario hasta que la respiración natural se ha restablecido.

OBSERVACIONES.- Téngase en cuenta que aunque el accidentado parezca haber fallecido, muchas veces continúa con vida tardando en su recuperación 6 ó 7 horas. A veces el accidentado ve y oye, pero no puede hablar ni mover su cuerpo.

NORMATIVA DE SEGURIDAD.- Vistos los riesgos mortales que entrañan las instalaciones eléctricas, se hace imprescindible la aplicación de toda una normativa que garantice la seguridad de los usuarios de las instalaciones y la de todo el personal que se dedique a la realización de dichas instalaciones, destacando fundamentalmente lo preceptuado por:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
- Normas Tecnológicas de la Edificación.
- Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas.
- Normas Técnicas Reglamentarias, sobre homologación de medios de protección personal del Ministerio de Trabajo, etc.
- Código Técnico de la Edificación.

PROTECCIONES EN ALTA TENSIÓN.- Como ya se ha dicho anteriormente, los riesgos en AT son muy elevados y ello obliga a unas medidas de protección muy severas, de ahí que solamente el personal autorizado y capacitado puede manipular los elementos que constituyen las instalaciones de AT con los debidos materiales específicos, con los niveles de aislamientos que en cada caso se exige, existiendo todo un material de protección de AT entre el que podemos destacar:

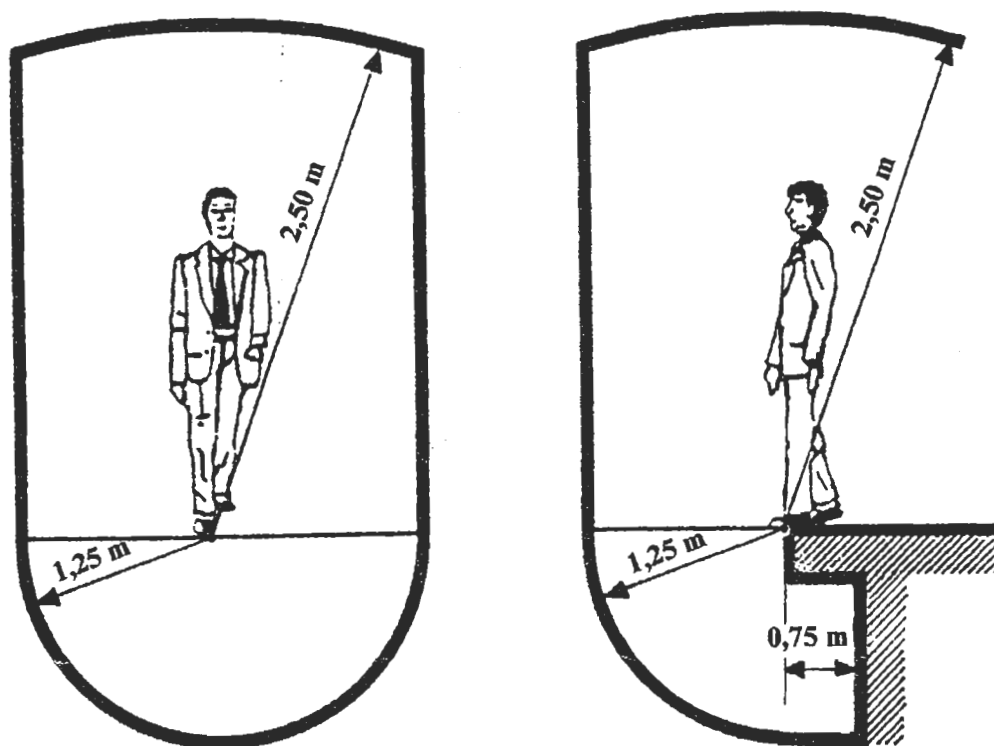
- Equipos detectores de tensión.
- Equipos de puestas a tierra (para centros y para líneas).
- Pértigas aislantes de maniobra.
- Guantes aislantes.
- Banquetas aislantes.
- Alfombras aislantes.
- Herramientas aisladas.
- Cascos aislantes.
- Cinturones de seguridad.
- Equipos de primeros auxilios, etc.

PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN.- Las protecciones en BT se encuentran recogidas en el REBT en su Instrucción MI-BT-024 contra los posibles riesgos de contactos directos e indirectos.

Los sistemas de protección están encaminados a evitar o disminuir los riesgos de las personas a los contactos directos (puntos bajo tensión) o a los contactos indirectos (puntos bajo tensión accidental) que son las dos causas más frecuentes de los accidentes eléctricos y como consecuencia de ellos los riesgos habituales del usuario, de las instalaciones y de los instaladores.

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.- Para que una instalación se pueda considerar protegida contra contactos directos, se adoptará alguna de las medidas siguientes:

- a) Alejamiento de las partes activas (bajo tensión).
 - b) Interposición de obstáculos que impidan el contacto.
 - c) Aislamiento de las piezas bajo tensión.
- a) Para lograr el primer objetivo deben mediar unas distancias de seguridad, que en todos los casos deben superar los volúmenes de accesibilidad, marcados en la **Fig. 15.4** con respecto a las personas que manipulan o que circulan cerca de las instalaciones.
- b) Para lograr este segundo objetivo hay que aislar los puntos activos en el interior de elementos tales como cajas, cubiertas, etc., cuya permanente eficacia debe estar asegurada por su naturaleza, estabilidad y solidez así como su aislamiento y, si son metálicos, se adoptará alguna medida de protección contra contactos indirectos.
- c) Consiste en recubrir las partes activas de la instalación mediante aislantes adaptados a la tensión de la instalación, conservando sus propiedades dieléctricas, mecánicas y térmicas durante toda la duración de la instalación, siempre que limite la corriente de contacto a 0,001 Amp considerando la resistencia del cuerpo humano en 2.500Ω (No serán considerados las pinturas, barnices ni lacas).



Volúmenes de accesibilidad
Fig.15.4

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.- Para la protección de los contactos indirectos se aplicará alguna de las medidas siguientes:

- a) Dispositivo de corte automático de la alimentación.
- b) Empleo de equipos con aislamientos dobles o reforzados de clase II o equivalente.
- c) Instalación en locales o emplazamientos aislantes.
- d) Conexiones equipotenciales.
- e) Separaciones eléctricas de circuitos.

a) Dispositivo de corte automático de la alimentación.- Consiste en un dispositivo que evite que la tensión de contacto peligrosa se mantenga y pueda originar un riesgo.

Los dispositivos más comunes son los que protegen de máxima corriente (fusibles e interruptores automáticos) y los diferenciales o interruptores de corriente residual-diferencial.

Las características de los elementos de protección estarán coordinadas con arreglo al esquema de conexión a tierra de la instalación, que en cada caso fijará la intensidad y los tiempos de disparo de los diferenciales.

Las tensiones de contacto convencionalmente, como ya se ha dicho, serán de 50 V o 24 V según que las condiciones sean normales o de mayor riesgo.

b) Empleo de equipos con aislamientos de clase II.- Esta protección queda asegurada mediante la utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II):

Conjuntos de aparamenta que se construyan en fábrica con aislamientos dobles o reforzados. Aislamientos suplementarios o reforzados realizados en el curso de la instalación, fundamentalmente sobre partes activas.

c) Instalaciones en locales o emplazamientos aislantes.- Consiste en impedir el contacto entre partes conductoras (masas o elementos conductores) en caso de fallo del aislamiento principal de las partes activas, generando tensiones peligrosas.

Esto se consigue de varias formas:

- Alejando las masas y las partes activas fuera del volumen de accesibilidad.
- Interponiendo obstáculos eficaces entre masas y partes activas.
- Aislamiento especial de los elementos conductores, de tal forma que en las condiciones normales de empleo la corriente de fuga no sea superior a 1 mA.

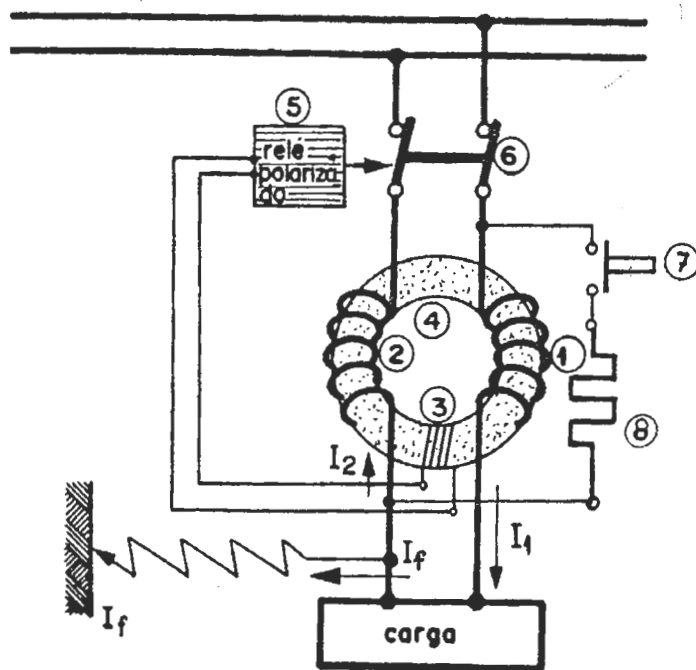
Se consideran paredes y suelos aislantes cuando presentan una tensión no superior a 500 V y una resistencia no inferior a 50 k Ω .

d) Conexiones equipotenciales.- Este procedimiento consiste en realizar una red de conductores que una a todas las masas metálicas del local y todos los elementos conductores que sean accesibles simultáneamente, consiguiéndose igualar el potencial.

Esta red no debe ir unida a tierra.

e) Separación eléctrica de circuitos.- Esta se puede conseguir mediante la utilización de un transformador de aislamiento o bien mediante un generador independiente, como por ejemplo un grupo electrógeno.

INTERRUPTORES DIFERENCIALES.- El diferencial es el aparato de protección que tiene como misión cortar el circuito cuando se produzca una fuga de corriente en la instalación, o en algún receptor, evitando con ello daños a las personas.



- 1.- Transformador tórico.
- 2.- Bobina serie (primario).
- 3.- Bobina secundario.
- 4.- Núcleo tórico.
- 5.- Relé.
- 6.- Interruptor.
- 7.- Pulsador de prueba.
- 8.- Resistencia de prueba.

Fig. 15.5

Está constituido según se indica en la Fig. 15.5, por un interruptor, un transformador tórico diferencial y un relé de disparo que se puede activar mediante un pulsador manual, que provoca la derivación a través de una resistencia de pruebas.

El principio de funcionamiento es el siguiente:

El transformador de intensidad abraza todos los conductores necesarios para la conducción de la corriente; por tanto, también el neutro. El transformador de intensidad es el que vigila la instalación. En la instalación sin defecto la suma de las intensidades que entran es igual a la suma de las que salen (ley de Kirchoff), (Fig. 15.6). En el caso de una derivación a tierra se rompe este equilibrio. El transformador de intensidad es excitado y se origina una tensión en su arrollamiento secundario. A través del disparador se efectúa la desconexión (Fig. 15.7).

La eficacia del interruptor de protección puede hacerse patente mediante el botón de prueba incorporado en el mismo.

La intensidad mínima con la que el interruptor dispara con seguridad, es la intensidad nominal de defecto y establece el grado de sensibilidad.

Se fabrican varios tipos de diferenciales en función de la sensibilidad del aparato. Esta sensibilidad será la que provoque el disparo del relé polarizado con una mayor o menor corriente de fuga I_f .

Existen tres tipos:

1. Baja sensibilidad: corriente de fuga de 350 ± 150 mA
2. Media sensibilidad: corriente de fuga de 350 ± 100 mA
3. Alta sensibilidad: corriente de fuga de 25 ± 5 mA.

Las sensibilidades nominales utilizadas son:

$$I_{AN} = 30 - 100 - 300 \text{ y } 500 \text{ mA}$$

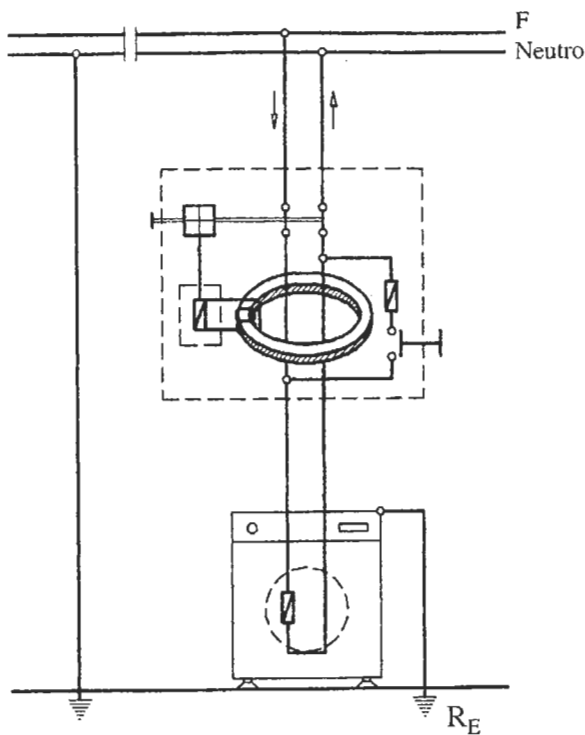


Fig. 15.6

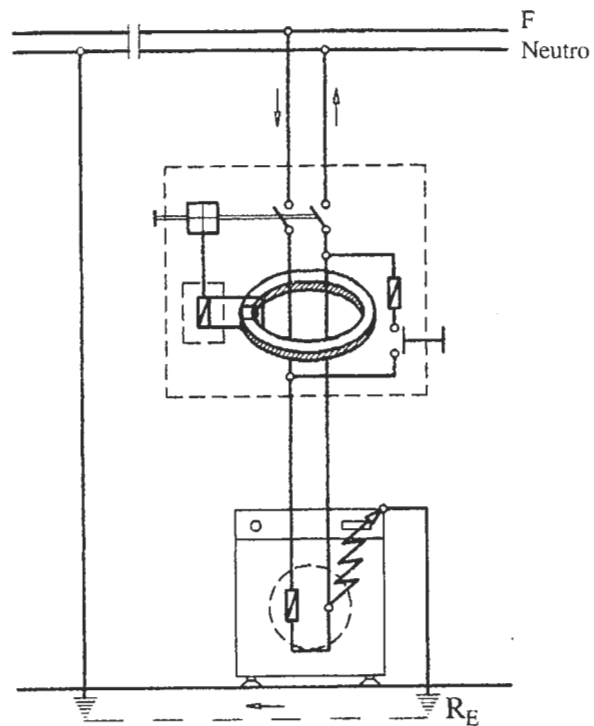


Fig. 15.7

En la siguiente **Tabla XV- 1** se indican los diferenciales de mas uso, con sus intensidades nominales e intensidades de defecto que marcan su sensibilidad.

CRITERIOS EN LA ELECCIÓN DE LOS DIFERENCIALES.- Las características básicas del interruptor diferencial son:

- La Intensidad nominal (I).
- La Tensión (V).
- La Sensibilidad ($I_{\Delta N}$)

Al elegir el diferencial, los valores de la intensidad nominal y la tensión vienen fijados por las necesidades de la propia instalación a la que protege, mientras que la elección de la sensibilidad viene fijada por la resistencia de tierra, debiendo cumplirse que con las tensiones de seguridad fijadas por el Reglamento:

$$R \leq \frac{50}{I_{\Delta N}} \quad (\text{locales secos}) \quad R \leq \frac{24}{I_{\Delta N}} \quad (\text{locales húmedos})$$

Por lo que, con las sensibilidades comerciales obtendremos los siguientes valores para las tomas de tierra.

SENSIBILIDAD	LOCALES HÚMEDOS	LOCALES SECOS
$I_{\Delta N}$		
30 mA	800 Ω	1666 Ω
300 mA	80 Ω	166 Ω
500 mA	48 Ω	100 Ω
650 mA	37 Ω	76 Ω

TABLA XV-1

Intensidad nominal de defecto I_{AN}	Intensidad nominal A	Núm de polos	Intensidad nominal de defecto I_{AN}	Intensidad nominal A	Núm. de polos
30 mA	10 a 20	2	30 mA	25	2
		4		40	4
	10 a 30	2		63	2
		4		63	4
0,3 A	10 a 30	2	0,3 A	25	2
		4		40	4
	30 a 60	2		63	2
		4		63	4
	5 a 15	2		100	4
		4		160	4
0,65 A	5 a 30	2	0,5 A	25	2
		4		40	4
	10 a 30	2		63	2
		4		63	4
	30 a 60	2		100	4
		4		100	4
30 a 60	2	160	4		
	4	160	4		

En el gráfico de la **Fig. 15.1** se ha rayado superpuesta la zona de actuación del interruptor diferencial de alta sensibilidad, con un margen de disparo de 10 a 30 ms quedando como se ve totalmente dentro de la Zona I en la que no hay peligrosidad. Existen interruptores diferenciales que son magnetotérmicos y cumplen también la misión de los interruptores automáticos (protección de líneas), pero es preferible independizar las acciones y dejar a los diferenciales las protecciones de las fugas de corriente. En las instalaciones de viviendas, se recomienda la utilización de PIAS para la protección de cortocircuitos y sobrecargas y los diferenciales para las corrientes de defecto. En la **Fig. 15.8** se muestra el esquema de un diferencial mixto (magnetotérmico y diferencial).

Ejemplo.

¿Cuál será la sensibilidad que precisa un interruptor diferencial para proteger una instalación de un local seco, si la resistencia de tierra es de 1.500 Ω?

$$I_{\Delta n} \geq \frac{50}{R} \quad ; \quad \frac{50}{1500} = 0,03A. \quad \text{Por tanto un diferencial de Alta sensibilidad.}$$

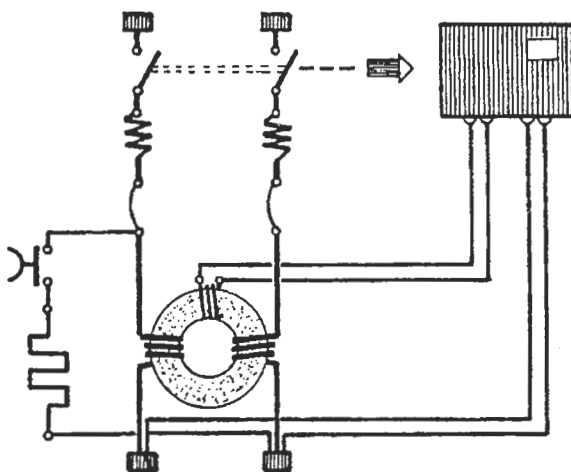


Fig. 15.8