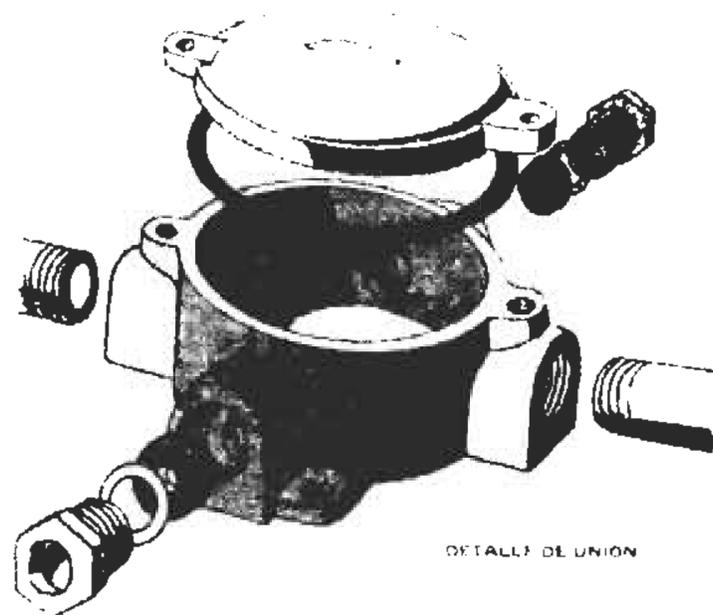


CAJA ESTANCA



DETALLE DE UNION

INSTALACIONES ELECTRICAS EN EDIFICIOS ACOMETIDAS. CIRCUITOS BASICOS. NORMAS DE DISEÑO. DIMENSIONAMIENTO.

Instalaciones eléctricas en edificios — Acometidas

Se denomina acometida el punto de conexión del usuario con la compañía proveedora de energía eléctrica.

La acometida podrá ser aérea o subterránea según la red de suministro eléctrico.

La unión entre la red pública y la instalación domiciliar se efectúa en una caja o armario que recibe el nombre de *caja de toma* o *caja de acometida* eléctrica.

De acuerdo a la envergadura del mismo podemos clasificar el tipo de conexión de entrada. Así se puede establecer:

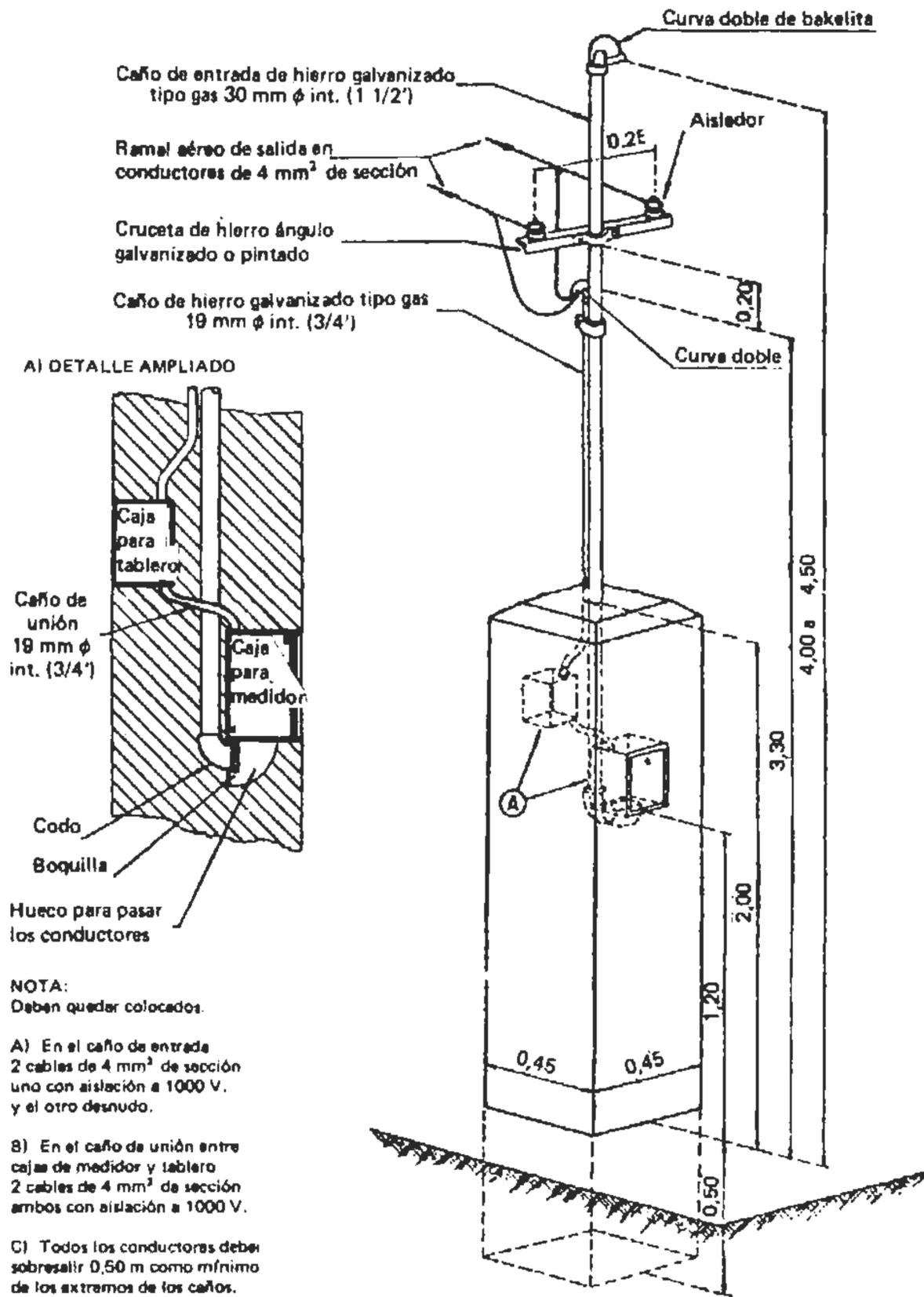
1) Edificios con medidores eléctricos ubicados en fachada

Se trata de edificios pequeños de hasta 3 a 4 unidades de vivienda. Se colocan medidores sobre la fachada principal o cerca de ella.

En caso de distribución externa aérea, generalmente en barrios suburbanos, se bajan los conductores a un pilar de acometida al edificio, cuando se exigen de acuerdo a la reglamentación edilicia dejar jardín al frente.

En el pilar de entrada de acuerdo a las características que se indica en la figura se coloca una caja para el medidor que da a la calle, colocándose en el interior la caja para el tablero e interruptor y fusibles de entrada.

TIPO DE CONEXION AEREA MONOFASICA EN PILAR



En zonas urbanas más pobladas, normalmente la distribución se efectúa en forma subterránea. En estos casos el medidor se coloca en la pared del frente del edificio y de allí pasa directamente al tablero de entrada con sus líneas y fusibles.

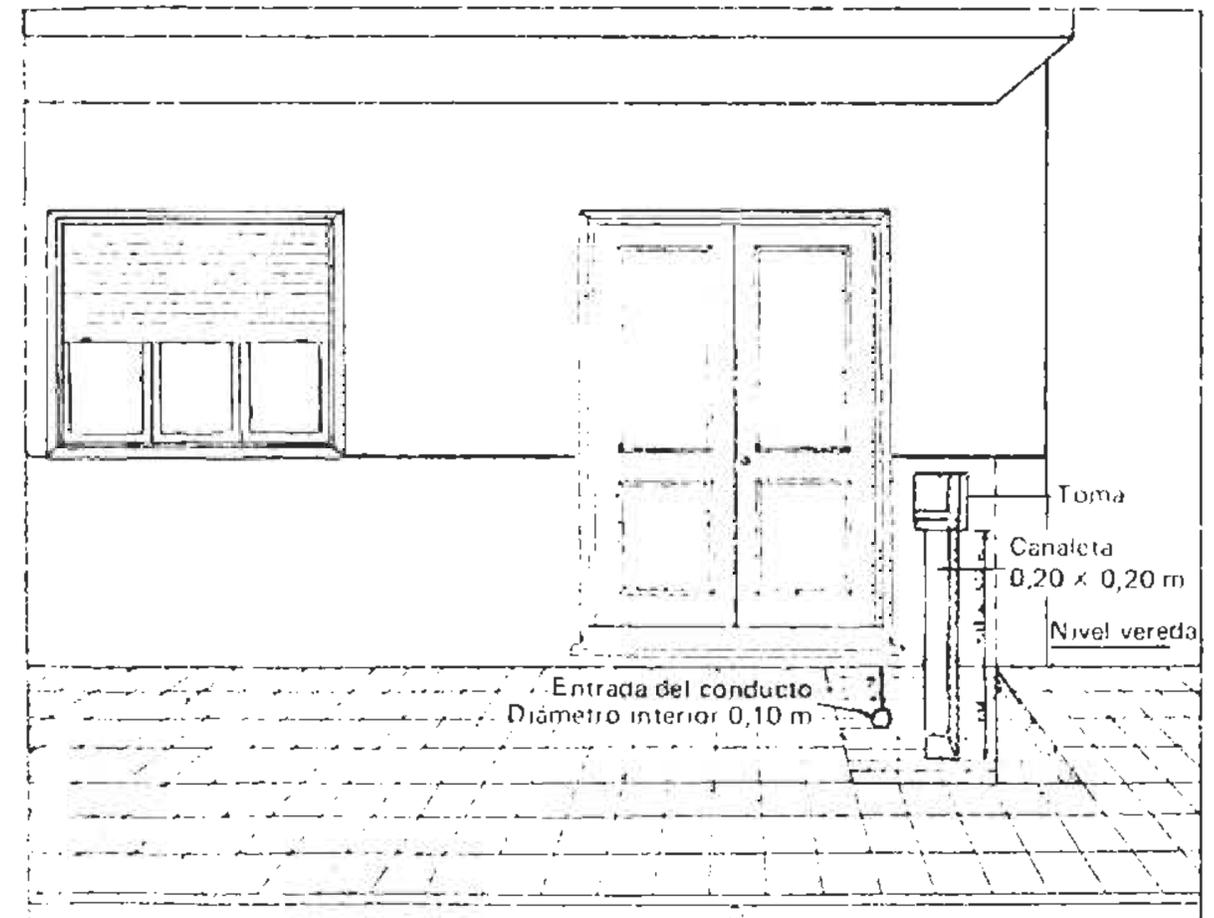
El Reglamento en estos casos exige que se instalen cables con cubierta de plomo, alojados en tuberías de acero, plástico, gres, cerámica o cemento. Para la colocación directa en tierra deben ser armados con cintas o alambres de acero y descansarán sobre lechos de arena, debiendo protegerlos con una fila de ladrillos. Los cables se colocarán a una profundidad de 0,70 m, como mínimo.

Los empalmes, derivaciones y extremos de salida se ejecutarán mediante cajas especiales de hierro fundido, rellenas con masa aislante.

En la figura se indican las características de este tipo de conexión. La caja de toma se coloca en fachada a una altura de 0,60 a 1,20 metros de altura.

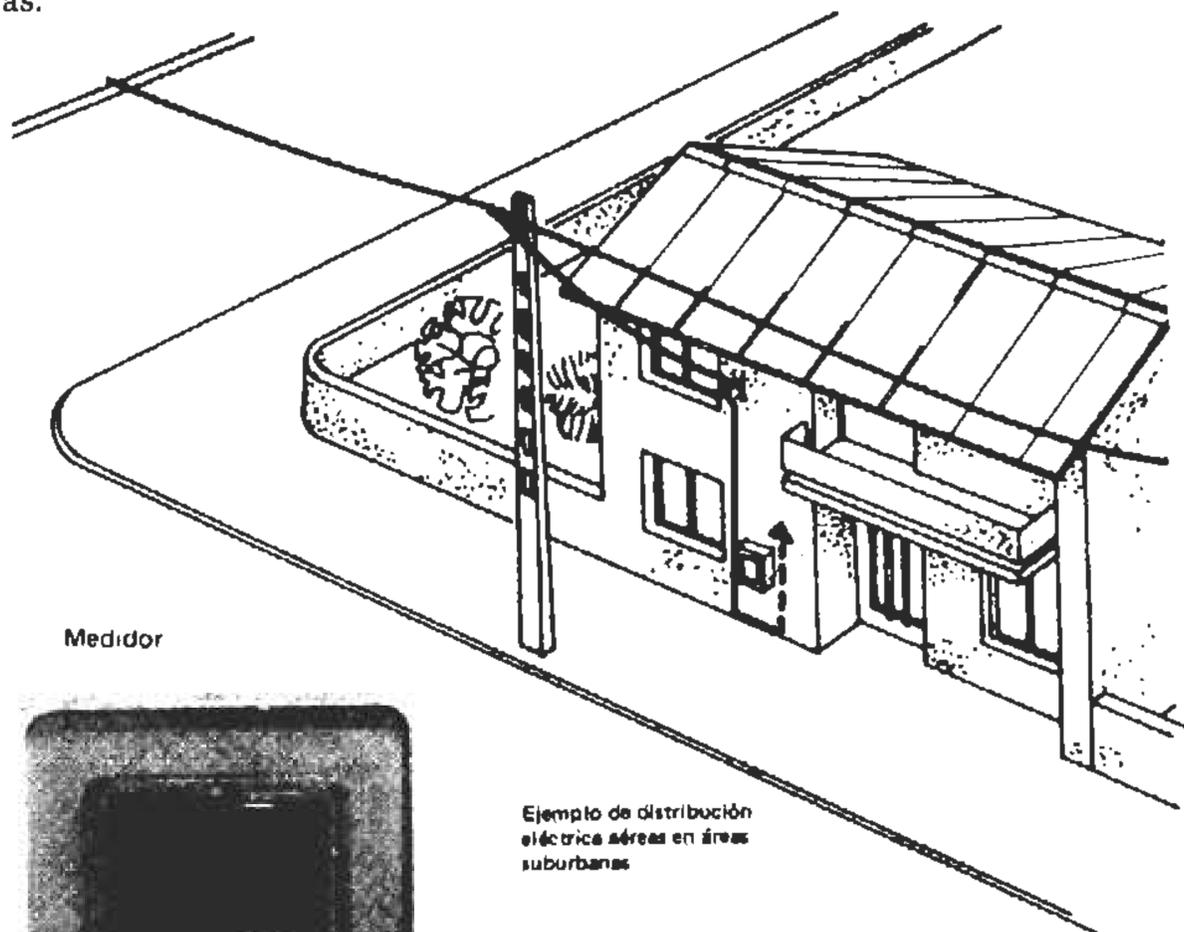
En los casos de zonas inundables, se adoptará la precaución de que el borde inferior de la caja se coloque a una altura superior a 1,20 m sobrepasando en 0,20 m el nivel más alto alcanzado por la mayor inundación.

Para alojar los cables de alimentación entre el empalme a la red de distribución y la toma, y la salida desde ésta a los medidores, debe

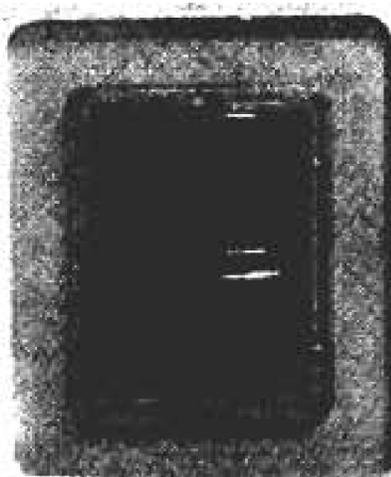


prepararse en la pared del frente una canaleta vertical que corre desde la caja de "toma" hasta 0,50 m por debajo del nivel de la vereda. La canaleta deberá tener libres 0,20 m de ancho por 0,20 m de profundidad y deberá taparse con materiales similares al revestimiento de la pared.

Se cuidará especialmente que la canaleta no quede obstruida, para que un eventual cambio de los cables pueda realizarse sin dificultades ni roturas.



Medidor



Ejemplo de distribución eléctrica aérea en áreas suburbanas

Consumos identificados en la factura

NÚMERO DE CONTRATO	NÚMERO DE MEDIDOR Y TIPO DE CONEXIÓN	CATEG.	ESTADOS DEL MEDIDOR (kWh)						CONSUMO (kWh)	IMPORTE POR APORTE
			22	05	ACTUAL	19	03	ANTERIOR		
19039	990211969				007954		03	007814	140*****663.00	

9 - Número de medidor.
10 - Estados del medidor en las fechas indicadas.

11 - Consumo en kWh, obtenido mediante la resta del estado actual y el anterior.
12 - Importe correspondiente.

2) *Edificios con medidores eléctricos ubicados en lugares comunes.*

Se trata de edificios de mas envergadura que comprenden de 4 hasta 15 unidades de vivienda. Se efectúa la caja de toma al frente del edificio de acuerdo a lo ya visto, pero los medidores se los instalan en lugares comunes, generalmente en los pasillos próximos a la entrada del edificio.

3) *Edificios con medidores eléctricos ubicados en lugares especiales*

Se trata de edificios de más de 15 unidades de vivienda donde se proyecta un local específico para la batería de medidores con acceso por las partes comunes, generalmente ubicado en planta Baja o sótanos.

Se exige que el local esté bien ventilado e impermeabilizado, y que no comuniquen con locales que posean instalaciones de gas.

Se establece para el mantenimiento y circulación que al frente de los medidores quede un espacio de 1 metro libre. Además los medidores estarán entre 1,20 y 2,10 metros con respecto al nivel piso.

4) *Edificios con medidores idem anterior, pero además con un local para cámara de transformación:*

En algunas circunstancias en las redes domiciliarias ya sea por tratarse de potencias elevadas o por las características de la red de distribución es necesario tomar la energía a tensión alta y reducirla en un transformador.

Estas sub-estaciones deben componerse del transformador propiamente dicho y los elementos de maniobra y medición.

Tratándose de transformadores muy grandes es conveniente que la sub-estación no se encuentre en el edificio, sino en un local especial para ese fin, por lo regular alejado lo suficiente como para no dañar a las personas o a los bienes en caso de incendio.

En todos los casos tanto el transformador como el interruptor de alta se colocan en locales de material incombustible y estancos. Por dicho local no deben pasar tuberías de ninguna naturaleza pertenecientes a otros servicios, y si hay conductos de ventilación en la cámara éstos no deben pasar por otros locales.

Todas las construcciones de la sub-estación se proveen de buena ventilación que asegure un tiraje eficaz, e impidan la entrada de lluvia u objetos extraños.

La disposición general de las subestaciones dependen mucho de la potencia y la importancia del edificio que sirven.

Locales para cámaras de transformación

El Código de Edificación establece que los locales o espacios requeridos para la prestación de los servicios de energía eléctrica se destinarán a cámaras, centros de transformación, equipos de maniobra o medición. Deberán ser cerrados, con paramentos de mampostería u hormigón y/o malla metálica resistente, u otros materiales equivalentes, con puertas de abrir hacia afuera y cerradura de seguridad, todo ello aprobado por la empresa pertinente.

Dichos locales o espacios deberán ser accesibles desde vía pública. Para la ubicación y dimensiones del acceso deberá tenerse en cuenta la necesidad de la posible descarga de un transformador de hasta 5 tn de peso y deberá contarse, al frente, con una altura libre de 4 m para la maniobra de la pluma del camión de transporte. Para accesos no directos de la vía pública deberá preverse un pasaje de 1,50 m de ancho, donde pueda desplazarse un carro que transporte 5 tn con cargas repartidas.

Los locales o espacios deberán tener una adecuada ventilación al exterior o a otro local, aprobada por la empresa pertinente.

Los locales o espacios requeridos tendrán las dimensiones y superficies mínimas que se indican, de acuerdo con la superficie del edificio o la potencia requerida, según el cuadro que sigue:

Superficie total del edificio o Potencia requerida	Dimensiones mínimas del local			Peso y dimensiones del transformador (largo/ancho/alto) m
	Largo y ancho m	Altura m	Superficie m ²	
Hasta 1500 m ² ó 60 KVA	No requiere local			—
De 1001 a 2500 m ² ó de 61 a 200 KVA	2,80	2,40	7,80	3 tn 1,40 0,90 1,50
De 2501 a 5000 m ² ó de 201 a 800 KVA	3,80	2,60	14,50	5 tn 1,65 1,10 1,95
Más de 5000 m ² ó más de 800 KVA	A determinar por la empresa pertinente			

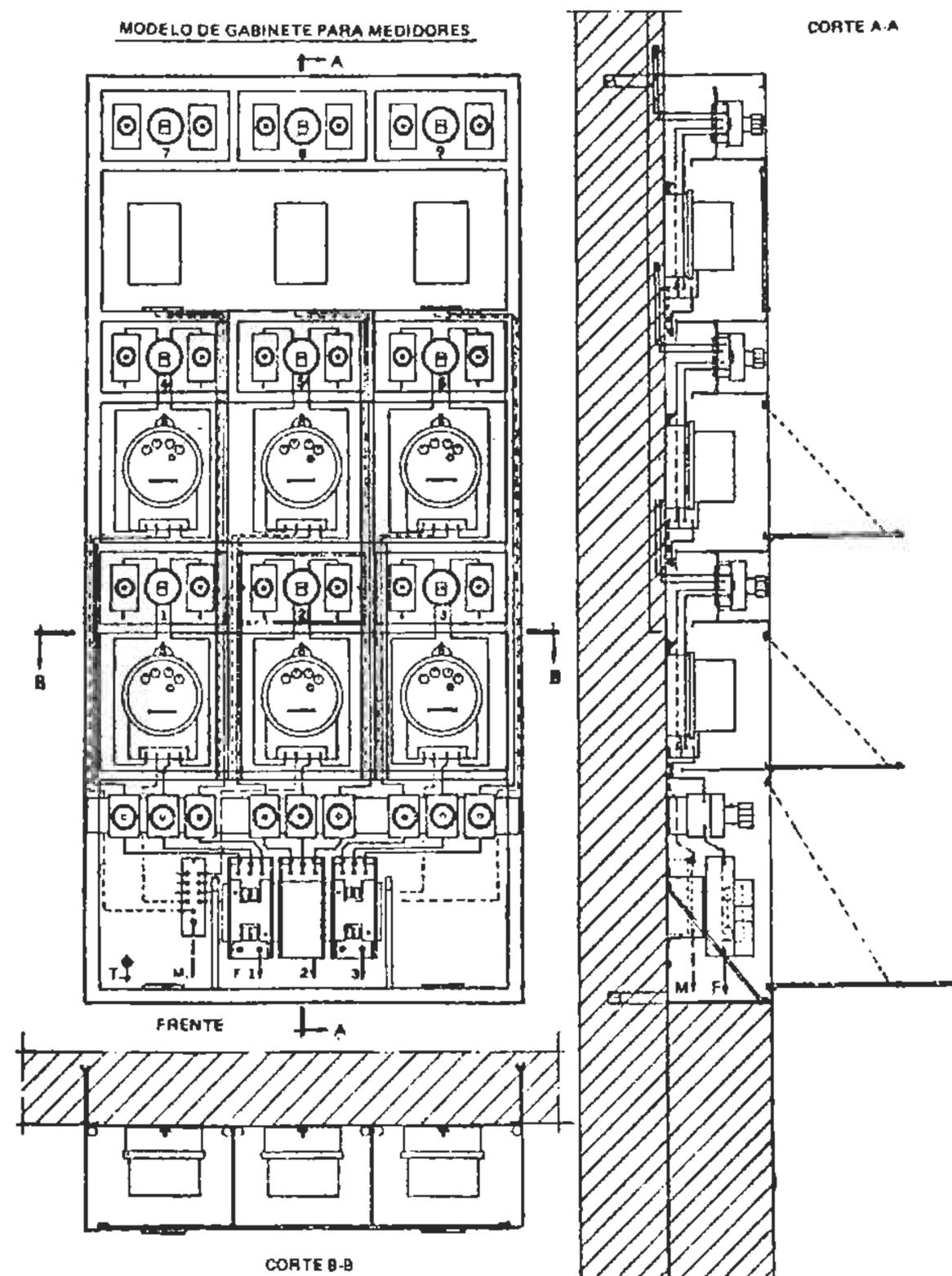
El propietario podrá proponer locales o espacios de dimensiones diferentes a las establecidas, siempre que permitan cumplir con los requerimientos necesarios y sean aprobados por la empresa pertinente.

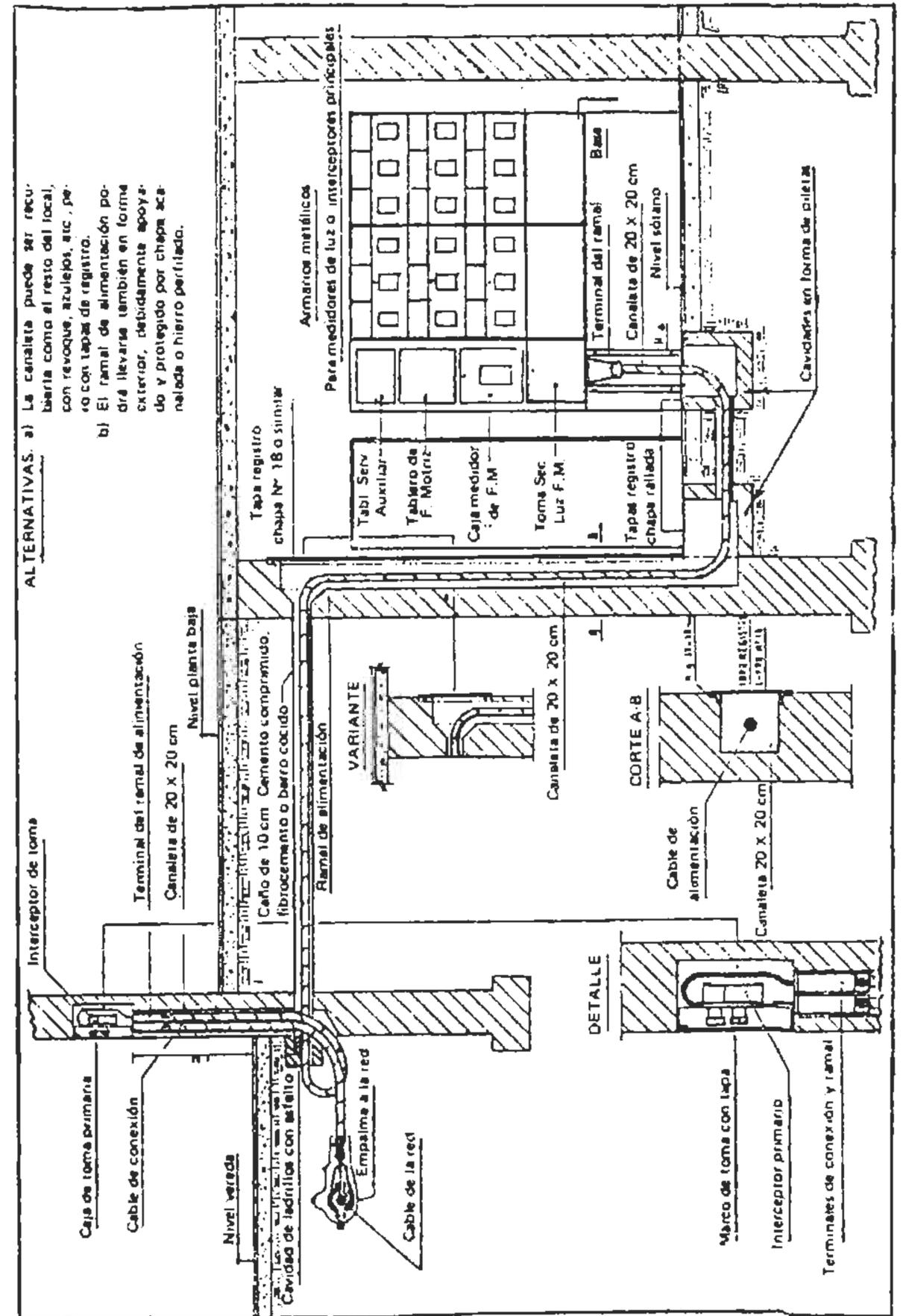
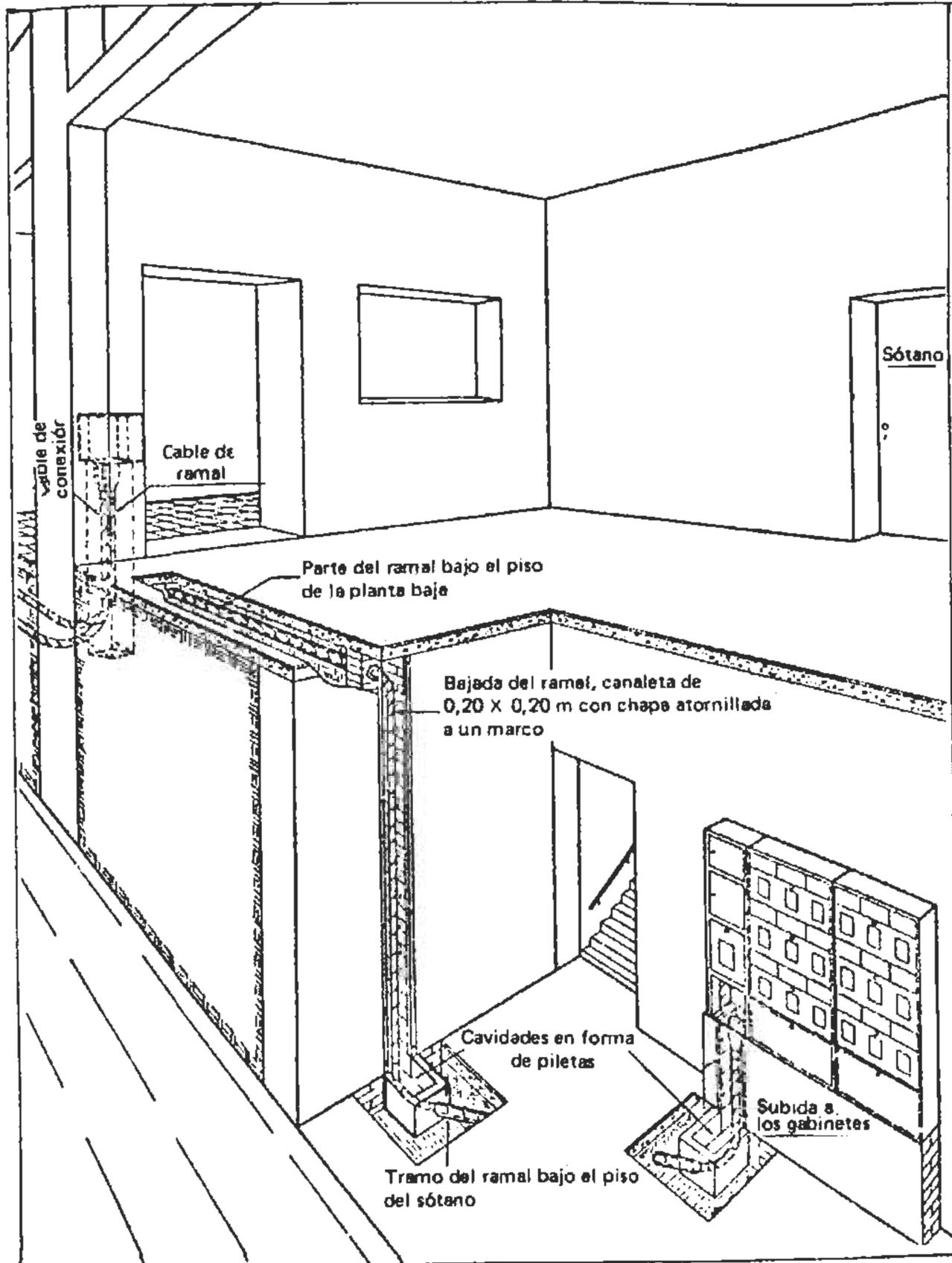
Gabinetes para medidores eléctricos

Se establece que deben ser de chapa de hierro, de un espesor no inferior al N° 18 y ser recubiertos con pintura o tratamiento antióxido, terminado con pintura común.

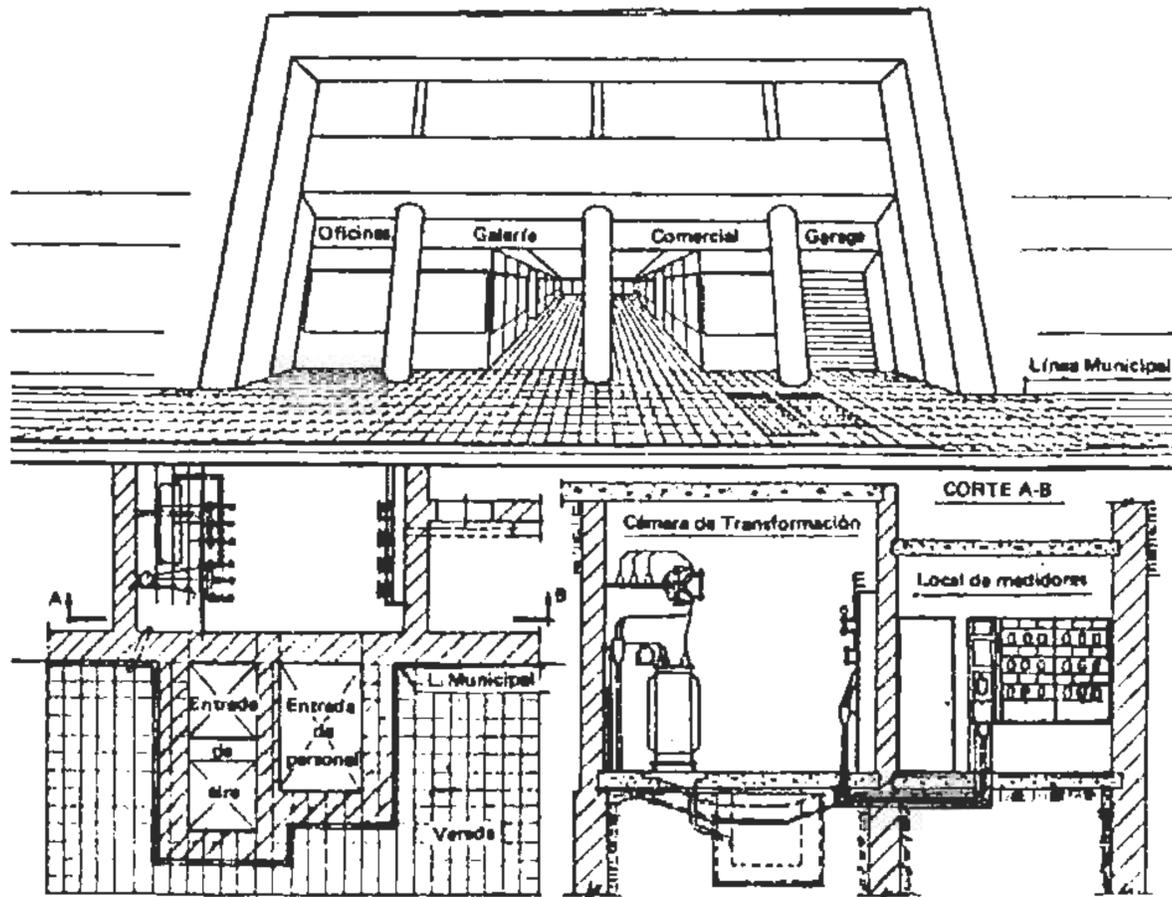
Todos los gabinetes deberán estar provistos de un borne adecuado para la puesta a tierra.

Se detalla un modelo de gabinete comunmente utilizado.





Se determina que las líneas deben ser por lo menos bifilares.



Reglas generales para la disposición de las instalaciones eléctricas

Disposición General

El Reglamento de la AEA establece un esquema general básico, al que debe ajustarse como mínimo toda instalación eléctrica en inmuebles. Se clasifica las instalaciones en *individuales*, cuando cuentan con un solo medidor de energía y *múltiples* cuando se instalen varios medidores según se indica en la figura.

De acuerdo a su ubicación en la instalación, se definen las líneas que componen la misma de la siguiente manera:

De alimentación: es la que vincula la red de la empresa prestataria del servicio eléctrico con los bornes de entrada del medidor de energía.

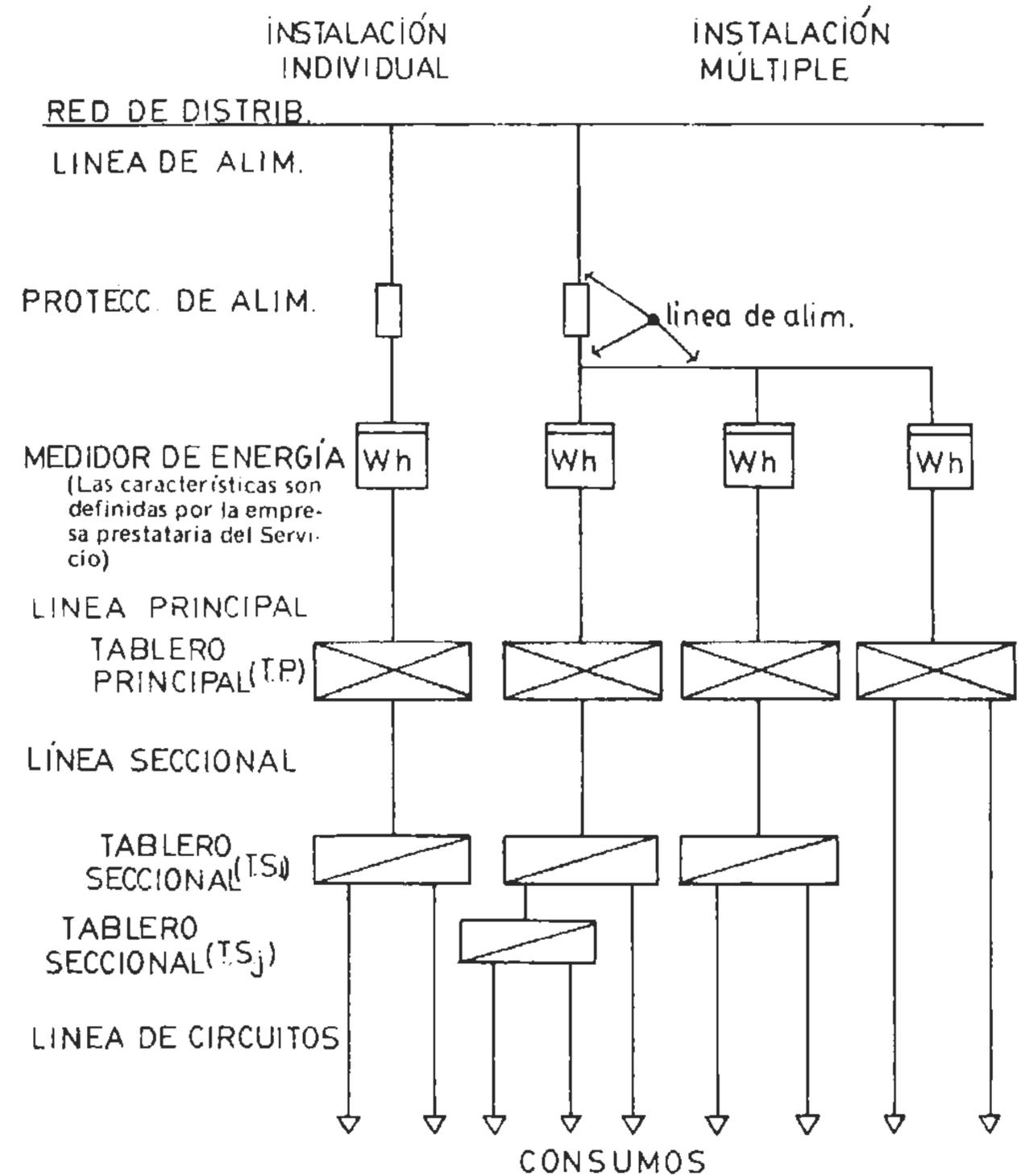
Principal: es la que vincula los bornes de salida del medidor de energía con los bornes de entrada de los equipos de protección y maniobra del tablero principal.

Seccional: es la que vincula los bornes de salida de un tablero con los bornes de entrada del siguiente.

Circuito: es la que vincula los bornes de salida del último tablero con los puntos de conexión de los aparatos de consumo.

Se establece además que el tablero principal y los seccionales pueden estar separados o integrados en una misma ubicación, como el caso por ejemplo de una instalación eléctrica domiciliaria elemental.

ESQUEMA GENERAL



REF: $i = 1, 2, 3, \dots$
 $j = 1, 2, 3, \dots$

Disposiciones sobre conexiones eléctricas

El Reglamento de la AEA establece los requisitos mínimos a cumplir en cuanto a los sistemas de maniobras y protección.

1) Protección de la línea de alimentación y del medidor de energía: esta protección deberá cumplir con los requisitos que establezca la compañía proveedora de energía eléctrica.

2) Tablero principal:

El tablero principal debe instalarse a una distancia lo más corta posible del medidor de energía. Sobre la acometida de la línea principal en dicho tablero, deberá instalarse un interruptor principal. Dicho interruptor deberá estar integrado a los dispositivos de protección instalados en el mismo tablero, cuando de este se derive una única línea seccional.

La protección de cada línea seccional derivada deberá responder a algunas de las siguientes alternativas:

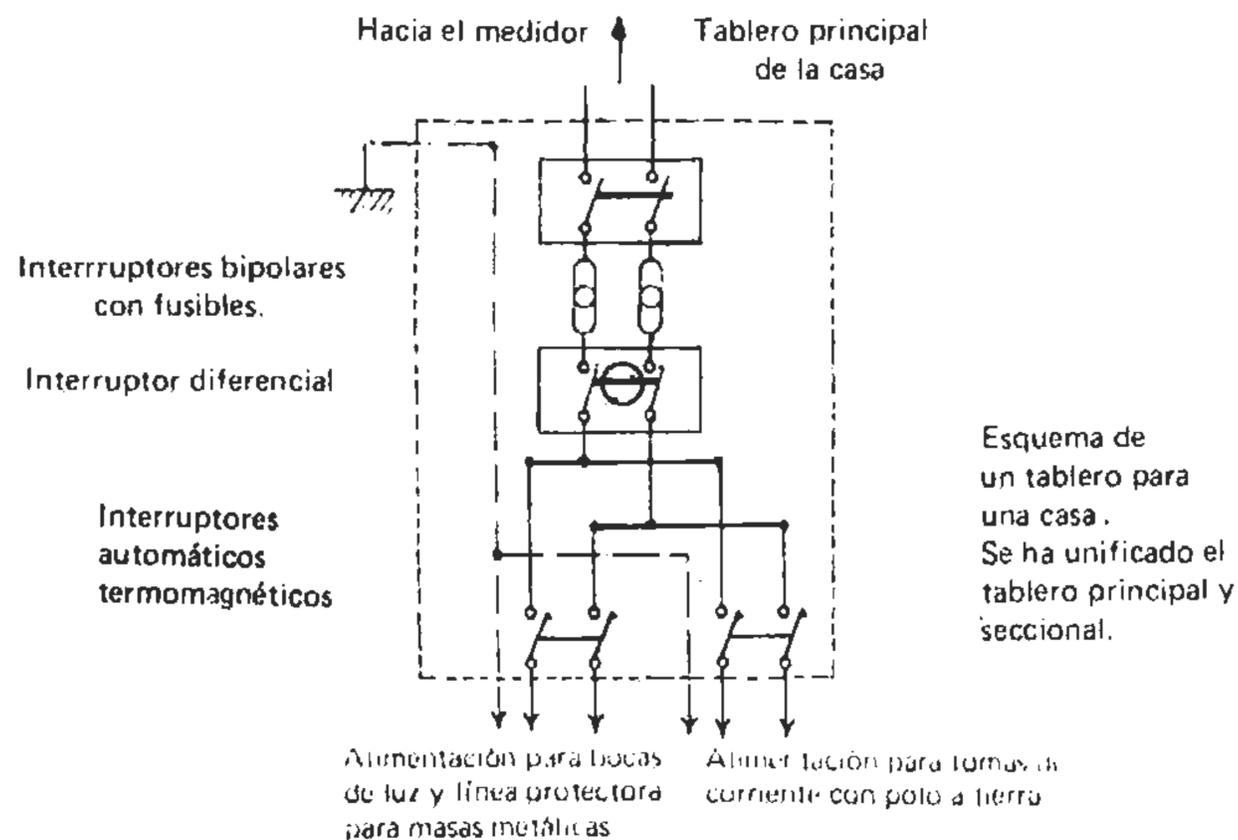
a) Interruptor manual y fusibles (en este orden).

b) Interruptor automático con apertura por sobrecarga y cortocircuito.

3) Tablero seccional:

Como interruptor general en el tablero seccional se utilizará un interruptor automático con apertura por corriente diferencial de fuga (IRAM 2301) de 30 mA como máximo.

Para cada una de las líneas derivadas, un interruptor manual y fusible (en este orden) o interruptor automático con apertura por sobrecarga y cortocircuito.



Los interruptores de los tableros monofásicos deben permitir cortar simultáneamente todos los polos o fases, de modo que la instalación quede sin tensión al operar el mismo. De esa manera, tal cual se ha indicado en la figura, para una línea monofásica el interruptor principal debe ser del tipo bipolar.

Cuando se instalan interruptores y fusibles el orden debe ser primero el interruptor y luego los fusibles, a fin que las personas puedan reemplazar o reparar los fusibles sin tensión.

Además, como factor de mayor seguridad se establece que en caso de instalarse interruptor manual y fusibles, deben poseer un enclavamiento que no permitan que los fusibles puedan ser colocados o extraídos bajo carga, asegurando a la persona que realmente el interruptor esté abierto cuando opera sobre la línea. Este enclavamiento puede lograrse mediante traba de puerta, obstáculo de acceso a los fusibles cuando el interruptor se encuentre cerrado, etc. y en los interruptores automáticos se exige que deben poder ser bloqueados o extraídos siempre en la posición de abiertos.

Conexión de fuerza motriz

La conexión de fuerza motriz provee a un edificio los polos vivos de red y neutro de la red trifásica tetrapolar de distribución. En la figura se detalla un esquema unifilar de a una instalación eléctrica típica de una casa de departamento.

Desde la red de distribución, se instala a una caja de toma, y desde allí la energía eléctrica llega a un gabinete de medidores, que forma parte del tablero principal, tal cual se ha indicado precedentemente.

Se instala un medidor por departamento, desde donde se suministra corriente monofásica, mediante vivo y neutro. A su vez se coloca un medidor de fuerza motriz, para prorratear el costo del consumo eléctrico de los servicios comunes del edificio.

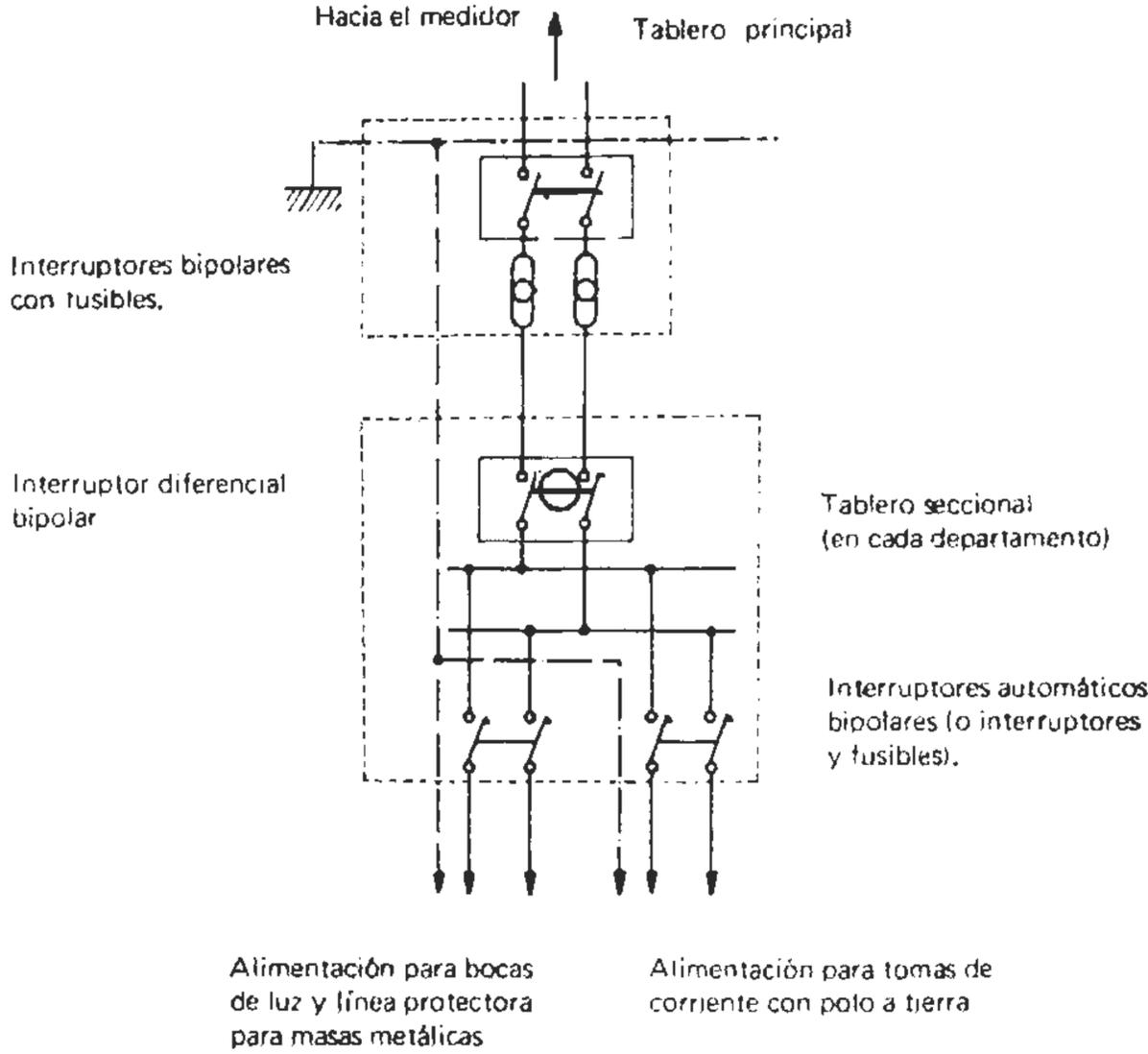
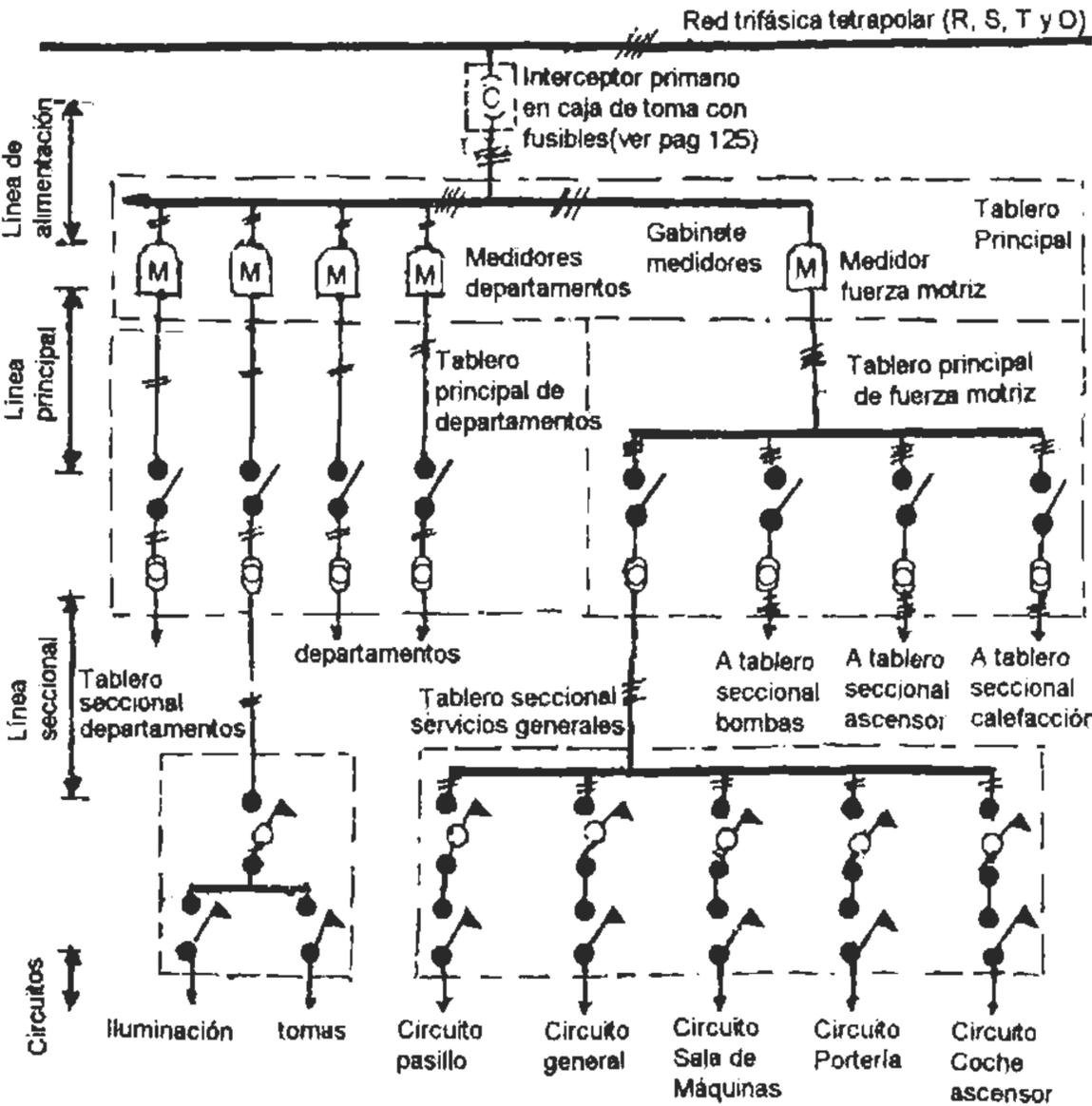
En el desarrollo del proyecto se trata de repartir las carga en forma proporcionada por fases, distribuyendo los conductores vivos R, S y T por grupo equivalentes de departamentos y consumos monofásicos de fuerza motriz.

De cada medidor de departamento sale una línea monofásica protegida con interruptor bipolar y fusible, que llega a cada unidad locativa donde se instala el tablero seccional con protección diferencial e interruptores termomagnéticos o eventualmente interruptores bipolares y fusibles por circuito, como indica la figura.

A su vez, desde el medidor de fuerza motriz, se suministra corriente trifásica tetrapolar hasta una sección destinada a la distribución de fuerza motriz, desde donde se distribuye energía eléctrica a los distintos tableros seccionales de servicios generales, bombeo, ascensor, y calefacción, ubicándose estos últimos en los locales respectivos cercanos a los consumos.

El tablero de servicios generales, que suministra corriente monofásica a los pasillos, locales comunes, sala de máquinas, portería, etc., generalmente se instala como una sección anexa a la de fuerza motriz, constituyendo todo el conjunto el tablero principal del edificio, instalado en un recinto denominado local de medidores.

Esquema unifilar de conexión de fuerza motriz en un edificio de departamento



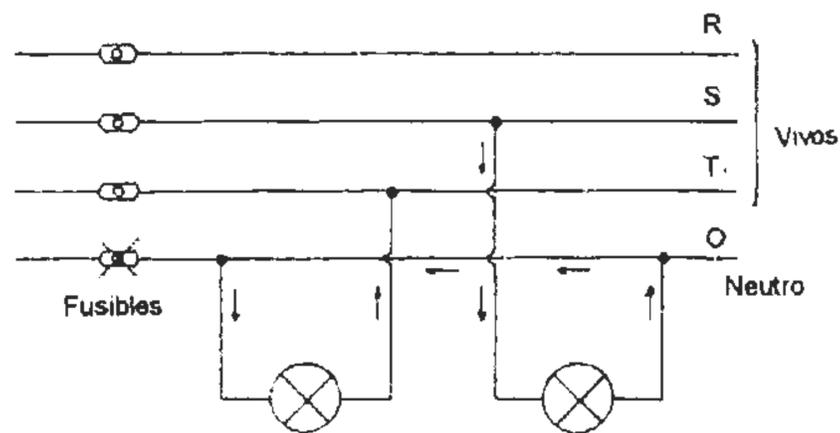
Se establece que en líneas trifásicas tetrapolares, las protecciones solo deben aplicarse sobre los conductores activos o vivos (R, S o T), no debiéndose proteger los conductores neutros de esas líneas.

En efecto, si se supone la conexión de dos lámparas a un circuito trifásico tetrapolar de acuerdo al esquema detallado en la figura, se observa que en caso de quemarse el fusible del conductor neutro, quedan las lámparas interconectadas en serie entre las dos líneas vivas, cuya tensión es de 380 volts, debido a que se forma un puente a través del mismo. Por supuesto, ello de ninguna manera puede ocurrir en un circuito monofásico.

Además, este hecho ocurre también cuando se efectúa el seccionamiento o interrupción del neutro. Por dicho motivo, se determina que solo el interruptor principal debe contar con un dispositivo que permita seccionar el neutro.

Dicho dispositivo, debe ser mecánicamente solidario con el interruptor de modo que permita en el conductor neutro la apertura retardada o el cierre anticipado referido a igual operación de los contactos principales de dicho interruptor. De esa manera, se logra que el conductor neutro esté siempre conectado en la operación del interruptor principal.

Se determina también, que el conductor neutro no debe ser conectado a ninguna masa de la instalación interna del inmueble, incluidas las correspondientes a las cajas, gabinetes u otros accesorios metálicos que se utilicen en el punto de conexión a la red.



Las lámparas quedan conectadas en serie en línea de 380 V.

Sentido de la corriente en caso de quemarse el fusible →

Circuitos Eléctricos

Los circuitos eléctricos constituyen las líneas que vinculan los tableros seccionales con los aparatos de consumo.

Se clasifican en:

- Circuitos para usos generales
- Circuitos para usos especiales
- Circuitos de conexión fija

Circuitos para usos generales

Son circuitos monofásicos que alimentan las bocas de salida de iluminación y tomacorrientes. En las bocas de alumbrado pueden conectarse artefactos de hasta 6 Amper y en los tomacorrientes cargas unitarias de hasta 10 Amper.

Se especifica que el número máximo de bocas de salida no debe ser mayor que 15 y la protección del circuito debe ser de una intensidad no superior a los 16 Amper, no requiriendo protección individual las derivaciones a los artefactos.

Circuitos para usos especiales

Son circuitos de tomacorrientes monofásicos o trifásicos que alimentan consumos unitarios superiores a los 10 Amper, no debiendo contar con protección de intensidad mayor de 25 Amper.

Se consideran dentro de esta categoría también los circuitos que alimentan instalaciones a la intemperie, como parques, jardines, etc.

Circuitos de conexión fija

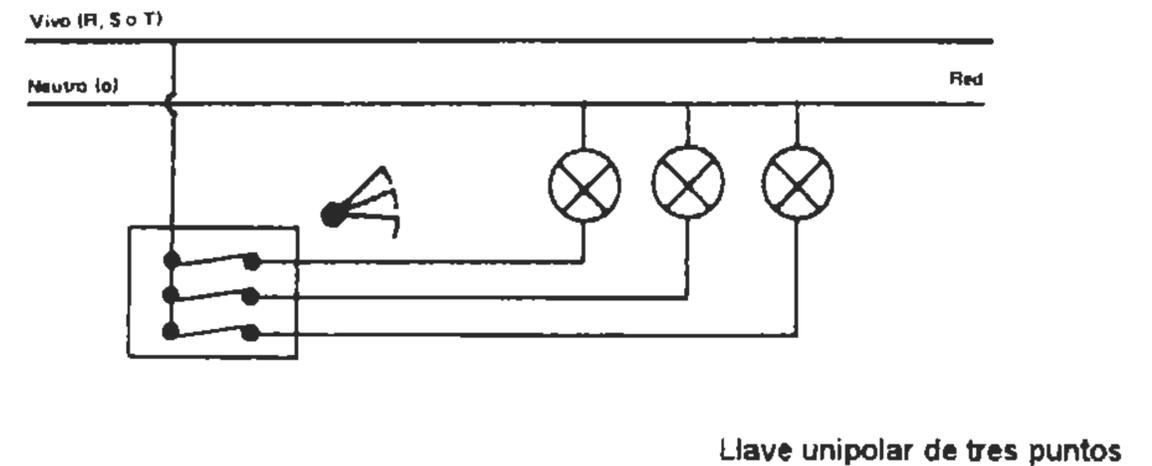
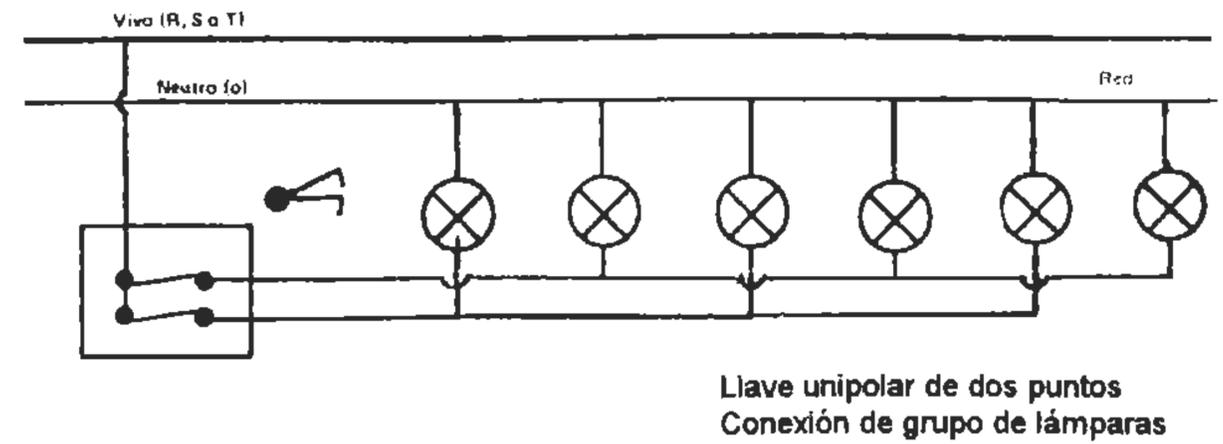
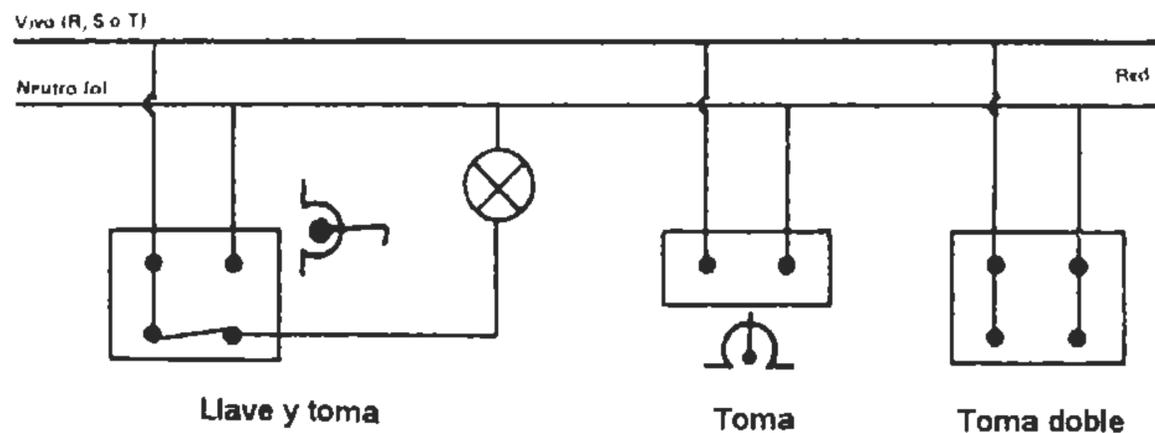
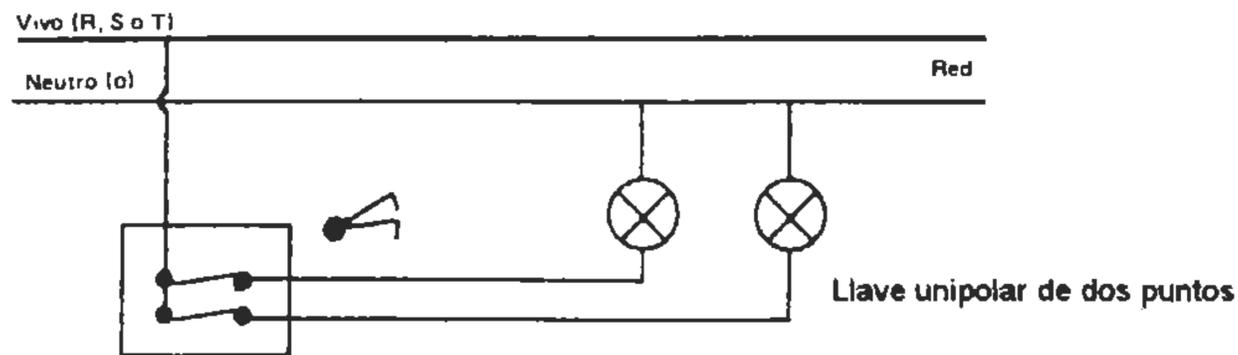
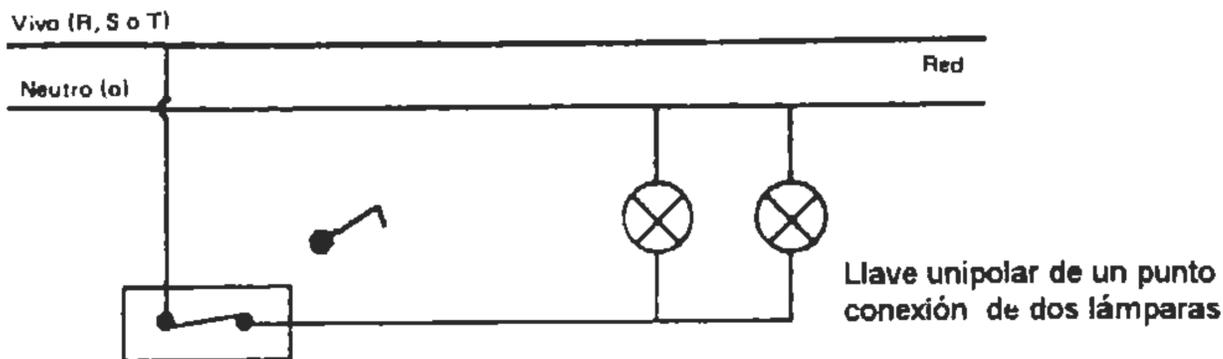
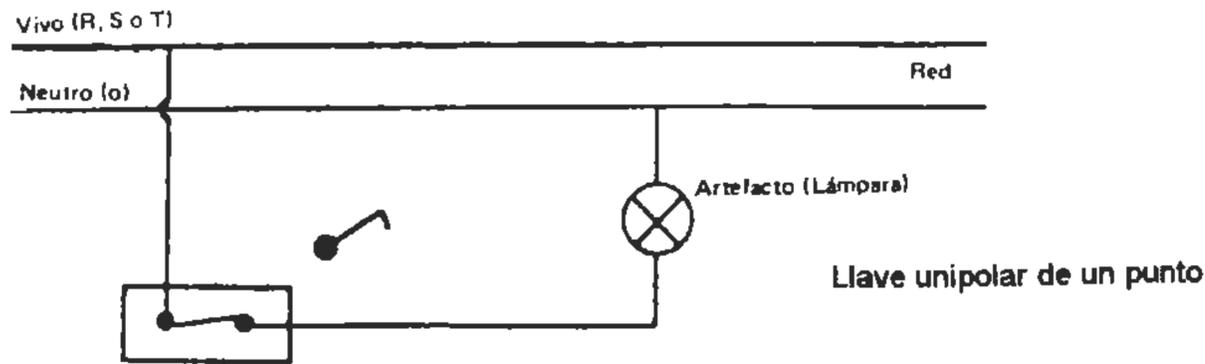
Son circuitos monofásicos o trifásicos que alimentan directamente a los consumos sin la utilización de tomacorrientes, no pudiendo tener derivación alguna. Se trata en general de circuitos destinados a instalaciones de fuerza motriz para alimentar motores eléctricos con protección individual.

Esquemas básicos de circuitos eléctricos

En el diseño de los circuitos eléctricos se emplean interruptores unipolares que deben cortar la circulación de la corriente sobre el conductor activo o vivo de la red de distribución, no debiendo montarse por lo tanto, sobre el conductor neutro.

Este criterio es por razones de seguridad, dado que si una persona accede al artefacto con el interruptor abierto no le llega corriente desde el conductor vivo, que normalmente es la que da origen a accidentes eléctricos.

Esquemas básicos de conexiones

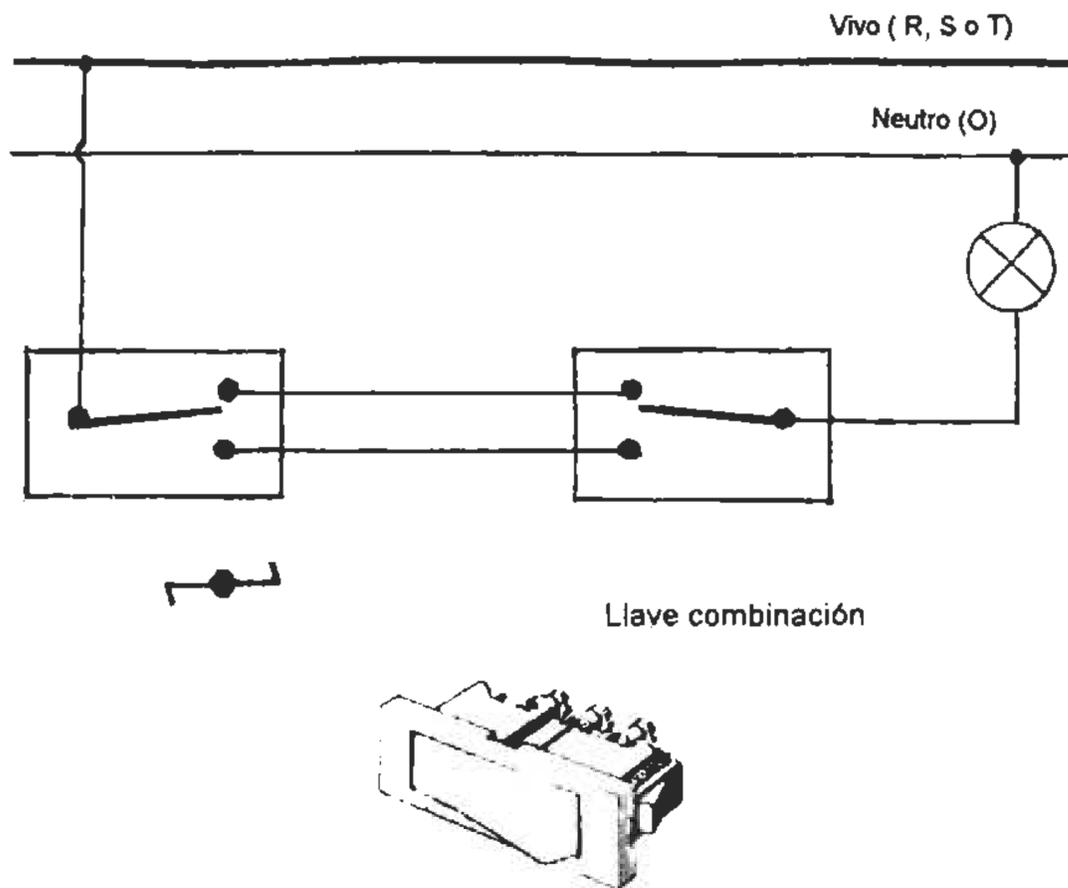


En el proyecto, los interruptores tienen que estar relacionados visualmente con la luminaria que deben operar, no siendo conveniente agruparlos en gran número. En efecto, si no existe una identificación clara se produce el accionamiento inútil de todas las llaves hasta encender la luz que corresponde.

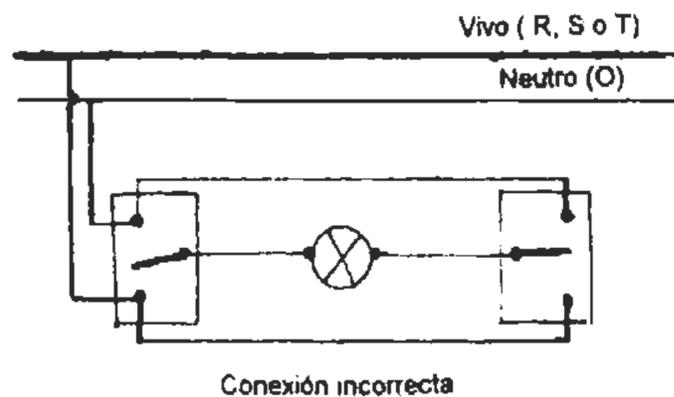
Instalación de llaves de combinación

Cuando se debe proyectar el encendido o apagado de una luminaria o lámpara desde dos o más lugares distintos, se emplea un interruptor especialmente diseñado para ese objetivo, denominado *llave de combinación*.

Si se quiere encender o apagar una luz desde dos puntos distintos de un local, se emplea una llave de combinación de tres puntos. Este tipo de llaves es similar a las comunes diferenciándose porque tiene tres terminales o tornillos de conexión, uno de los cuales se identifica por medio de un color o diferente ubicación de los otros.



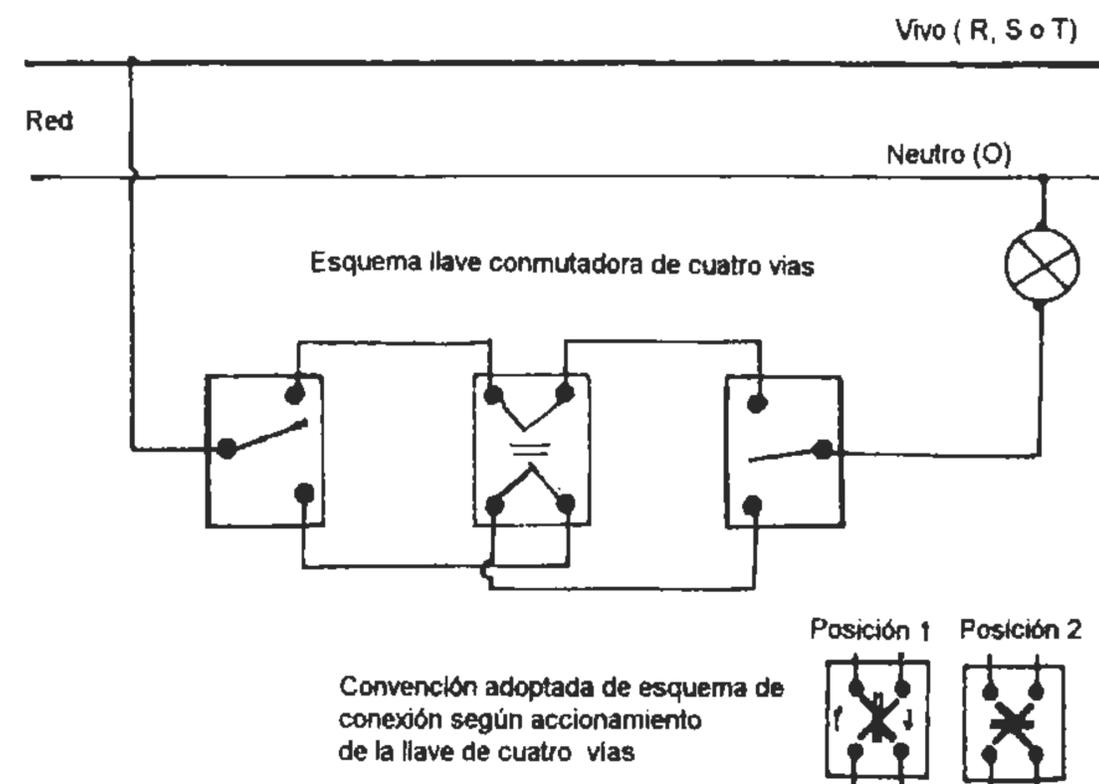
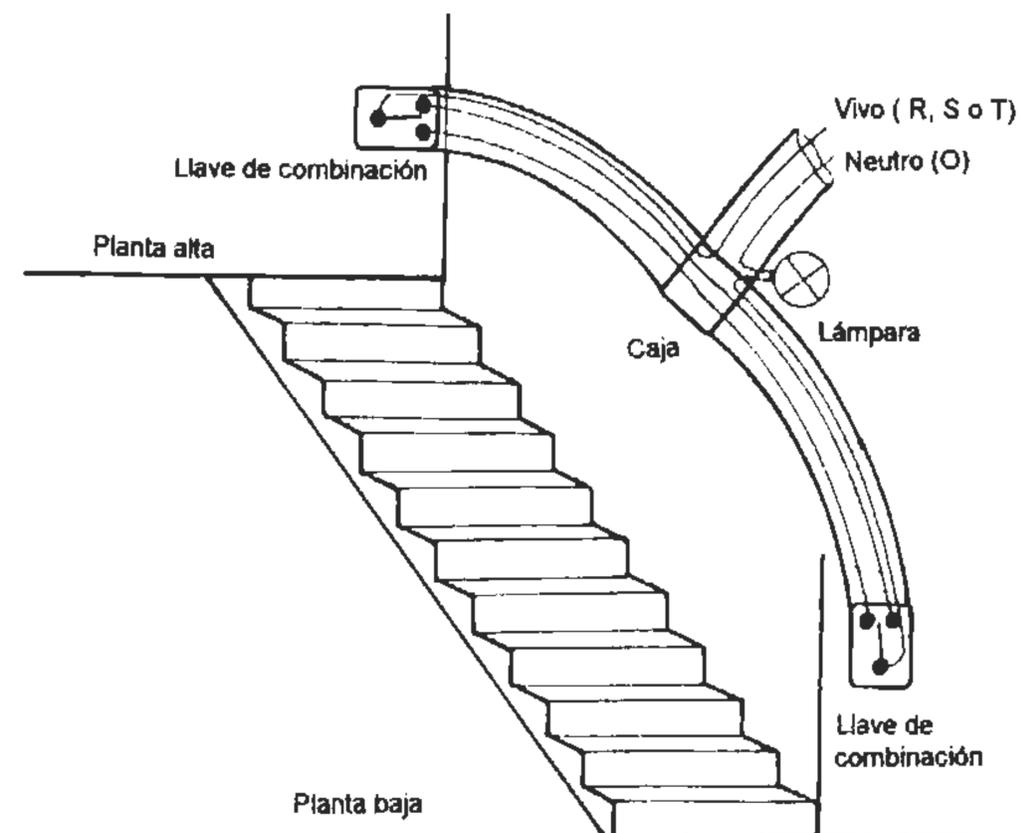
En la figura se indica una forma errónea de conexión de dos llaves de combinación para encender un lámpara, dado que si bien el circuito funciona *queda conectada la lámpara al polo vivo* aunque esté apagada, con el consiguiente riesgo para las personas .



Combinación múltiple o conexión escalera

Es un esquema algo más complicado que se emplea para comandar un centro o grupos de centros desde dos llaves o más llaves a la vez.

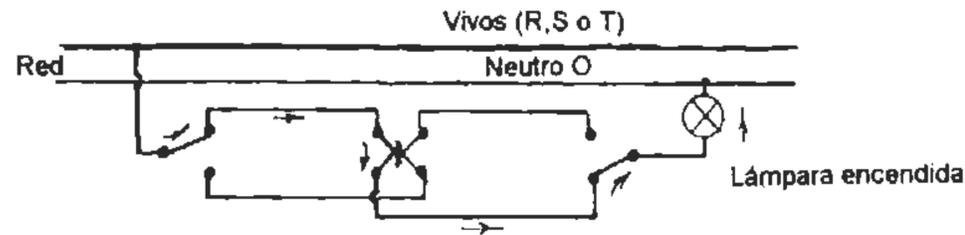
Representación gráfica de un circuito combinación escalera



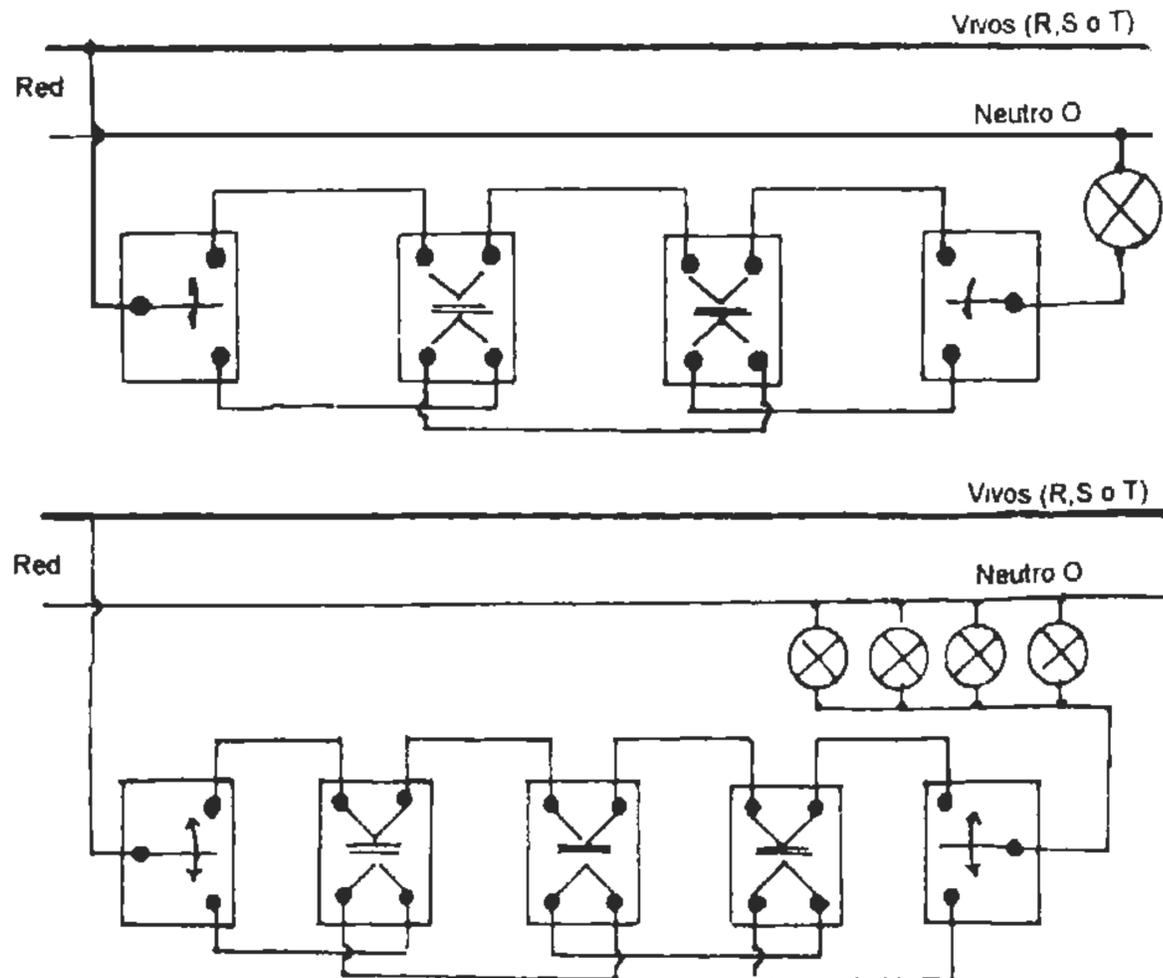
En los extremos del circuito se instalan llaves de combinación de tres vías y en la parte central, se ubican las llaves conmutadoras de cuatro vías, como se detalla en el esquema de la figura.

Se utiliza para aplicaciones mayores que las indicadas precedentemente, por ejemplo, si se quieren accionar las lámparas de planta baja, primer piso y segundo piso de una escalera.

En el detalle de la figura, se indica el sentido de la circulación de la corriente que provoca el encendido de la lámpara, observándose que si se abren cualquiera de los tres interruptores se produce su apagado. Luego, si se acciona algunos de los tres interruptores nuevamente vuelve a encenderse.



Si fuera un número mayor de interruptores o interruptores y lámparas, los esquemas son los que se muestran en las figuras.



Dispositivo automático de escalera

En edificios de cierta envergadura, en los espacios comunes de escaleras y pasillos el accionamiento manual de las luminarias, frecuentemente las dejaría encendidas en forma permanente por descuido o negligencia.

Por dicho motivo, se diseña un circuito especial donde se aplica un dispositivo denominado *automático de escalera*, que consiste en una caja que contiene básicamente una bobina con un contacto normalmente abierto y un elemento de apertura de tiempo retardado regulable.

Para su aplicación se utiliza un *conmutador de tres vías* y el funcionamiento del sistema se detalla en el esquema de la figura, el que se efectúa de acuerdo a lo siguiente:

Fuera de servicio

Contacto a, abre el circuito apagándose todas las lámparas, por ejemplo en las horas del día.

Permanente

Contacto b, cierra el circuito de modo que las lámparas quedan encendidas en forma continua, por ejemplo en el amanecer o anochecer.

Automático

Contacto c, hace funcionar al sistema en forma automática, por ejemplo durante las horas de la noche.

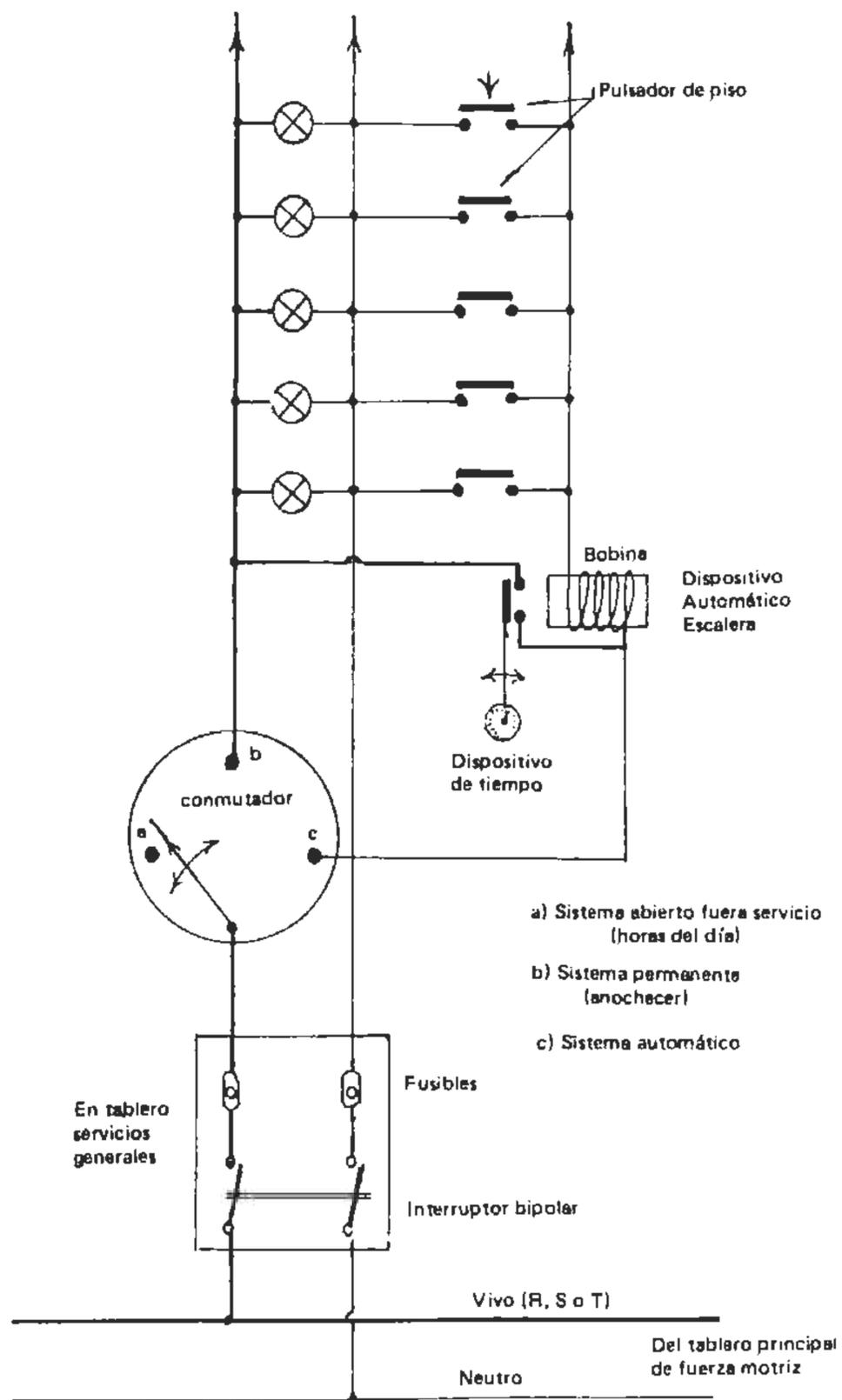
De esa manera, cuando se acciona cualquier *pulsador de piso*, que es un contacto provisorio que se abre rápidamente por medio de un resorte, se produce el cierre del circuito de la bobina del dispositivo automático de escalera, que *atrae y retiene* el contacto indicado en la figura, encendiendo por lo tanto, todas las lámparas del sistema.

Luego de un lapso prefijado en que deben permanecer encendidas las lámparas, un dispositivo de tiempo se encarga de abrir nuevamente el contacto, regulándose en función del período que demora una persona en el recorrido desde la entrada principal hasta el departamento más alejado.

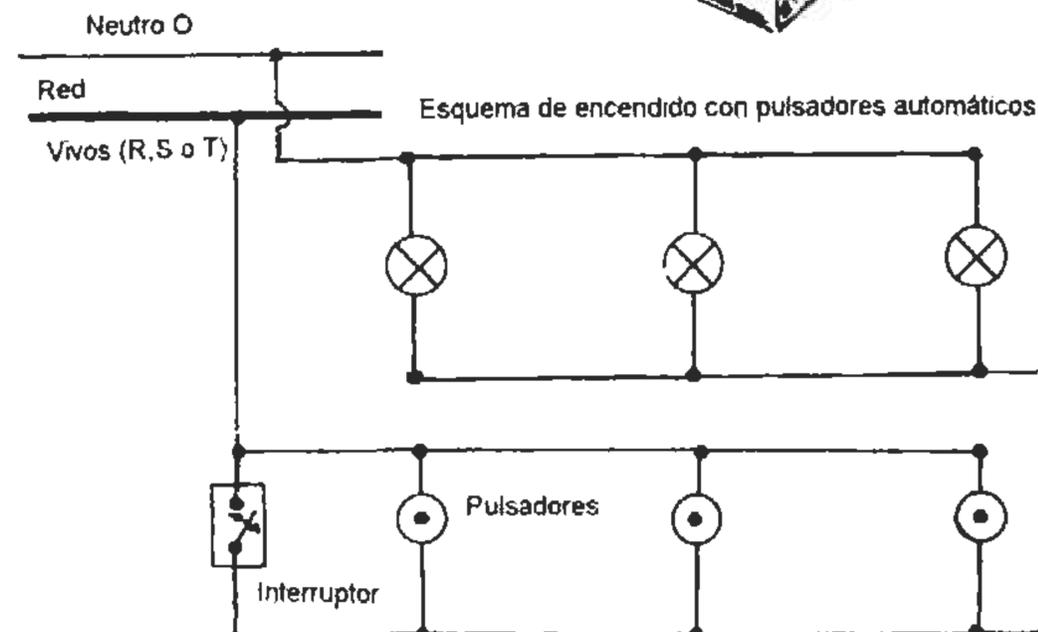
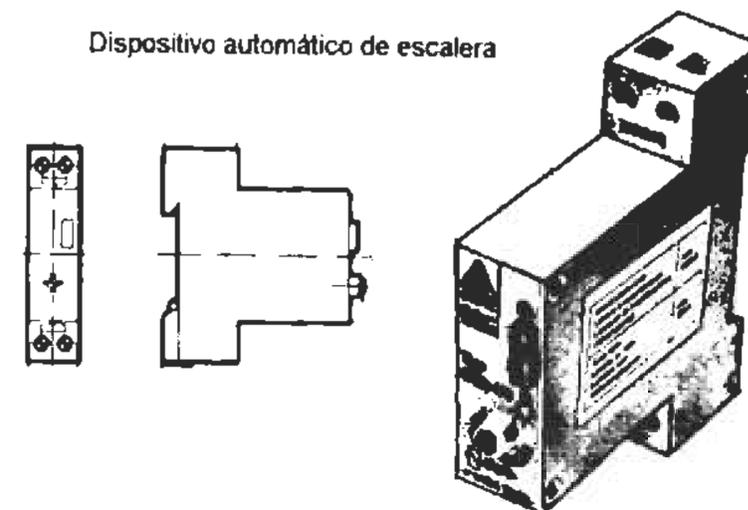
Cuando el número de pulsadores a colocar es más reducido, se utiliza un sistema más simple que consiste en *pulsadores automáticos individuales*, contruidos con un dispositivo a resorte que permite la *desconexión retardada* que puede ser regulable, de acuerdo a las necesidades.

Estos pulsadores cuentan con indicación luminosa de encendido y en el esquema de la figura se detalla un circuito de estas características, observándose que se debe accionar el interruptor si se quiere iluminación permanente.

Dispositivo Automático Iluminación de pasillos



Dispositivo automático de escalera



Factores fundamentales para el diseño de las instalaciones

En el proyecto de una instalación eléctrica deben tenerse en cuenta los siguientes factores básicos:

De orden general

- Economía
- Comodidad para uso y mantenimiento
- Estética
- Optimización, para reducir al mínimo el consumo energético

Cargas eléctricas

- Crecimiento y desarrollo de los sistemas de iluminación y fuerza motriz.
- Nuevas aplicaciones de la electricidad.

De orden técnico

- Protección conveniente de los diferentes circuitos a fin de separar y localizar rápidamente cualquier inconveniente o desperfecto que se presenten.
- Facilidad del reconocimiento de las distintas derivaciones
- Adecuadas condiciones de seguridad para las instalaciones y las personas

Proyecto eléctrico

La ejecución de una instalación eléctrica requiere necesariamente la confección de un proyecto, en base a los requisitos particulares en materia de niveles de iluminación, cantidad y ubicación de los consumos, así como condiciones adecuadas de seguridad y funcionamiento a largo de su vida útil.

Para la realización de los proyectos eléctricos en viviendas el Reglamento de la Asociación Argentina de Electrotécnicos establece el *grado de electrificación*, con objeto de determinar el número de circuitos y los puntos de utilización que debe considerarse como mínimo en una instalación, de acuerdo a lo siguiente:

Electrificación mínima

- Potencia máxima simultánea 3000 W
- Hasta 60 m2 de superficie del edificio
- Como mínimo:
- Un circuito de para bocas de alumbrado
- Un circuito para tomacorrientes

Electrificación media

- Potencia máxima simultánea 6000 W
- Hasta 150 m2 de superficie del edificio
- Como mínimo:
- Un circuito para bocas de alumbrado
- Un circuito para tomacorrientes
- Un circuito para usos especiales

Electrificación elevada

- Potencia máxima simultánea mas de 6000 W
- Mas de 150 m2 de superficie del edificio
- Como mínimo:
- Dos circuitos para bocas de alumbrado
- Dos circuitos para tomacorrientes
- Dos circuitos para usos especiales

En función del grado de electrificación que corresponde a la vivienda, se establecen *los puntos de utilización mínimos*, que han sido consignados en la tabla.

Puntos de utilización mínimo para proyectos de instalaciones eléctricas

Grado de electrificación	Demanda de pot. máx. simult.	Límite de aplicación de superf.	Número mínimo de circuitos		Puntos mínimos de utilización						O.B.S.		
			Nº	tipo	Sala de estar y comedor	Dormitorios	Cocina	Baño	Vestíbulo	Pasillo			
Mínima	hasta 3000W	hasta 60 m2	1	Alumbrado	1 boca de alumbrado cada 20 m2	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	Se agrega a cada habitac. los tomas necesarios para artefactos de calefacción, aire acondicionado u otros de similar consumo.
			1	Toma-corriente	1 tomacorriente cada 6 m2	2 tomas	3 tomas	1 toma	1 toma	1 toma	1 toma cada 5 m	1 toma cada 5 m	
			1	Usos especiales			1 toma por artefacto de ubicac. fija						
Media	hasta 6000W	hasta 150 m2	1	Alumbrado	1 boca de alumbrado cada 20 m2	1 boca de alumbrado	2 bocas de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	Se agrega a cada habitac. los tomas necesarios para artefactos de calefacción, aire acondicionado u otros de similar consumo.
			1	Toma-corriente	1 toma cada 6m2	3 tomas	3 tomas	1 toma	1 toma	1 toma cada 12 m2	1 toma cada 12 m2	1 toma cada 5 m	
			1	Usos especiales			1 toma por artefacto de ubicac. fija						
Elevada	más de 6000W	más de 150m2	2	Alumbrado	1 boca de alumbrado cada 20 m2	1 boca de alumbrado	2 bocas de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	1 boca de alumbrado	Se agrega a cada habitac. los tomas necesarios para artefactos de calefacción, aire acondicionado u otros de similar consumo.
			2	Toma-corriente	1 toma cada 6 m2	3 tomas	3 tomas	1 toma	1 toma	1 toma cada 12 m2	1 toma cada 12 m2	1 toma cada 5 m	
			2	Usos especiales			1 toma por artefacto de ubicac. fija						

Se establece que las líneas *deben ser por lo menos bifilares* y los conductores pertenecientes *deben ubicarse en conjunto* en las cañerías y no individualmente, incluyendo además, el conductor de protección para puesta a tierra.

Para una adecuada prevención, aún en el caso de electrificación mínima, se exige como mínimo un circuito uno para alumbrado y otro para tomacorrientes perfectamente diferenciados, por lo cual, *cada local es abastecido por dos circuitos* y en caso de falla de uno de ellos, siempre cuenta con suministro de energía eléctrica.

Además, este criterio de diseño permite reforzar convenientemente los conductores del circuito de tomacorrientes, dado que en muchos casos la potencia eléctrica del artefacto que puede llegar a conectarse no es conocida y puede ser muy elevada.

Con objeto que los *circuitos no sean excesivamente sobrecargados* se admite un máximo de 15 bocas de salida, entendiéndose como *boca de salida* los puntos de consumo eléctrico como artefactos de iluminación o tomacorrientes, no incluyéndose dentro de este cómputo las cajas de interruptores. Por otra parte *se limita la intensidad de protección* de los circuitos de usos generales a 16 Amper.

Si bien las líneas de los circuitos de iluminación y tomacorrientes deben ser independientes, se admite a fin de solucionar alguna dificultad en el proyecto que los conductores que puedan alojarse en una misma cañería, *pero no deben alimentar una misma boca de salida*. En caso de boca de salida mixta como interruptor y tomacorriente, está última debe estar conectada al *circuito de iluminación* correspondiente al interruptor.

Los conductores de alimentación para circuitos especiales, deben contar con cañerías individuales y las líneas seccionales deben estar alojadas en caños independientes, admitiéndose en un mismo caño conductores que correspondan a un mismo medidor.

Ubicación de elementos

En caso de casos de casas de departamentos debe ubicarse el tablero en el *centro de gravedad de las cargas eléctricas* a fin de que las caídas de tensión sean equivalentes en todos los artefactos que componen el circuito.

Los interruptores suelen ubicarse de 0,90 a 1,20 m. con respecto al nivel del piso, debiendo tener en cuenta *la mano de abrir* de las puertas, colocándoselos de 10 a 20 cm del marco de la puerta, del lado de la cerradura.

Los tomacorrientes se disponen de 0,30 a 0,40 m. del nivel del piso o combinados conjuntamente con los interruptores a la altura indicada para de éstos.

En las escaleras conviene colocar un interruptor en cada descanso de piso y en caso de sótanos es conveniente que el interruptor sea exterior combinado con uno interior.

Recomendaciones para la distribución de bocas de alimentación (1444)

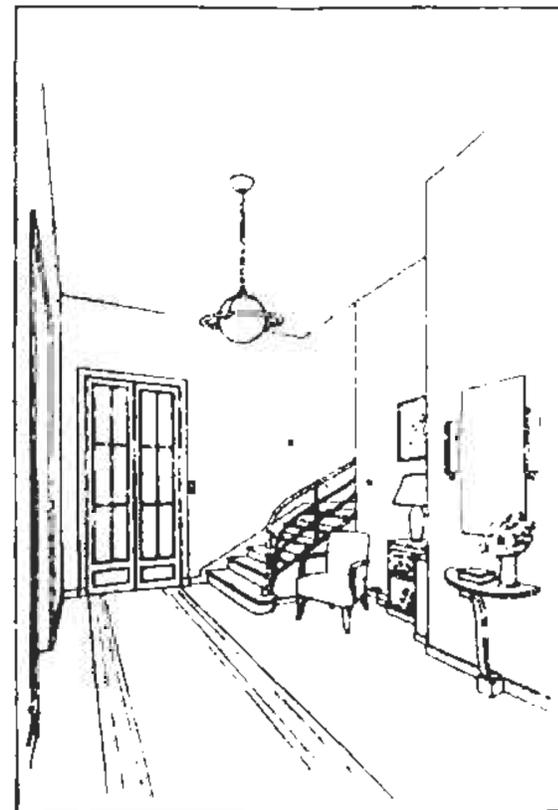
Ambiente	Bocas de centro	Bocas de pared	Toma-corrientes	Bocas para llaves	Observaciones
Entrada principal	1 ó bien ...	2 ó 1 1 exterior	...	1 ...	Para N° de la casa iluminado. Un toma-corriente tipo intemperie.
Otras entradas	1 ó bien	1	...	1	
Porch cubierto	1 (min)	...	...	1	Una boca para iluminación por cada 10 m ² o fracción.
Terraza, patio,		1 (min) ...	...	1 ...	* Una toma-corriente tipo intemperie cada 5 m de longitud o fracción.
Escalera	2 ó bien	2	...	2	Una boca en el centro o una en cada descanso con llaves de 3 vías para encendido desde las dos plantas. Un toma-corriente cada 6-8 m. de pared.
Hall y vestíbulo	1 (min) ó bien ...	1 (min) ...	...	1 ...	
Living-room, biblioteca, hall de recepción, dormitorio, etc.	1 ...	...	...	*	* Llaves de doble encendido para ambientes importantes. ** Bocas para apliques. *** Por lo menos un toma-corriente cada 5 m. de pared.
Placards de 1 m de profundidad	1 ó bien	1	...	1	Control múltiple. Los toma-corrientes deben ser dispuestos de tal modo que puedan alimentar convenientemente distintos aparatos.
Comedor	1 ...	...	...	1	
Comedor chico o ante-comedor	1	...	...	1	
Cocina	1 ...	...	...	1	* Bocas sobre los espacios destinados a trabajos importantes. ** Bocas para cocina y tanque de agua. Toma-corriente para heladera, reloj, batidora, plancha, etc.
Ante-cocina, despensa	1 ó bien ...	1	...	1	

Cuarto de baño	1 ó bien 2	...	1	...	1	Las bocas de centro pueden ser omitidas en los pequeños cuartos de baño.
	...	...	1	...	...
Piezas de servicio	1	1	1	* Boca para secador de ropa y lavarropas.
	...	...	1	...	...
Lavaderos	1	...	...	1	1
	...	•	* Con lámpara piloto manejada desde el piso inmediato superior.
	...	...	2 (min)	...	...
Subsuelo y sótano	1	1	1	* En cantidad suficiente si se utiliza para fines especiales.
	...	...	1 (min)	...	...
	• ó bien •	•	Mayor cantidad de salidas cuando hay más de un coche. Luz en el interior manejada desde la casa o garage por llave de combinación
Garage	1 ó bien 2	...	...	1	1
	1	...	...	2	2
	1	



Comedor

Artefacto central: 1 x 100 W, 8 x 25 W
 Artefactos murales: 4 x 25 W
 Iluminación de vitrina: 6 x 15 W
 Toma corrientes para
 Televisor
 Cafetera
 Tetera
 Tostador de pan
 Ventilador
 Estufa, etc



Hall de entrada

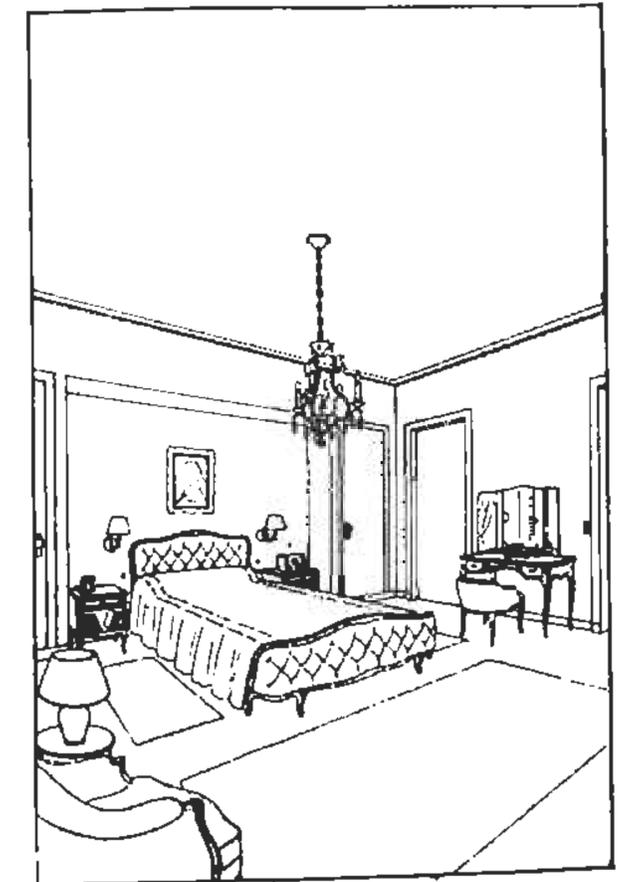
Iluminación central: 100 W
 Iluminación del espejo: 2 x 60 W
 Artefacto decorativo: 40 W
 Toma corrientes para:
 Lámparas
 Relojes
 Aspirador de polvo
 Lustrador de piso

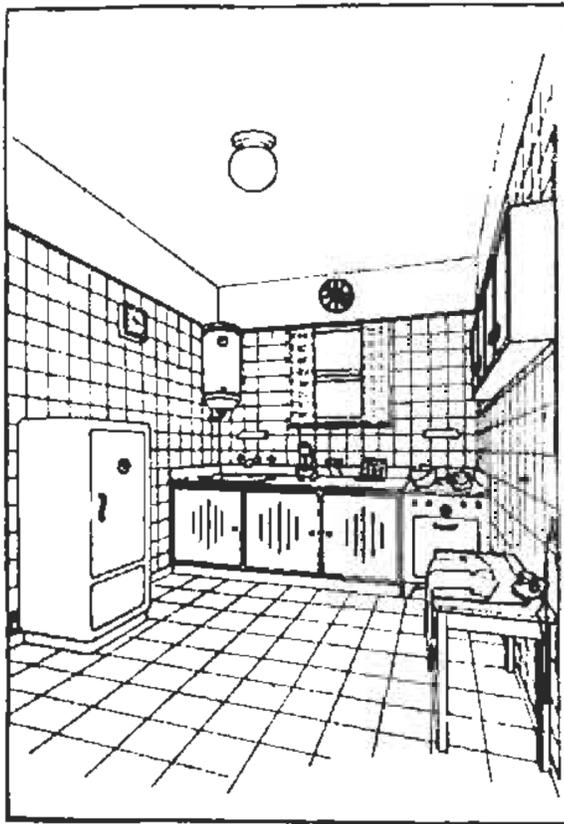
Dormitorio

Artefacto central: 1 x 100 W
 3 x 40 W
 Iluminación de la cama: 2 x 25 W
 Iluminación del espejo: 2 x 25 W

Toma corrientes para:

Televisor
 Reloj
 Almohadilla
 Receptor de radio
 Secador de cabello
 Rizador de cabello
 Ventilador
 Estufa, etc



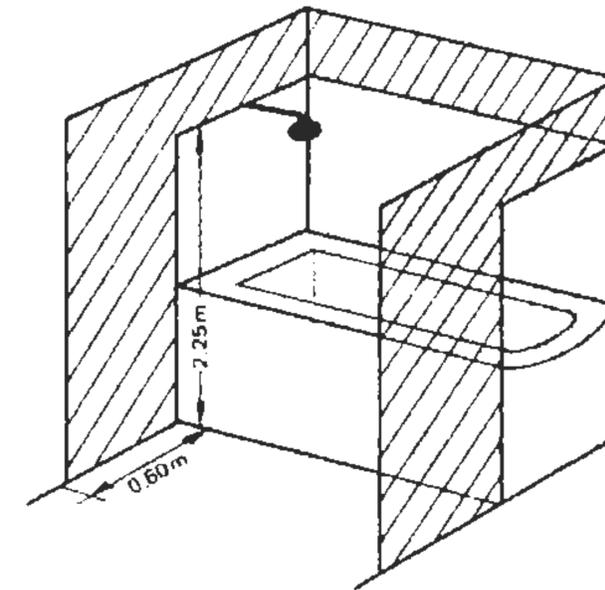


Cocina

Alumbrado central: 75 W
 Alumbrado funcional: 2 x 60 W

Conexión para cocina
 " " secador de ropa
 " " tanque de agua
 " " reloj
 " " extractor de aire

Toma-corrientes para
 Heladera
 Plancha
 Batidora
 Exprimidora
 Televisor
 Tostador de pan
 Máquina de café, etc.

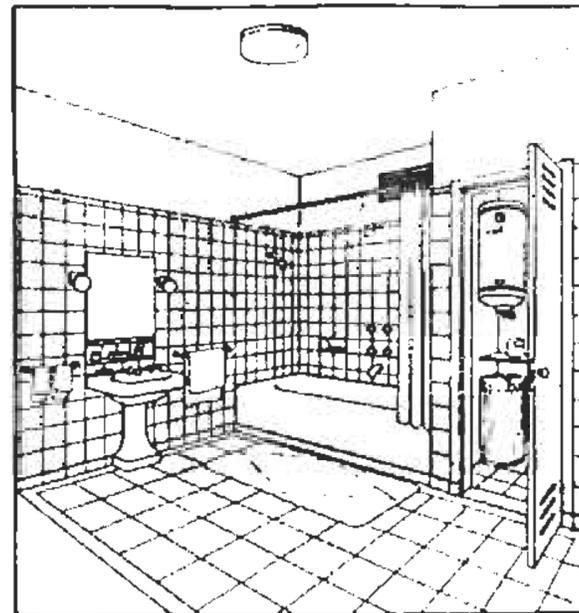


 ZONA DE PROTECCION
 ZONA DE PELIGRO

Cuarto de baño

Iluminación central: 60 W
 Iluminación del espejo: 2 x 25 W
 Conexión para el tanque de agua
 Toma-corrientes para:

Máquina de afeitar
 Rizador de cabello
 Secador de cabello
 Estufa,
 etc.



En Salas de baño el Reglamento de la AEA define las siguientes zonas debido a los riesgos que origina el uso de la electricidad en esos Locales:

- Zona de peligro: delimitada por el perímetro de la bañera con una altura de 2,25 m desde su fondo. Allí no podrán instalarse aparatos, equipos ni canalizaciones eléctricas a la vista (tableros, interruptores, tomas, calefones eléctricos, artefactos de iluminación, cajas, etc.).
- Zona de protección: delimitada por el perímetro que excede en 0,60 m de la bañera o ducha hasta la altura del cielorraso. Allí solo podrán instalarse artefactos eléctricos de instalaciones fijas, protegidos contra proyecciones de agua.
- Zona sin restricciones: el volumen de la sala de baño, exterior a la zona de protección.

Normas para la ejecución de planos

El Reglamento de la AEA establece que no deberán realizar instalaciones eléctricas sin la existencia previa de un proyecto que constará de planos y memoria técnica elaborados por un profesional competente en la especialidad.

Colores convencionales:

Generalidades:	Negro:	Carátula, leyendas, planta de arquitectura (sin acotar), planilla de referencias, etc.
Tensión común:	Rojo Bermellón:	Líneas de alimentación, circuitos de luz.
Baja tensión:	Azul:	Sistemas de fuerza motriz.
	Verde:	Campanillas.
	Amarillo:	Bocas de salida de teléfonos y televisión.
	Marrón:	Bocas de salida portero eléctrico y teléfonos internos.

Escalas:

Plantas de arquitectura (sin acotar) 1:100. Detalles técnicos 1:20
 Tableros eléctricos 1:10.

Símbolos convencionales:

En base a los Símbolos Gráficos Electrotécnicos del IRAM para instalaciones de alumbrado, calefacción y fuerza motriz. Norma Iram 2010.

Dibujos:

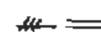
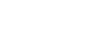
Cada plano debe contener;

- Todas las plantas de arquitectura con la ubicación de tableros (Prin-

cial, seccional) Bocas de salida (luz, llave, tomas, etc.) y las canalizaciones debidamente acotadas (Diámetro interior de tubos, circuitos, cantidad y sección en mm² de los conductores).

- b) Ubicación en las plantas de arquitectura de las bocas de salida de los sistemas de baja tensión. (No se indican las canalizaciones).
- c) Corte y vista acotados en escala 1:10 de los tableros empleados.
- d) Cuadro de referencias que indica el número de cada circuito, su destino (Unidad N° ...) Cantidad de bocas, Carga en Watts, Corriente total en Amper, Largo (m) empleados en cada sección de conductor y diámetro de tubo.
- e) Como el plano de proyecto se emplea para el cómputo de materiales y pedido de presupuestos, se acostumbra agregar los cuadros de referencia para los circuitos de baja tensión y fuerza motriz.

Símbolos convencionales para instalaciones eléctricas en inmuebles (IRAM)

	Línea de alumbrado
	Línea de Fuerza Motriz o Calefacción
	Línea de señales
	Línea telefónica para servicio externo
	Línea telefónica para servicio interno
	Línea subterránea
	Circuito de dos conductores
	Circuito de tres conductores
	Circuito de cuatro conductores
	Línea de conductores en cañería de acero.

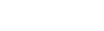
El diámetro interno del caño, en milímetros, se indica con un número colocado arriba del símbolo de la línea, y la sección de los conductores, en milímetros cuadrados, debajo.

Ej.: Línea para fuerza motriz de 3 conductores de 6 mm² de sección, en caño de acero de 18 mm de diámetro interno.

Si en una instalación existen circuitos en cañerías de acero, sobre aisladores u otro sistema, se usarán los siguientes símbolos colocados sobre el correspondiente de la línea:

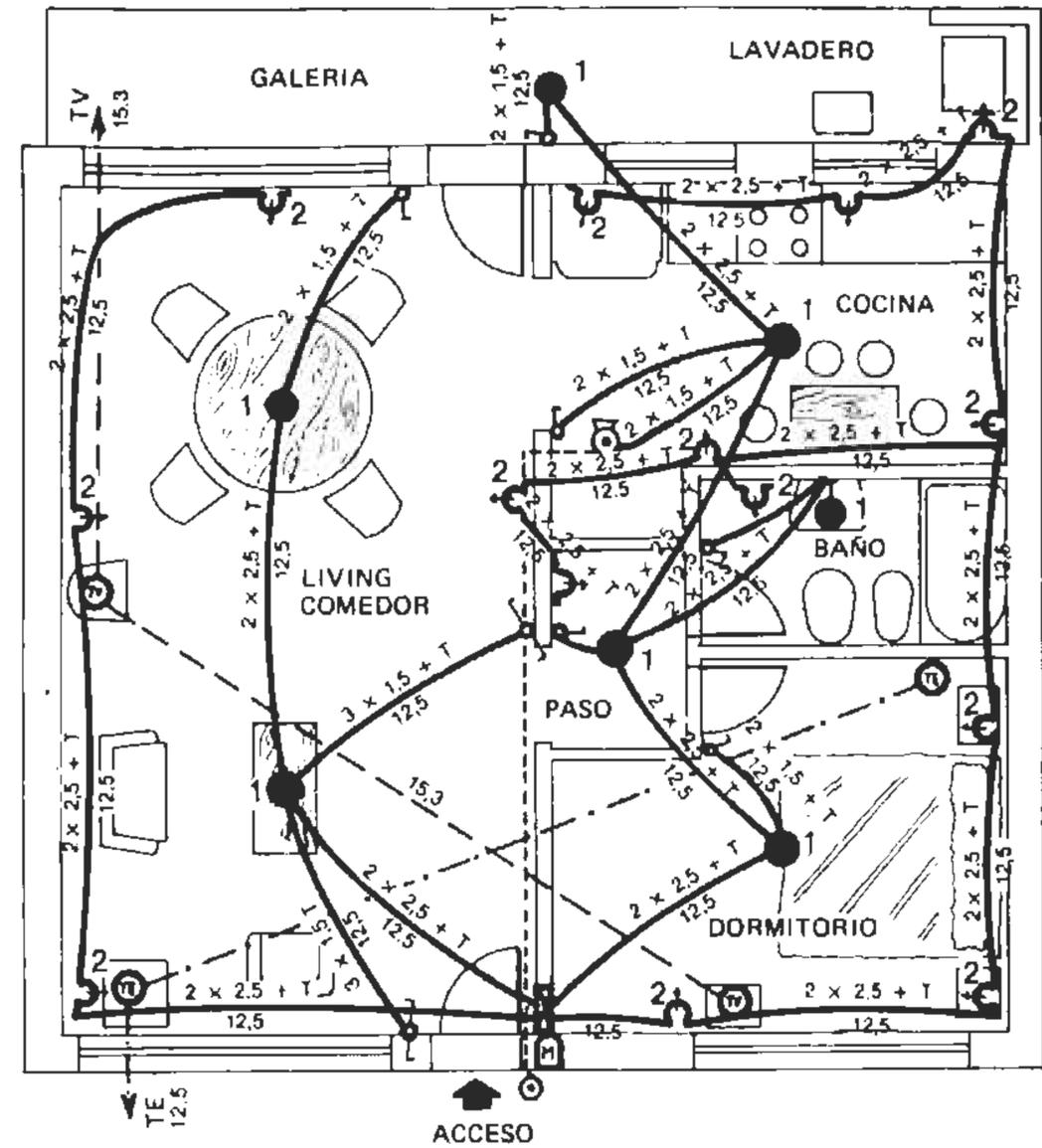
	Cañería de acero
	Sobre aisladores
	Conductor protegido
	Línea que conduce energía, hacia arriba
	Cortocircuito fusible a ficha o rosca, bipolar
	Cortocircuito fusible a cartucho, tripolar.
	Llave interruptora, unipolar
	Llave interruptora, bipolar

	Llave interruptora tripolar
	Llave interruptora, doble
	Llave interruptora, triple
	Llave conmutadora de cambio o combinación
	Línea que conduce energía desde arriba
	Línea que conduce energía, hacia abajo
	Línea que conduce energía, desde abajo
	Interruptor en aire, unipolar
	Interruptor en aire, bipolar
	Interruptor en aire, tripolar
	Interruptor automático (disyuntor) en aire, unipolar.
	Interruptor automático (disyuntor) en aire, bipolar
	Interruptor automático (disyuntor) en aire, tripolar
	Conmutador de palanca, unipolar
	Conmutador de palanca, bipolar
	Conmutador de palanca, tripolar
	Caja de derivación

	Tablero de distribución, principal
	Tablero de distribución, secundario
	Transformador
	Botón de campanilla
	Perilla de campanilla
	Botón de campanilla para piso
	Campanilla
	Llave conmutadora inversora
	Tomacorriente
	Tomacorriente, con contacto a tierra
	Tomacorriente, para fuerza motriz o calefacción
	Tomacorriente protegido, para piso
	Boca, de techo, para un efecto
	Boca, de techo, para dos efectos
	Boca, de techo, para tres efectos
	Boca, de pared, para un efecto
	Boca, de pared para dos efectos
Instalaciones de Alumbrado o Fuerza Motriz	
	Boca de Luz vigía
	Iluminación por gargantas
	Boca trifásica 20 A

-  Extractor de aire
-  Instalaciones de Campanillas
-  Caja de paso
-  Instalación de pararrayos
-  Punta de recepción
-  Conductor de cobre
-  Toma de tierra
-  Instalación de teléfonos
-  Central de Teléfonos
-  Teléfono de conferencia
-  Teléfono de conferencia con micro-altavoz
-  Teléfono maestro de conferencia con microaltavoz
-  Teléfono de portería
-  Cuadro indicador. Ej.: de 4 líneas
-  Boca para teléfono de servicio externo
-  Boca para teléfono de servicio interno
-  Interruptor automático (disyuntor), de tiempo para escalera
-  Botón para interruptor automático (disyuntor) de tiempo, para escalera

-  Caja para medidor
-  Boca para fuerza motriz o calefacción
-  Portero eléctrico
-  Instalación de Busca Personas
-  Busca persona con luces y zumbador el número indica la cantidad de luces
-  Instalación de control de serenos
-  Avisador de control sereno
-  Central de control
-  Instalación de señales luminosas
-  Lámpara piloto de 1 color
-  Lámpara piloto de 2 colores
-  Lámpara de grupo en pasillos
-  Toma con botones para 2 colores
-  Toma con 1 perilla de llamada
-  Toma con 2 perillas de llamada
-  Botonera de llamadas
-  Tablero de anulación para llamadas



Se trata de un edificio menor de 60 m² proyectándose de acuerdo al criterio de electrificación mínima.

Se divide el proyecto en dos circuitos que parten del tablero principal ubicado en el Living Comedor, junto al medidor colocado en el frente del edificio.

SIMBOLOS GRAFICOS

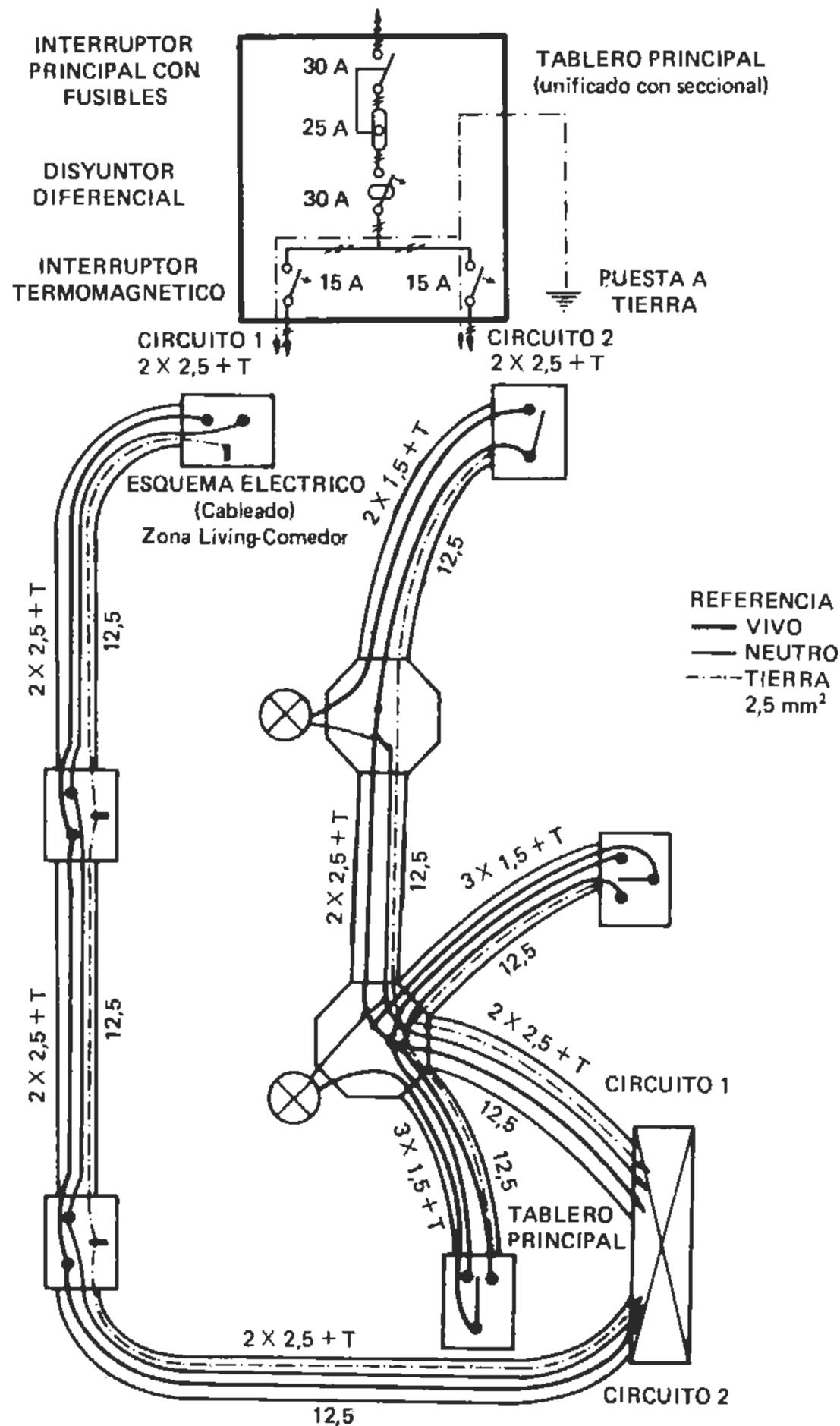
-  Tablero principal
-  Toma c/polo a tierra
-  Llave interruptora unipolar
-  Llave combinación
-  Boca de pared
-  Boca de techo
-  Teléfono
-  Antena televisión
-  Pulsador
-  Campanilla
-  Conductor a tierra (2.5mm²)
-  Medidor

Ejemplo de proyecto de una instalación

Supóngase una planta de vivienda unifamiliar. El proyecto de la instalación comienza mediante la distribución de artefactos.

Para la designación de los elementos se emplea la simbología establecidas por la Norma IRAM.

Local	Circuito 1 alumbrado	Circuito 2 tomas
Living-comedor	2 bocas techo	4 tomas
Dormitorio	1 boca techo	3 tomas
Paso	1 boca techo	1 toma
Cocina	1 boca techo	4 toma
Baño	1 boca pared	1 toma
Lavadero (galería)	1 boca techo	1 toma
Total	7 bocas	14 tomas



Dimensionamiento de conductores

El criterio para el dimensionamiento de conductores se basa en ciertas condiciones que deben satisfacerse simultáneamente.

Así el Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina establece que los conductores deben tener suficiente resistencia mecánica, no estar sometidos a calentamiento y no ocasionen al circular corriente, caída excesiva de tensiones.

Resumiendo entonces, los factores de diseño de los conductores son los siguientes:

- | | | |
|--------------------|---------------|---------------------------------------|
| Factores de diseño | 1) Eléctricos | a) Pérdida de energía (calentamiento) |
| | | b) Caída de tensión |
| | 2) Mecánicos | c) Resistencia |

Se analizará entonces cada caso en particular

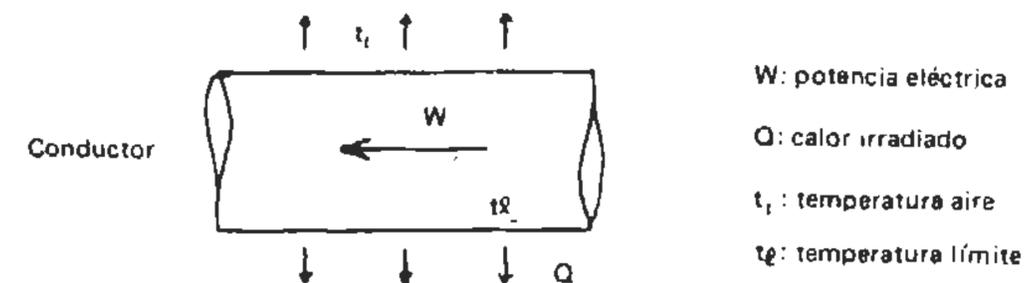
1) Consideraciones eléctricas

a) Calentamiento:

Un conductor ofrece una resistencia al paso de la corriente; dicha resistencia genera calor por efecto Joule. Este efecto establece que se produce en todo conductor una *transformación permanente de energía eléctrica en calórica*.

De esa manera se eleva la temperatura del cable cediendo el calor al medio ambiente que rodea al mismo.

El proceso es el siguiente:



Al circular corriente por el conductor se origina una resistencia al pasaje que eleva la temperatura del mismo. Esa elevación de tempe-

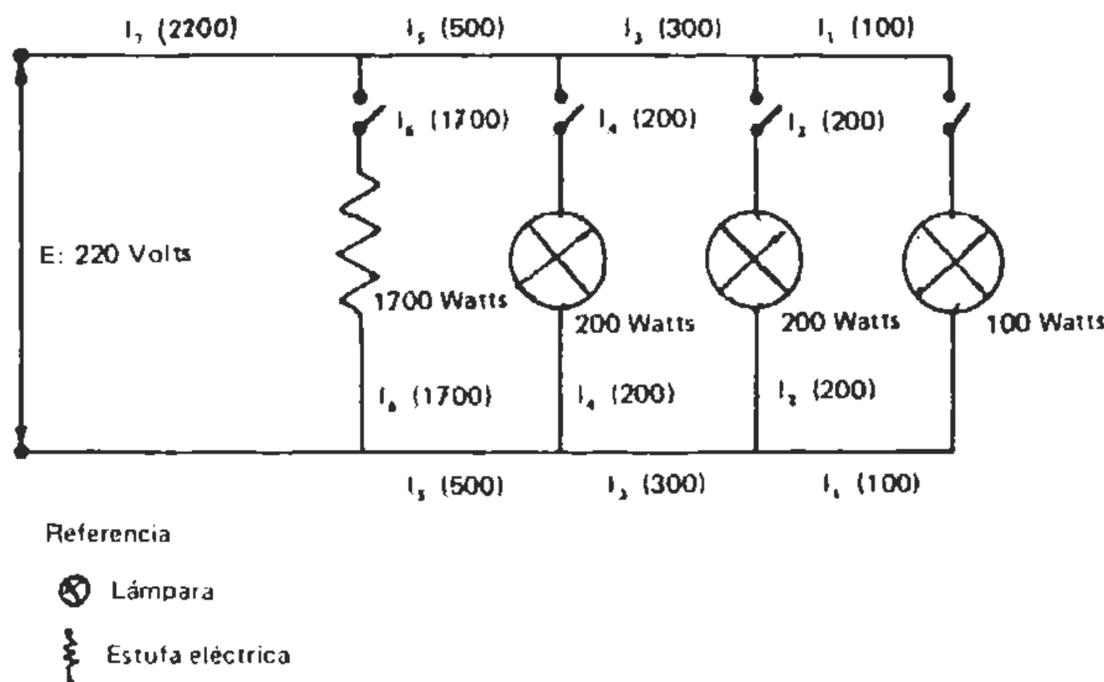
ratura es paulatina hasta que se estabiliza en lo que se llama *temperatura límite (tl)*. En ese momento, todo el calor que se genera por efecto Joule se disipa al medio que rodea al conductor.

Entonces, debe buscarse en el diseño que la temperatura límite sea lo suficientemente baja como para que no afecte al material del conductor, su aislación ni los elementos vecinos que estén en contacto con él.

Así, el Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina, establece como temperatura límite del cable 70°C para conductores con aislación de goma o plástico, cuando la temperatura ambiente que lo rodea es de 40 °C.

Para simplificar los cálculos, se dan tablas prácticas de manera que teniendo en cuenta lo indicado precedentemente, en función de la intensidad transportada, se determina directamente la sección del conductor.

Ejemplo de aplicación:



Consultar la tabla de cálculo de conductores que se incluye en la página 162.

$$I_1 = \frac{W}{E} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,45 \text{ A} \rightarrow 1 \text{ mm}^2$$

$$I_2 = I_4 = \frac{200 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,90 \text{ A} \rightarrow 1 \text{ mm}^2$$

$$I_2 = \frac{300 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 1,36 \text{ A} \rightarrow 1 \text{ mm}^2$$

$$I_5 = \frac{500 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 2,27 \text{ A} \rightarrow 1 \text{ mm}^2$$

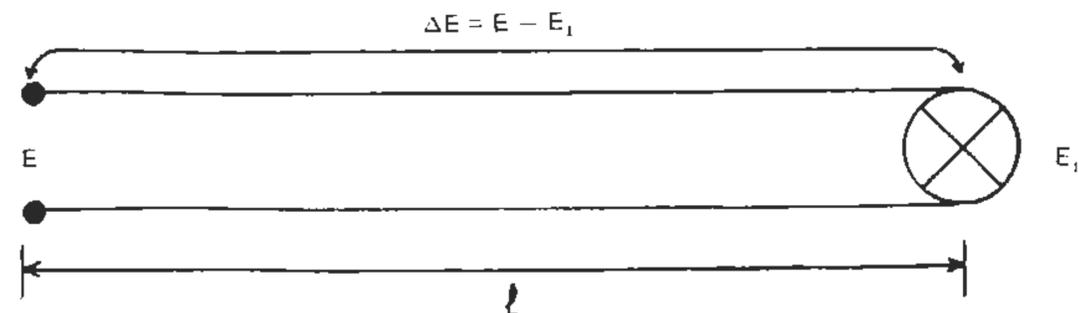
$$I_6 = \frac{1700 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 7,72 \text{ A} \rightarrow 1 \text{ mm}^2$$

$$I_7 = \frac{2200 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 10 \text{ A} \rightarrow 1,5 \text{ mm}^2$$

Existen además en el Reglamento de la AEA tablas para el cálculo de cables aislados con vaina de protección, colocados al aire o enterrados. Se fijan coeficientes de corrección por diferente temperatura del aire y por característica de agrupación de cables.

b) *Caída de tensión:*

El segundo aspecto en el diseño de conductores, teniendo en cuenta la circulación de energía eléctrica es el de la caída de tensión. Al circular la corriente por un conductor se origina una caída de tensión por la resistencia que se opone a la circulación de la misma. Por caída de tensión a lo largo de una línea se entiende la diferencia entre la tensión E, medida en el origen o suministro de la línea y la tensión E1 medida al final de la línea o punto de consumo. Por ejemplo:



Una línea construida por conductores de sección suficiente que permita un calentamiento tolerable, puede no obstante generar una excesiva caída de tensión en su recorrido.

En las redes de distribución, especialmente donde es preciso garantizar una tensión mínima, el valor de la caída de tensión adquiere una importancia fundamental en el cálculo.

En el análisis se trata de lograr que la tensión en el punto de suministro sea prácticamente igual a la de consumo, reduciendo la caída de voltaje ΔE a lo largo de la red de conductores de modo que sea la mínima compatible con el adecuado funcionamiento de los distintos artefactos.

Normalmente se fija la caída de tensión ΔE como porcentaje de la tensión de origen: Así:

$$\Delta E = a\% E$$

Por Ley de Ohm:

$$\Delta E = a\% E = I R$$

$$a\% E = I \rho 2 \frac{l}{s}$$

ρ : coeficiente de resistividad
 l : longitud cable (m)
 s : sección cable mm²

Se multiplica por 2 porque la longitud del cable es el doble de la distancia l del punto de consumo al de suministro.

Entonces:

$$s = 2 \frac{I \rho l}{a\% E} \text{ (mm}^2\text{)}$$

El Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina establece que deben tomarse los siguientes porcentajes de a , como máximo:

$$a \begin{cases} 3\% \text{ para artefactos de alumbrado} \\ 5\% \text{ para fuerza motriz funcionando en régimen y } 15\% \text{ en el arranque de motores.} \end{cases}$$

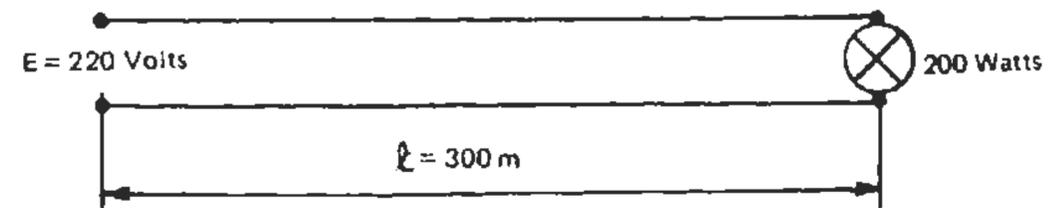
Independientemente de los valores adoptados, debe destacarse que siempre los valores menores de caída de tensión deben fijarse para los artefactos de alumbrado por la gran variación del rendimiento lumínico de los mismos a medida que la tensión decrece.

Se observa que la fórmula de la sección depende en este caso de la longitud del conductor. En general la caída de tensión en líneas cortas no tiene mayor importancia, utilizándose directamente las tablas indicadas precedentemente en base al calentamiento del cable.

En el caso de líneas largas o en caso de instalaciones particularmente grandes o especiales, se dimensiona en base al calentamiento admisible, pero en estos casos se verifica de que la caída de tensión no pase de los valores admisibles.

Ejemplo de aplicación:

Calcular en base a la caída de tensión la siguiente instalación para iluminación:



La intensidad vale: $I = \frac{W}{E} = \frac{200 \text{ Watts}}{220 \text{ Volts}} \cong 0,91 \text{ Amper}$

$$s = 2 \frac{I \rho l}{a\% E} \text{ (mm}^2\text{)} \quad a = 3\% \text{ según R. de AEA}$$

$$\rho = 0,01784 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$s = \frac{2 \times 0,91 \times 0,01784 \times 300}{0,03 \times 220} = 1,48 \text{ mm}^2 \cong 1,5 \text{ mm}^2$$

(De acuerdo al calentamiento correspondería 1 mm²)

VER TABLA CALCULO DE CONDUCTORES (PAG. 162)

c) Resistencia mecánica

Otro de los factores muy importantes a tener en cuenta en el diseño de un conductor es la resistencia mecánica, siendo importante su consideración en función del emplazamiento y del esfuerzo que soporta el mismo.

En general este cálculo tiene importancia en las *líneas aéreas*, en los casos de grandes distribuciones.

Los metales usados corrientemente para los conductores de las líneas aéreas son el bronce fosforoso, llamado también cobre 13; el cobre, el aluminio y el cable mixto aluminio-acero, compuesto por un alma interna de acero con revestimiento exterior de hilos de aluminio.

El cobre fosforoso tiene una conductibilidad próxima al 97% del cobre puro (o cobre electrolítico) con una resistencia a la rotura de

40 a 45 Kg/mm², mientras que la resistencia del cobre puro es solamente de 20 a 25 Kg/mm².

Por lo tanto el cobre puro se utiliza muy poco y solamente en algunos casos de barras colectoras.

El aluminio presenta la ventaja de ser más económico, es menor conductor que el cobre pero a igualdad de conductibilidad el peso es menor.

Por el contrario es más blando y las soldaduras presentan dificultades. En los cables mixtos el acero sirve de principal soporte mecánico, y no se lo tiene en cuenta desde el punto de vista de la conductibilidad.

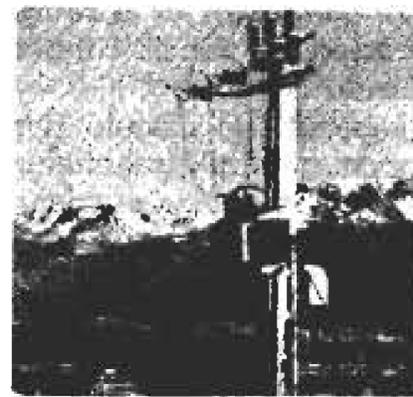
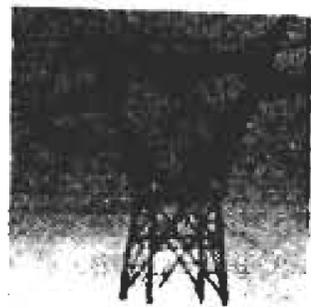
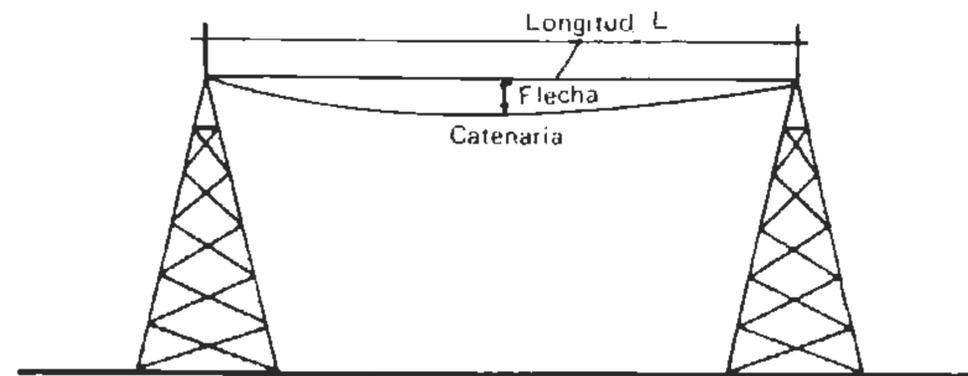
El análisis debe orientarse a determinar cuál es la sección mínima necesaria para resistir los esfuerzos de tracción en las condiciones más desfavorables.

En la práctica para las líneas aéreas de alta tensión, el diámetro de los hilos no es nunca inferior a 4 mm.

Debe analizarse si las líneas atraviesan zonas particularmente difíciles (paso por ríos, zonas de vientos, formación de manguitos de hielo, etc.).

En estos casos particulares el diámetro se escoge basado exclusivamente en la resistencia mecánica, con un elevado coeficiente de seguridad.

Se demuestra que el conductor se dispone según una curva llamada *catenaria* según figura.

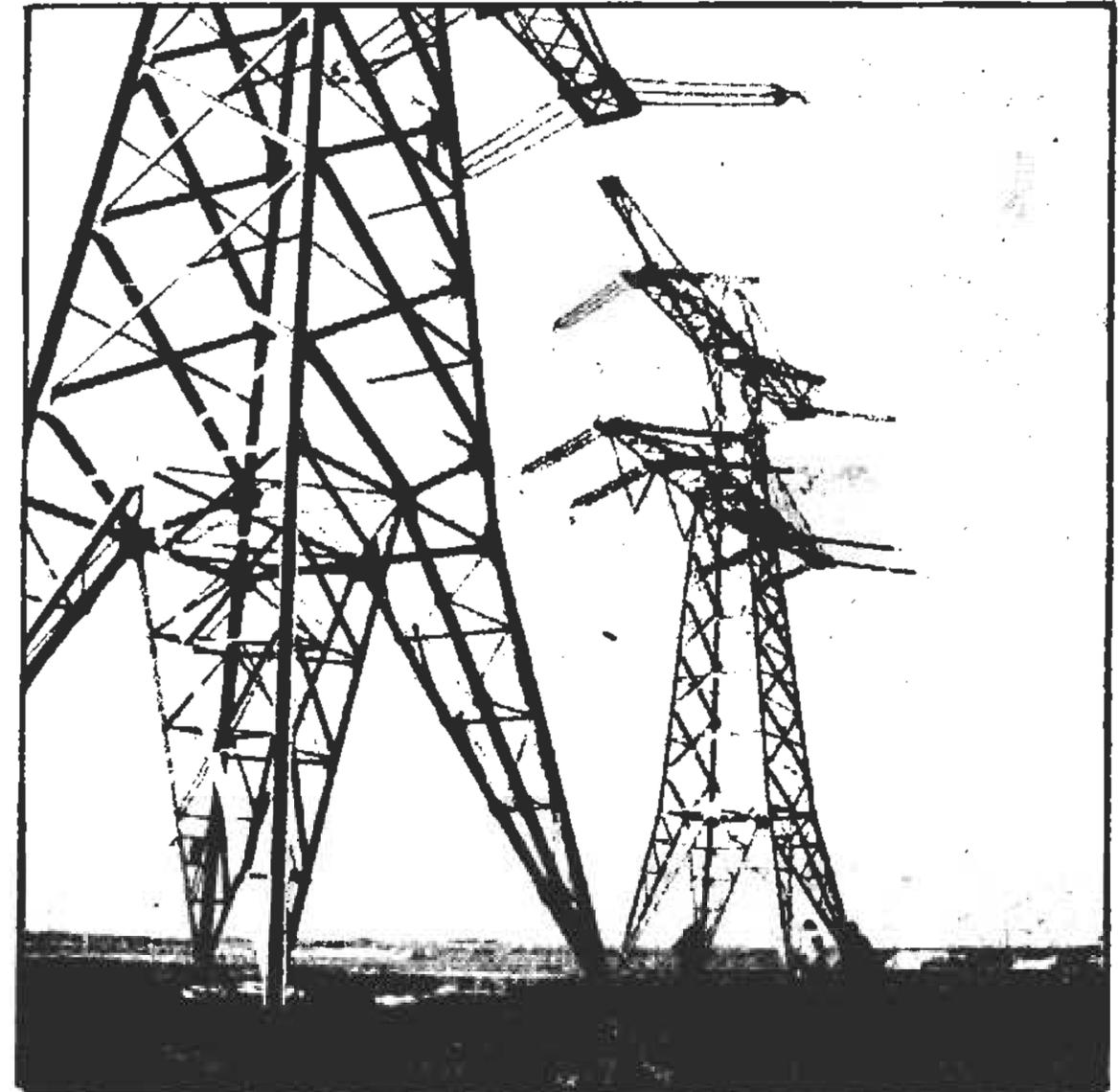


Es conveniente que las líneas sean tendidas de manera que en la condición más desfavorable, la tensión mecánica resultante sobre los conductores no supere los 6 kg/mm².

CONDUCTORES DESNUDO DE COBRE DURO PARA LINEAS AEREAS



CABLES PARA TRANSPORTE A DISTANCIA CON TORRES DE SUSTENTACION



En el caso de instalaciones domiciliarias, el Reglamento prevé dimensiones mínimas de conductores, teniendo en cuenta los esfuerzos que pueden soportar por ejemplo en el pasaje de cables en cañerías o instalaciones fijas, o en el caso de conductores colocados a la intemperie entre aisladores.

Así se establecen las siguientes secciones mínimas de conductores:

— Conductores colocados en cañerías	1	mm ²
— Conductores colocados en líneas aéreas		
• Distancia hasta 5 metros	4	mm ²
• Distancia hasta 10 metros	6	mm ²
No se admiten distancias mayores de 10 metros.		
— Conductores instalados en artefactos	0,5	mm ²
— Conductores para pendientes y cordones flexibles . . .	0,75	mm ²

Los cordones flexibles solo se admiten en aparatos portátiles y en pendientes o colgantes que no soporten ningún peso, en cuyo caso debe proveerse un sostén especial.

Para la instalación de grupos de lámparas en guirnaldas y en artefactos aéreos demás de separadores y aisladores, se exige la colocación de tensores de acero apropiados en forma tal que los conductores no soporten esfuerzos mecánicos.

Tablas de cálculo de conductores

El Reglamento de la AEA establece que la intensidad máxima de corriente admisible para conductores aislados de cobre dentro de caños y en servicio permanente, debe responder a las tablas siguientes.

Intensidad de corriente admisible para hasta tres conductores activos colocados en un mismo conducto o caño.

Factor de corrección para temperaturas ambientes distintas de 40 °C.

Secciones de cobre normalizados por IRAM mm ²	Intensidad máxima admisible Ampere
1	9,6
1,5	13
2,5	18
4	24
6	31
10	43
16	59
25	77
35	96
50	116
70	148
95	180
120	207
150	228
185	260
240	290
300	340
400	385

Temperatura ambiente hasta C	Factor de temperatura
25	1,33
30	1,22
35	1,13
40	1,00
45	0,86
50	0,72
55	0,50

La tabla se basa en una temperatura ambiente máxima de 40°C y es aplicable a conductores cuyo material de aislación admita una temperatura de trabajo de 70 °C hasta tres conductores por caño. Si se colocan de cuatro a seis conductores los valores de intensidades admisible deben reducirse un 80%.

Se establece que cuando la temperatura del conductor sobrepase los 70°C, se deben utilizar aislaciones con materiales especiales, apropiados para su uso y cuando la temperatura del aire difiera de 40°C deben aplicarse sobre las intensidades admisibles los factores de corrección por temperatura de la tabla.

Para conductores de aluminio, las intensidades de corriente máxima admisibles debe ser del 80 % del valor indicado para el cobre.

Secciones mínimas de conductores

Teniendo en cuenta los factores eléctricos y mecánicos indicados precedentemente, el Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina especifica las siguientes secciones mínimas de conductores, a considerar en los proyectos:

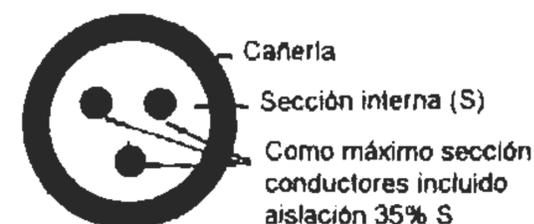
- Líneas principales	4	mm ²
- Líneas seccionales	2,5	mm ²
- Líneas de circuito para usos generales	1,5	mm ²
- Líneas de circuitos para usos especiales y/o conexión fija	2,5	mm ²
- Derivaciones y retornos a los interruptores	1	mm ²
- Conductor de protección a tierra	2,5	mm ²

Para facilitar el montaje y dado que se limita la cantidad de bocas, en los proyectos se considera normalmente una *sección constante* de cable por circuito.

Cálculo de cañerías

El dimensionamiento de las cañerías en instalaciones eléctricas se efectúa considerando que el área de los conductores incluyendo la aislación, *no debe ser superior al 35% de la sección interna del caño*, de acuerdo a lo indicado en la figura, para permitir una perfecta disipación del calor generado por los conductores y un adecuado y fácil montaje, no siendo recomendable además, instalar en una cañería más de seis conductores hasta 2,5 mm² o cuatro para secciones mayores.

Teniendo en cuenta lo indicado y a fin de simplificar los cálculos, se establece una tabla que permite determinar el *diámetro interno de la cañería en función de la cantidad y sección de cables de cobre con aislación termoplástica*, que es de aplicación para caños de acero o plástico, livianos o semipesados. Por otra parte, se determina que el *diámetro interno mínimo* de los caños debe ser de 12,5 mm en líneas de circuitos y 15,4 mm en líneas seccionales.



Conductores unipolares con aislación termoplástica

Cantidad de conductores	tipo de caños	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	Sección cobre mm ²
		2,65	3	3,45	4,2	5,20	6,5	7,85	9,6	11,10	13,5	Diámetro exterior c/aislac. mm ²
		5,50	7,10	9,35	13,85	21,25	33,2	48,4	72	97	150	Sección Total mm ²
3	RL	16/14	16/14	16/14	19/17	19/17	25/23	32/29	32/29	38/35	51/48	Caño Designación IRAM
	RS	16/13	16/13	16/13	19/15	19/15	25/21	32/28	32/28	38/34	51/46	
4	RL	16/14	16/14	16/14	19/17	22/20	32/29	32/29	38/35	51/48	—	
	RS	16/13	16/13	16/13	19/15	22/18	32/28	32/28	38/34	51/46	—	
5	RL	16/14	16/14	19/17	22/20	25/23	32/29	38/35	51/48	51/48	—	
	RS	16/13	16/13	19/15	22/18	25/21	32/28	38/34	51/46	51/46	—	
6	RL	16/14	16/14	19/17	22/20	25/23	32/29	38/35	51/48	51/48	—	
	RS	16/13	16/13	19/15	22/18	25/21	32/28	38/34	51/46	51/46	—	
7	RL	16/14	19/17	22/20	25/23	32/29	38/35	51/48	51/48	—	—	
	RS	16/13	19/15	22/18	25/21	32/28	38/34	51/46	51/46	—	—	
8	RL	19/17	19/17	22/20	25/23	32/29	38/35	51/48	51/48	—	—	
	RS	19/15	19/15	22/18	25/21	32/28	38/34	51/46	51/46	—	—	

RL Caño liviano; RS Caño semipesado

Potencia eléctrica total de un edificio

Para la estimación de la potencia eléctrica que requiere un edificio, deben tenerse en cuenta dos aspectos fundamentales:

- Característica del edificio
- Factor de simultaneidad

Característica del edificio

La evaluación de la potencia eléctrica en un edificio es un factor que no solo depende de las características de diseño de la instalación, sino también de las particularidades de uso del propietario, la mayoría de las veces indeterminada.

Por tal motivo, a falta de datos precisos puede estimarse como carga eléctrica el grado de electrificación en función de la superficie de la vivienda, que es la que permite establecer las características del diseño de la instalación eléctrica, de acuerdo a lo indicado precedentemente. De esa manera:

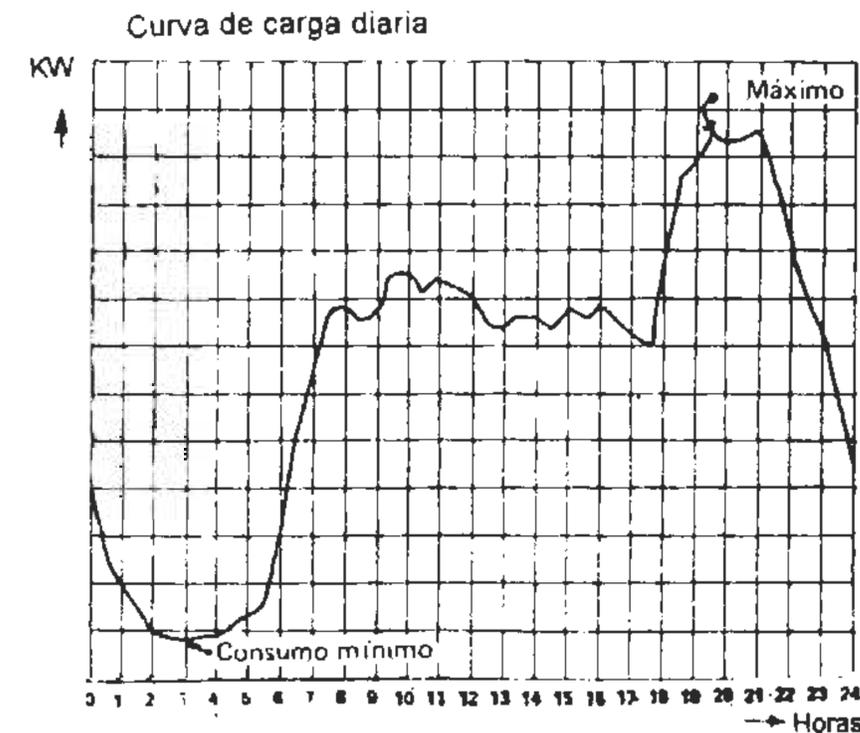
- Electrificación mínima Hasta 60 m² 3000 W
- Electrificación media Hasta 150 m² 6000 W
- Electrificación elevada Mas de 150 m² Mas de 6000 W

Factor de simultaneidad

Debe tenerse en cuenta que existe la posibilidad de que no se conecte toda la potencia simultáneamente, por lo que se define el factor de simultaneidad como la relación entre la potencia máxima consumida sobre la potencia total instalada.

En general, para instalaciones pequeñas puede tomarse ese factor igual a uno, dado que es probable que puedan llegar a conectarse todos los artefactos en forma simultánea, pero a medida que el tamaño de la instalación aumenta este factor decrece.

Por ello, debe realizarse un estudio estadístico de las potencias consumidas durante todas las horas del día, llegándose a curvas promedio del tipo indicado en la figura, que es muy importante en el caso de las Compañías Distribuidoras de Energía Eléctrica para el cálculo de las líneas, considerándose la época del año, horas de luz solar, temperaturas, períodos de vacaciones, días festivos, etc. Además, como es una energía que no se almacena, la diferencia entre los picos máximos y mínimos que expresan los márgenes de disponibilidad.



Sin embargo, para determinar el factor de simultaneidad en un edificio se puede utilizar un método simple, especificado por el Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina, en que se consigna el factor de simultaneidad en función del grado de electrificación y el número de unidades de viviendas servidas.

Se establece que la carga se obtiene multiplicando el número de departamentos por la demanda máxima prevista según el grado de electrificación y por el coeficiente de simultaneidad. Sobre estos valores debe sumarse la carga de servicios generales, fuerza motriz como bombas, ascensores, aire acondicionado, etc. En el caso de locales comerciales y oficinas la carga se calcula en base de 125 W/m² con un mínimo de 3750 Watts.

Factor de simultaneidad de potencias en edificios de vivienda

Número de viviendas	Coeficiente de simultaneidad	
	Electrificación mínima y media	Electrificación elevada
2 a 4	1	0,8
5 a 15	0,8	0,7
15 a 25	0,6	0,5
Mayor de 25	0,5	0,4

Aplicación práctica

- Calcular la carga eléctrica de un edificio compuesto por 25 departamentos.
- 5 Electrificación media .120 m² (6000 W= 6 KW - Factor simultaneidad: 0,8)
- 20 Electrificación mínima. 55 m²(3000 W = 3 KW - Factor de simultaneidad: 0,6)
- Servicios comunes: iluminación pasillos y escaleras, etc., 300 m² (15 W/m²)
- Garaje en sótano: iluminación 200m² (10W/m²)
- Fuerza motriz: Bombas de agua 3 KW. Ascensores 5,5 KW

- 5 dptos. x 6 KW/dpto. x 0,8	24 KW
- 20 dptos. x 3 KW/dpto. x 0,6	36 KW
- Servicios comunes: 300 x 15W/m ² =4500 W	4,5 KW
- Garaje 200 x 10 W/m ² = 2000 W	2 KW
- Bombas de agua:	3 KW
- Ascensores:	5,5 KW
- Potencia total de consumo del edificio	75 KW

Cálculo de las cargas de las líneas

Para el cálculo de las secciones de cables, cañerías y protecciones de las líneas de circuito, deben analizarse los consumos de los diversos aparatos eléctricos que se conectan, alguno de cuyos valores se establecen en la tabla.

Sin embargo, a los fines prácticos y toda vez que se estipulan para los circuitos, secciones mínimas de conductores, cantidad de bocas y se limita la intensidad nominal de las protecciones, puede emplearse la tabla que determina la potencia y factor de simultaneidad en función del tipo de circuito y el grado de electrificación del proyecto. Para las líneas seccionales se consideran la suma de las cargas de los circuitos que las alimentan.

Consumo de aparatos eléctricos	Watts
Ducha	3280
Acondicionador de aire en frío 3300 frig/h	1880 (1)
Lavavajillas	1600
Secarropas (por resistencia eléctrica)	1600
Acondicionador de aire en frío 1800 frig/h	1320 (1)
Acondicionador de aire en frío 1500 frig/h	1200 (1)
Estufa mediana (1200 W) (de cuarzo)	1200
Plancha automática	1000
Plancha común	720
Calentador común	720
Tostadora	520
Lavarropas automático	520
Enceradora - Lustradora	440
Secador de cabello en aire caliente	400
Heladera mediana con freezer	360
Aspiradora	360
Bombeador de agua 1/2 HP	360
Turbocirculador	240
Secarropas centrífugo	240
Televisor blanco y negro, a válvulas o color	240
Lavarropas chico	240
Heladera mediana sin freezer	200 (2)
Licuada	200
Televisor blanco y negro, a transistores	80
Ventilador chico	40
Máquina de coser (familiar)	40



NOTA: Cuando no se define el tamaño se trata de un artefacto mediano.

(1) El consumo del acondicionador corresponde al momento en que funciona a pleno; en buenas condiciones de diseño y mantenimiento, durante algunos lapsos, la energía demandada es menor.

(2) El consumo es para el momento en que opera el compresor.

Estimación de potencia para circuitos eléctricos

Circuito	Potencia	Grado de electrificación
Alumbrado	66% de los que resulta de considerar todos los puntos de utilización prevista a razón de 125 Watts cada uno	Mínima Media Elevada
Tomacorrientes	2200 W en uno de los tomacorrientes 2200 W en dos de los tomacorrientes 2200 W en dos de los tomacorrientes de cada circuito	Mínima Media Elevada
Usos especiales	2750 W en uno de los tomacorrientes 2750 W en uno de los tomacorrientes de cada circuito	Media Elevada

Cálculo de conductores, cañerías y protecciones

Teniendo en cuenta que en el Reglamento se establecen secciones mínimas de conductores y la limitación en cuanto a 15 bocas por circuito, con una carga máxima de 16 Amper, no se hace necesario un cálculo por menorizado de las secciones de los conductores.

Se adoptan secciones constantes por circuito, simplificando el montaje y que los mismos tengan la suficiente resistencia mecánica para pasar sin problemas por las cañerías.

Así se establecen las siguientes secciones para el diseño del proyecto de página 153:

Línea de alumbrado	Sección adoptada (mm ²)	Sección mínima (s/Reglamento) (mm ²)
Cables troncales	2,5	1,5
Cables de derivación con retorno de interruptores	1,5	1
Líneas de tomacorrientes	2,5	1,5
Línea seccional	4	2,5
Conductor de tierra	2,5	2,5

En cuanto a las cañerías se adopta el diámetro mínimo de 12,5 mm en las líneas de circuitos y de 15,4 mm en las líneas seccionales de acuerdo a tabla de página 164.

Corresponden a los diámetros comerciales 5/8" y 3/4" respectivamente.

Los valores de las protecciones de cada circuito se calcularon según la ecuación indicada en página 71.

$$I_p \leq I_n \leq I_c$$

Donde

$$I_p = \frac{W}{E} ; \text{ intensidad del proyecto (Amper).}$$

W: potencia del circuito (Watts) según las Normas indicadas en página 167.

I_c: Intensidad máxima admitida por el conductor (Amper) (tabla pág. 162).

Nº circ.	Dest. Bocas	Potencia Watts	I _p Amp.	Sec. mm ²	I _c Amp.	I _n Amp.	Caño φ mm
1	Alumbrado 7	578*	2,63	2,5	18	15	12,5
2	Tomas 14	2.200	10	2,5	18	15	12,5
—	Seccional —	2.778	12,63	4	24	24**	15,4

* W = 0,66 X 125 X 7 = 578 W.

** La intensidad del fusible principal debe estar separadas de las líneas de los circuitos, de modo que sólo en casos excepcionales de fallas actúen (selectividad). Se adopta 25 Amper (ver tablero pág. 154).

Instalaciones eléctricas en edificios en construcción

Las instalaciones eléctricas necesarias para los trabajos en lugares de construcción de superficie o subterráneos, se denominan *temporarias o provisionales*, las que deben ajustarse a determinadas condiciones de seguridad, similares a las que se requieren para los edificios.

Para ello, se solicita una derivación para la alimentación eléctrica de las máquinas a servir en la obra como hormigonera, excavadora, etc. y la Compañía Provedora de energía analiza la disponibilidades de la red y suministra una caja de empalme donde se deriva una caja de toma y caja para medidor, que normalmente se instala sobre poste atento el carácter provisorio de la conexión, como se indica en la figura.

El tablero de distribución de obra deben ser alojado en caja construida en chapa de acero, con tapas abisagrada y de construcción adecuada para la colocación a la intemperie, en el que se instala un interruptor automático principal protegido contra sobrecargas, cortocircuitos y corriente diferencial de fuga. Si existe mas de un circuito se debe instalar un interruptor manual y fusibles o un interruptor termomagnético por cada uno de ellos.

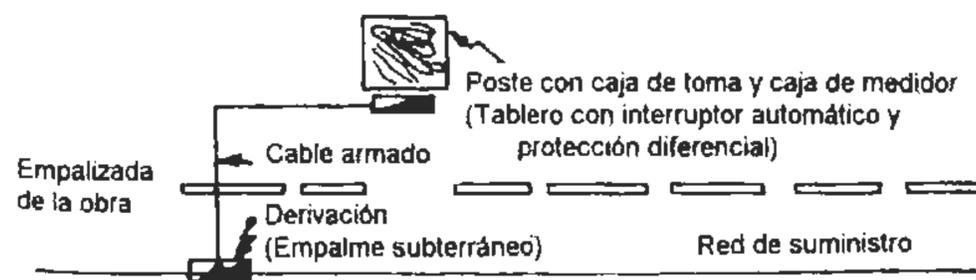
Los motores deben estar protegidos con cubiertas de material aislante y resistente y los elementos de maniobra de cada máquina debe instalarse en un lugar accesible al operario. Los interruptores y tomacorrientes, aparatos de alumbrado fijos y portátiles deben protegerse contra daños mecánicos y la acción del agua

La instalación debe contar con puesta a tierra efectuándose la conexión de todas las masas de la instalación así como las carcasas de los motores eléctricos y de los distintos accionamiento. El sistema de puesta a tierra debe tener una resistencia que asegure una tensión de contacto igual o menor de 24 Volts en forma permanente.

Las líneas de alimentación deben utilizar conductores aislados y pueden fijarse mediante aisladores de campana, sobre muros o sostenes por ejemplo postes con los puntos de fijación a una distancia no mayor de 4 metros. Todas las líneas móviles deben emplear conductores con envoltura de protección mecánica.

Cuando el medidor de fuerza motriz de obra queda fuera de servicio, es retirado conjuntamente con la caja toma, utilizándose la prolongación de red para la alimentación del medidor o grupo de medidores necesario en el futuro edificio.

Detalle de conexión provisoria de obra



Por tal razón se prevee el cálculo de la sección del cable en base a la futura carga a instalar en el edificio terminado.

Pruebas y mediciones en la instalación:

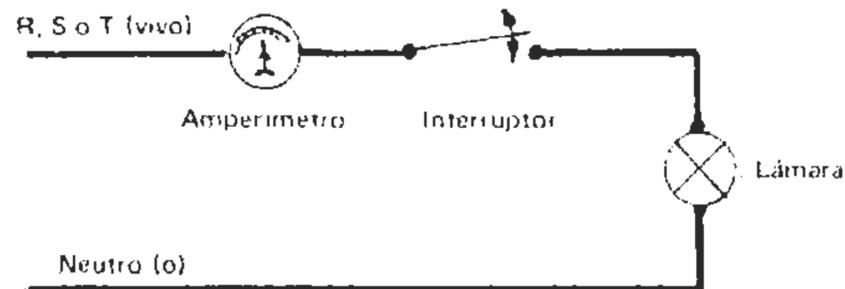
Los tres principales instrumentos de medición de una instalación eléctrica son:

- Amperímetro: para medir intensidad de corriente (Amper)
- Voltímetro: para medir tensiones eléctricas (Volts)
- Ohmetro: para medir resistencia (Ohms)

Amperímetro

Es el instrumento que se usa para establecer la intensidad de corriente de un circuito eléctrico.

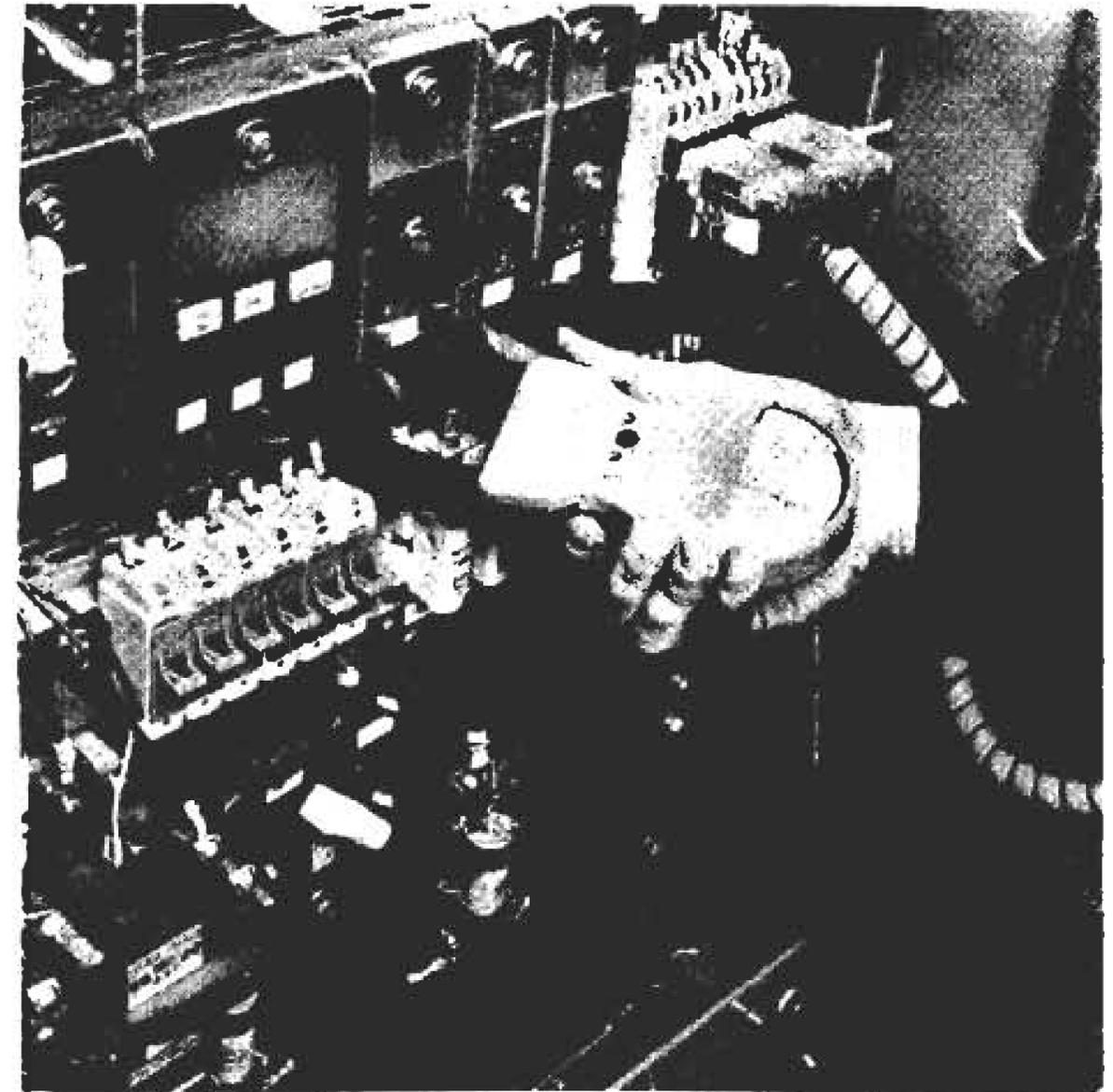
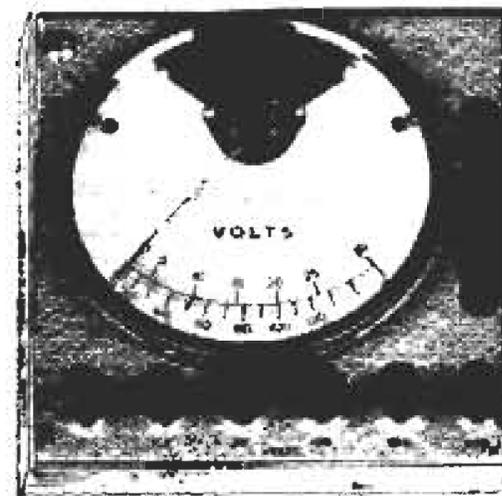
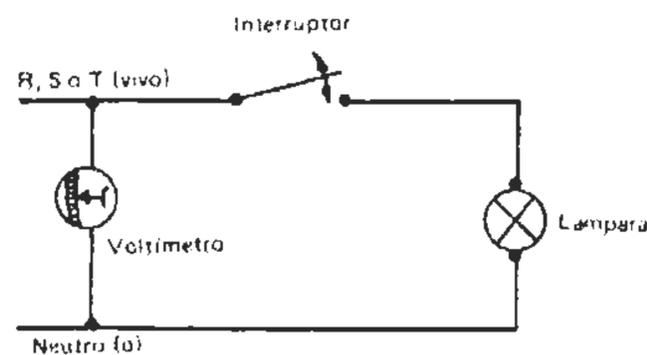
Para su aplicación este elemento debe ser conectado en serie en el circuito, según se indica en el esquema siguiente:



Voltímetros

Es el instrumento empleado para medir la magnitud de la tensión en un circuito eléctrico.

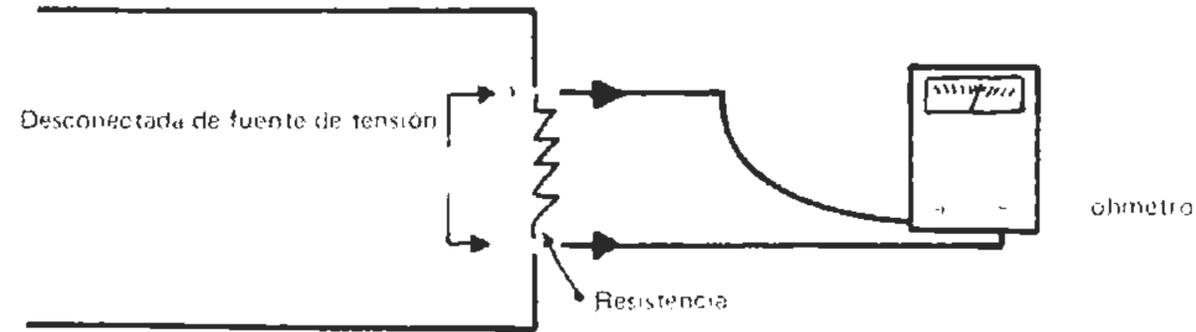
Para obtener una correcta medida de la tensión de un circuito, el voltímetro debe ser colocado en paralelo con el circuito según la figura.



Ohmetros

Es el instrumento que se utiliza para medir la resistencia eléctrica de un circuito. El método adecuado para conectarlo es el indicado en la figura.

Una precaución muy importante es que un ohmetro nunca debe conectarse a un circuito hasta que la fuente de energía haya sido desconectada.

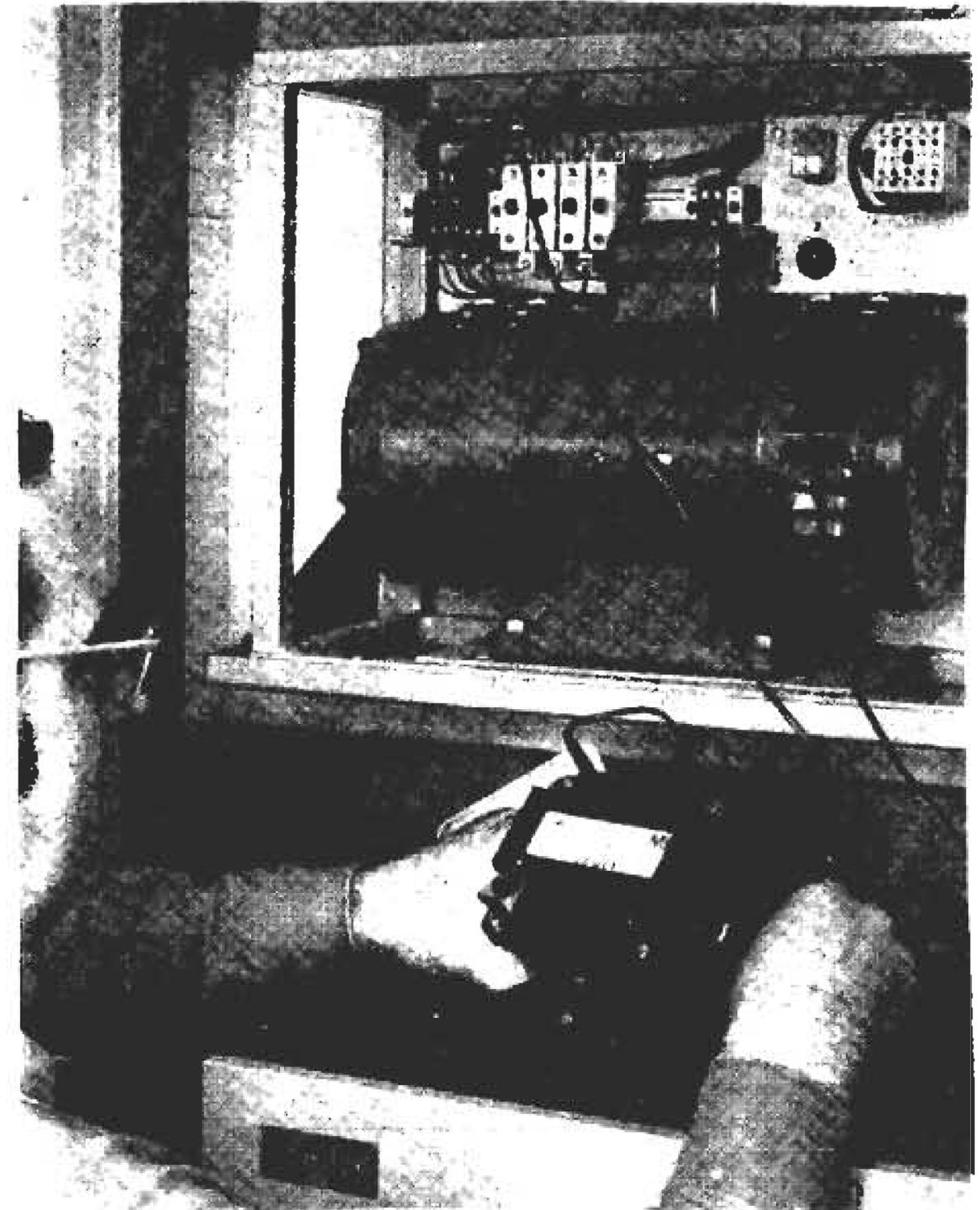
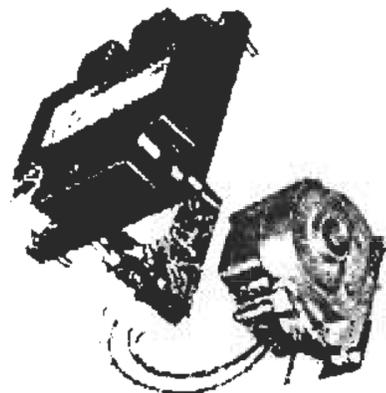


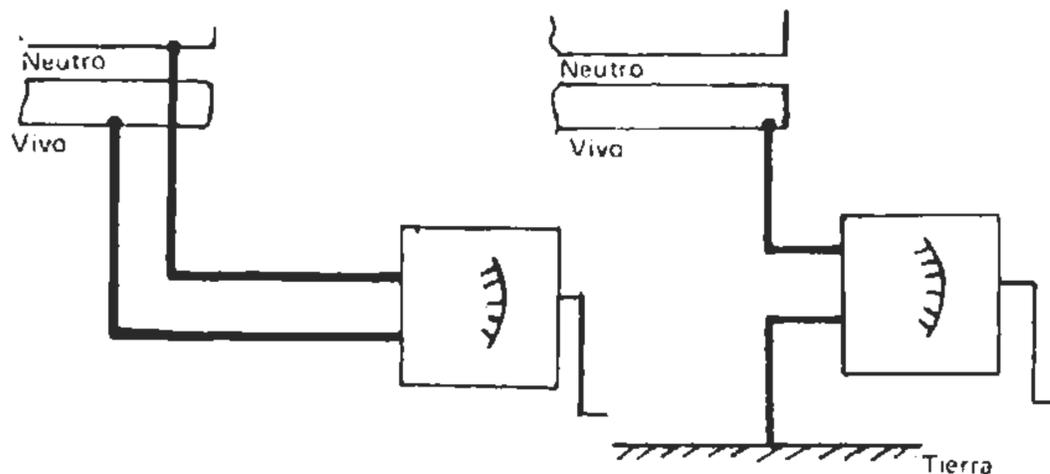
El ohmetro nos permite una prueba muy importante denominada *prueba de aislación*. En efecto, una red con mala aislación eléctrica es peligrosa para las personas y para los edificios porque pueden originar corrientes de fuga que provocan calentamientos. Además las pérdidas provocan un gasto adicional desde el punto de vista del consumo eléctrico.

El Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina establece que *el valor mínimo admitido de la resistencia de aislación para cualquier estado de humedad del aire es de 1000 ohms por cada volts de tensión de servicio* (Ejemplo 220.000 ohms para 220 Volts). Este valor se exige ya sea entre tierra y conductor o entre conductores, para cada una de las líneas de alimentación, seccionales, subseccionales o circuitos.

La comprobación del estado de aislación debe efectuarse con una tensión no menor que la tensión de servicio.

Para realizar esta prueba se utiliza el Ohmetro que da el valor de Ohms, a este aparato suele denominárselo Megger. Emplean en general una fuente auxiliar de tensión mediante un magneto que se acciona manualmente.





Prueba de aislación del vivo con respecto al neutro

Deben ser retiradas las lámparas y las fichas de tomas corrientes, así como desconectados los artefactos de consumo. Deben estar colocados los fusibles y cerradas todas las llaves o interruptores.

Prueba de conductor vivo con tierra

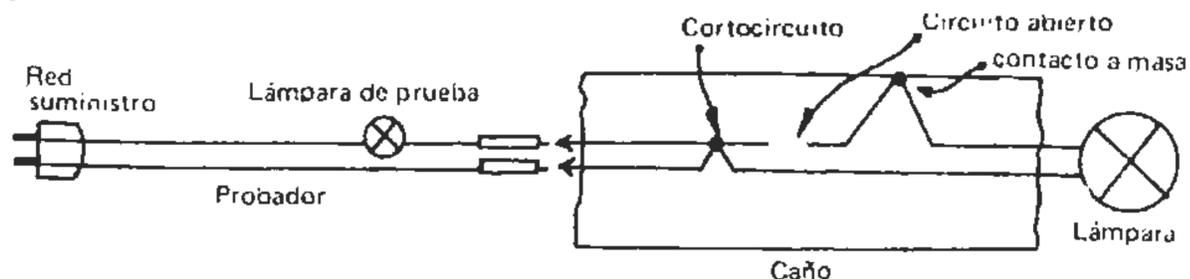
Deben hallarse conectados todos los aparatos de consumo, colocados todos los fusibles y cerradas todas las llaves o interruptores.

Detección de fallas

En forma elemental pueden detectarse fallas en una instalación sencilla mediante un elemento que puede denominarse *probador*, que consiste en una lámpara que se conecta a la red, sin utilizar elementos o instrumentos especiales.

En la figura se representan las distintas fallas que ya se han descrito precedentemente.

Si se conecta dicho probador se pueden presentar los siguientes casos:



- cortocircuito: la lámpara enciende a pleno
- circuito normal o sin falla: las lámparas quedan conectadas en serie, por lo que las mismas encenderán a medio brillo.
- circuito abierto: la lámpara no enciende

- contacto a masa: uniendo un cable y la cubierta metálica exterior del caño, la lámpara enciende.

En el caso de una instalación, por ejemplo, uno de los aspectos importantes es detectar cortocircuitos.

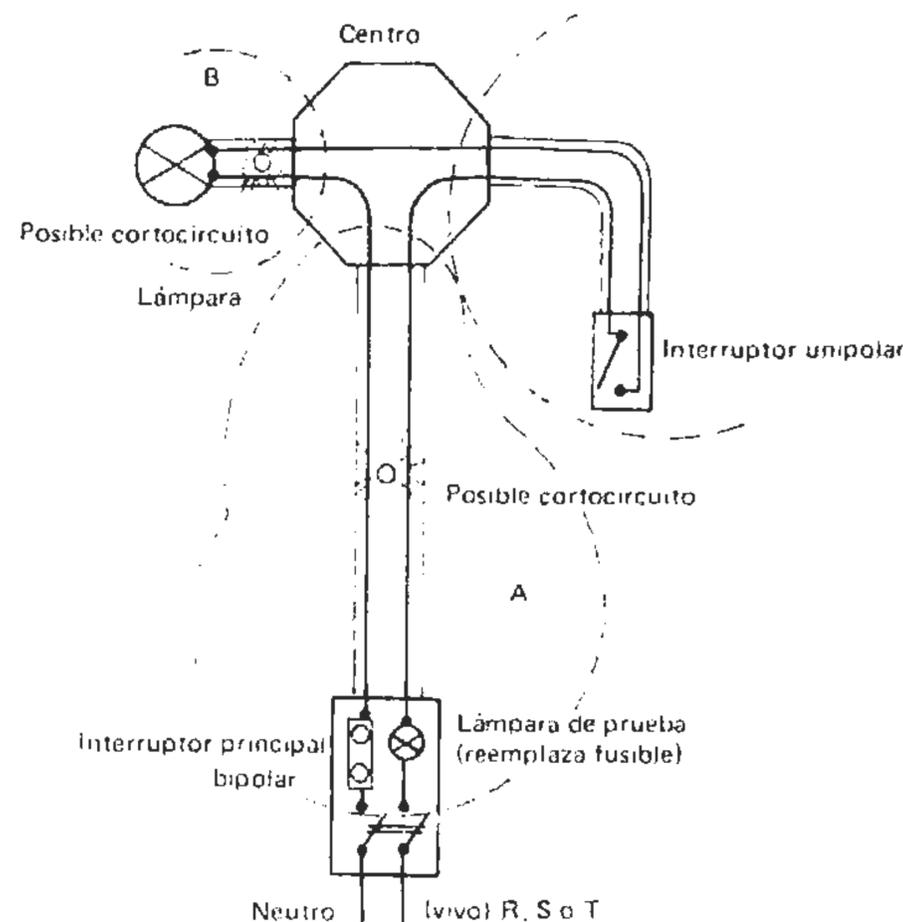
Para ello se puede utilizar el siguiente método elemental y simple: Se sustituye el fusible del polo vivo de la instalación por una lámpara, y se abren todos los interruptores.

Por ejemplo supóngase el esquema elemental de instalación que se indica en la figura siguiente.

Se supone que se ha producido un cortocircuito y se ha quemado un fusible, por lo que es necesario detectarlo a fin de solucionar el problema.

Al conectar el interruptor principal pueden presentarse los siguientes casos:

- 1) Si al conectar el interruptor principal, la lámpara enciende totalmente, hemos detectado que el cortocircuito se produjo en el caño principal (A).
- 2) Si al conectar el interruptor principal la lámpara no enciende, se deduce que el cortocircuito no está en el caño principal, sino en el circuito de conexión a la lámpara (B). Entonces se cierra el interruptor y la lámpara de prueba encenderá totalmente.



En un circuito de mayor envergadura en el caso 2) puede suceder que al accionar el interruptor unipolar, al no estar la falla en un circuito, la lámpara de prueba se encienda tenuamente porque quedaría en serie con la

lámpara del local. Se van encendiendo entonces todos los interruptores hasta que cuando la lámpara de prueba enciende a pleno se habrá localizado el cortocircuito.

Inspección y mantenimiento de las instalaciones

El Reglamento de la AEA determina que las instalaciones eléctricas deben ser objeto de una inspección inicial previa a la puesta en servicio o al realizar alguna modificación y de inspecciones periódicas a intervalos establecidos.

Así pueden realizarse inspecciones visuales, mediciones y pruebas de acuerdo al siguiente criterio:

Inspección visual:

- Verificación si los componentes cumplen con las Normas IRAM.
- Conexión correcto de la puesta a tierra.
- Existencia en todos los tomacorrientes del conductor de protección de puesta a tierra.
- Operación mecánica correcta de los aparatos de maniobra y protección, así como su enclavamiento.
- Comprobación de la correcta ejecución de las uniones de los conductores.
- Cumplimiento del código de colores de los conductores.
- Comprobación de las características constructivas e instalación del tablero principal y seccionales.

Mediciones y pruebas:

- Conductibilidad eléctrica de los conductores activos y del conductor de protección.
- Resistencia de aislación de la instalación eléctrica y del sistema de puesta a tierra.

Las inspecciones periódicas deben realizarse como máximo en los siguientes plazos:

- a) Viviendas unifamiliares o unidades de propiedad horizontal: cada 5 años.
- b) Edificios destinados a oficinas o actividad comercial o instalaciones eléctricas comunes en edificios de propiedad horizontal: cada 3 años.
- c) Cines, teatros u otro tipo de propiedad horizontal destinada a la realización de espectáculos o concentraciones de personas por cualquier motivo: cada 2 años.
- d) Edificios o locales que presentan peligros de incendio: cada año.

INSTALACIONES DE FUERZA MOTRIZ CONEXION DE MOTORES. MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA. FACTOR DE POTENCIA

Instalaciones de fuerza motriz

Pueden definirse los circuitos de fuerza motriz como los que realizan la transmisión de energía para el accionamiento de motores de capacidades relativamente altas, generalmente del tipo trifásicos.

En edificios comprende por ejemplo la alimentación de ascensores, bombas de agua, aire acondicionado, calefacción, ventilación, etc.

El Reglamento exige que los conductores de fuerza motriz sean independientes de los de alumbrado, independizando cajas de paso y de distribución. Se establece además que los circuitos pueden tener capacidad ilimitada y cualquier número de derivaciones, pero *cada una de las derivaciones debe protegerse con llave y fusible o interruptor automático.*

Estas instalaciones se diferencian de las de alumbrado por las siguientes consideraciones:

1) *Diferentes caídas de tensión admisibles:*

De acuerdo al Reglamento de la AEA se establece que para el caso de iluminación la caída de tensión máxima admitida es del 3%. Ello se debe a que puede llegar a reducirse el grado de rendimiento lumínico de la instalación, mientras que para fuerza motriz se admite hasta un 5% de caída de tensión sin que varíen prácticamente las condiciones de trabajo de los motores. Se exige además que en el arranque la caída de tensión no supere el 15%.