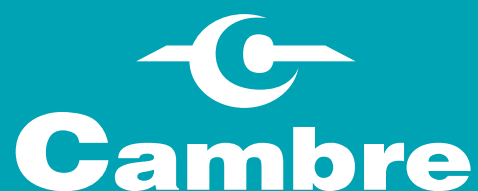


5TA. EDICIÓN - AÑO 2008/2009

# MANUAL TECNICO DE SEGURIDAD ELECTRICA

DESARROLLADO POR EL DEPARTAMENTO TECNICO DE CAMBRE I.C. Y F.S.A.



Este Manual de Seguridad Eléctrica está protegido bajo el Nº de Expediente 973961 del Nuevo Régimen de la Propiedad Intelectual (Ley 11.723) del B. O. 16/9/97

La reproducción comercial, parcial, o total del mismo queda prohibida, y quién lo hiciese, estará sujeto a los Artículos 71-72 y 72 bis que establecen las penas pertinentes.

Nota: Este Manual puede utilizarse en establecimientos:  
Educativos, Tecnológicos y Universidades, con fines didácticos.

Toda empresa que quiera ser líder en un mercado, debe tener como filosofía la búsqueda permanente de la mejora del mismo.

En este objetivo, la Dirección de Cambre cree que la transferencia de Conocimientos Técnicos a sus Usuarios es un alto valor agregado que se reflejará en el presente y en el futuro de nuestras relaciones.

Por el campo de aplicación de nuestros productos, las Instalaciones Eléctricas es el servicio de su uso esencial, y al cual nos referiremos en este manual.

La responsabilidad social que tenemos, tanto: Empresarios, Comerciantes, Profesionales, Técnicos e Instaladores en la fabricación, comercialización y aplicación de productos eléctricos es de especial trascendencia, ya que de nosotros depende la vida humana y los bienes personales de los usuarios a donde van destinados.

*La Dirección de Cambre*

■ Capítulo I	1er. Curso de Seguridad Eléctrica actualizado.
■ Capítulo II	2do. Curso de Seguridad Eléctrica actualizado.
■ Capítulo III	Interpretación de los requisitos normativos y de calidad de los componentes principales de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles - Reglamentación de la AEA-3/2006.
■ Capítulo IV	Interpretación de las Reglas de Instalación en Inmuebles (Reglamento AEA-3/2006). -Instalaciones de Protección de Pararayos. - Instalación Temporal de obras de construcción
■ Capítulo V	Anexo A: Pasos para el cálculo de una Instalación Eléctrica Domiciliaria. Anexo B: Determinación de la sección del conductor de una Instalación Eléctrica y su protección térmica.
■ Capítulo VI	Anexo C: Conocimientos básicos de la Protección de Estructuras contra Descargas Eléctricas Atmosféricas
■ Capítulo VII	Anexo D: a) Método de medición de un diferencial de 30 mA b) Riesgos eléctricos en la Industria c) Nuevos usos del Interruptor Siglo XXI - Bauhaus y Siglo XXII
■ Capítulo VIII	Anexo E: a) Requisitos de seguridad en ambientes de trabajo expuestos a explosiones Anexo F: a) Instalación eléctrica en estaciones de servicio-VDE-0165 b) Condiciones básicas de seguridad en instalaciones de garages. c) Puesta a Tierra - Frecuencia de Medición
■ Capítulo IX	Anexo G: Datos - Circuitos - Fórmulas y Tablas Anexo H: Algunas aplicaciones de productos Cambre
■ Capítulo X	Anexo I: Cálculo de un tablero eléctrico  Anexo J: Cálculo de la sección de neutro en instalaciones con armónicas de corriente.  Anexo K: Cálculo de la corriente de cortocircuito en una instalación eléctrica.
■ Capítulo XI	Anexo L: Cálculo de la capacidad para lograr el $\cos = 0,95$ en una empresa industrial (pequeña - mediana - grande)  Anexo M: Algo más sobre calentamiento en conexiones eléctricas.

## REFERENCIAS

I) Reglamento de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) - versión 3/2006

II) Normas Nacionales IRAM.

III) Normas Internacionales (IEC) - Comité Electrotécnico Internacional.

IV) VDE 0100 (Seguridad Eléctrica).

V) Instalaciones Eléctricas - Gunter G. Seip - Siemens

# PRINCIPALES CAUSAS DEL ORIGEN DE INCENDIOS Y ELECTROCUCIÓN

## Incendios:

- 1- Mal estado de las instalaciones eléctricas (sin mantenimiento y sin protección de diferencial y termomagnética). Tableros eléctricos con puntos de temperaturas inflamables por deficiencia del conexionado.
- 2- Falla de protecciones termomagnéticas de las líneas, principalmente por descalibración de la parte térmica ó valores de corriente mal adoptados en relación a la sección de los conductores a proteger.
- 3- Prolongaciones de tomas corrientes fijos con cables de sección y aislación insuficiente; adaptadores y triples de muy mala calidad.
- 4- Electrodomésticos (con fuente de calor o no) utilizados con riesgo de incendio por inclus materiales aislantes inflamables y no autoextinguibles, ejemplos: secadores de cabello, calefactores ó estufas eléctricas de ambientes, etc.

## Electrocución:

- 1- Materiales eléctricos de las instalaciones que no cumplen con las normas IRAM o IEC, en especial; materiales ferrosos en contactos eléctricos, materiales inflamables y no autoextinguibles y baja retención en contactos de tomacorriente y prolongadores o jabalinas a tierra y diferenciales electrónicos defectuosos.
- 2- Accesorios eléctricos (tableros, tomacorrientes, prolongadores, etc.) que no cumplen con los grados de protección IPXX fijados por las normas IRAM Nº 2444-IEC 60529.
- 3- Falta de protector diferencial y de la puesta a tierra, y el conductor de protección (verde amarillo) que cumplan con la reglamentación de la AEA.
- 4- Diferenciales instalados que no actúan por no respetar su accionamiento una vez por mes, através del botón del test.
- 5- Veladores de pie, escritorios o mesas, que no respetan la clase de aislación, colocando fichas clase II (IRAM 2063 sin tierra) a equipos con pie o bases metálicas y cuyo interruptor no interrumpe el polo vivo.

# 1er. Curso de Seguridad Eléctrica actualizado Instalaciones Eléctricas en Inmuebles

## Objetivos:

Transmitir los modernos conceptos de Seguridad en relación a los riesgos que implica el uso de la Energía Eléctrica en Instalaciones Inmuebles para la vida del ser humano y la conservación de sus bienes.

## CONTENIDO:

I- Efectos e la corriente eléctrica pasando por el cuerpo humano. IEC 60479-1 8/2005.

II- Clasificación de los equipos y aparatos eléctricos y electrónicos en relación a la protección contra shocks eléctricos. IEC 60356 .

III- Protección contra shocks eléctricos en instalaciones eléctricas de inmuebles. IEC 60354-4-41.

IV- Protección de líneas de instalaciones eléctricas de inmuebles. reglamento de la AEA, versión 3/2006.

## I.- Efectos de la corriente eléctrica pasando a través del cuerpo humano.

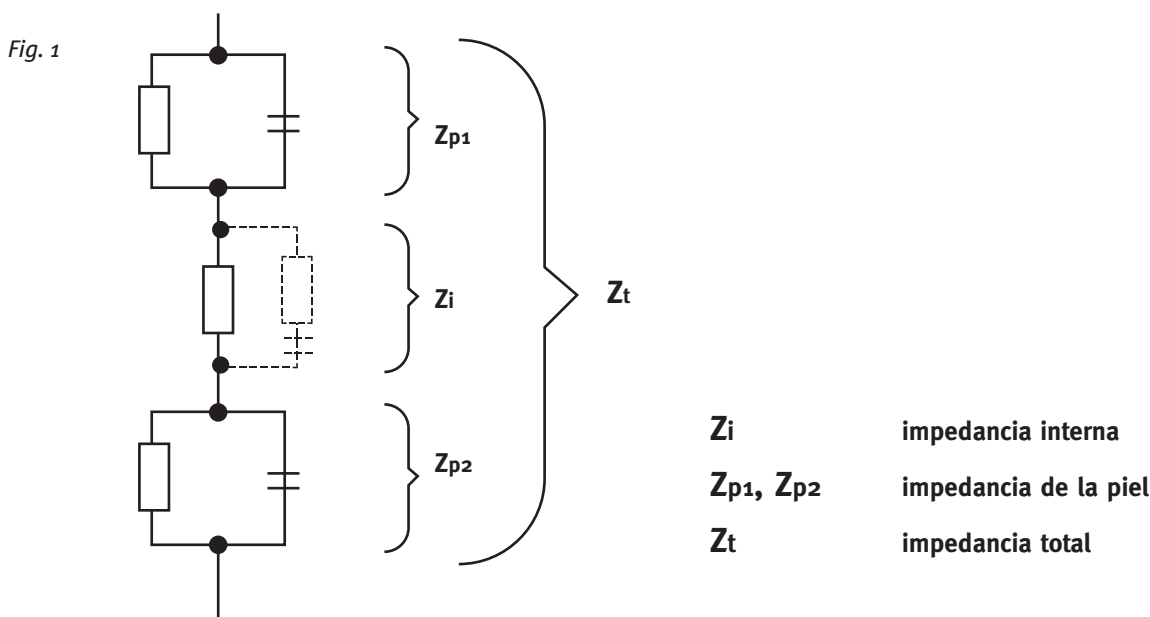
Para un mismo trayecto de corriente a través del cuerpo humano, el peligro en que incurren las personas, depende esencialmente de la intensidad y de la duración de paso de la corriente. La relación entre la corriente y la tensión no es lineal porque la impedancia del cuerpo humano varia con la tensión de contacto. Por ello, es importante disponer de datos referentes a esta relación. Las diferentes partes del cuerpo humano – tales como la piel, la sangre, los músculos, otros tejidos y las articulaciones- presentan para la corriente eléctrica una cierta impedancia compuesta de elementos resistivos y capacitivos.

Los valores de estas impedancias dependen de varios factores y, en particular, del trayecto de la corriente, de la tensión de contacto, de la duración del paso de la corriente, de la frecuencia de la corriente, del estado de humedad de la piel, de la superficie de contacto, de la presión ejercida y de la temperatura.

Los valores de impedancia indicados en este informe, son el resultado de un examen minucioso de los resultados experimentales disponibles de medidas efectuadas principalmente sobre cadáveres y sobre algunas personas vivas.

Los accidentes con corriente continua son mucho menos frecuentes de lo que se podría creer en consideración al número de aplicaciones de la corriente continua y de los accidentes mortales que se producen únicamente en condiciones muy desfavorables, por ejemplo, en las minas. Esto es debido, en parte, al hecho de que para duraciones de choque superiores al período del ciclo cardíaco, el umbral de fibrilación ventricular es mucho más elevado que en corriente alterna.

La impedancia interna del cuerpo humano ( $Z_i$ ) se la considera principalmente resistiva y su valor depende del trayecto de la corriente y luego de la superficie de contacto. El esquema siguiente representa las impedancias del cuerpo humano.



La impedancia interna de la piel ( $Z_p$ ) puede considerarse como un conjunto de resistencias y capacidades. La impedancia de la piel decrece cuando la corriente aumenta. Para tensiones de contacto superiores a 50V, la impedancia de la piel decrece rápidamente y se hace despreciable cuando aquella se perfora.

Valores de la impedancia total del cuerpo humano ( $Z_t$ ). Tabla I (para un trayecto de corriente mano a mano)

Los valores de la tabla siguiente representan el mejor conocimiento de la impedancia total del cuerpo humano para adultos vivos. El estado actual de los conocimientos hace pensar que en los niños los valores de aquella son similares.

Tabla I

Tensión de contacto V	Valores de la impedancia total (ohms) del cuerpo humano que no son sobrepasadas por el		
	5% de la población	50% de la población	95% de la población
25	1750	3250	6100
50	1450	2625	4375
75	1250	2200	3500
100	1200	1875	3200
125	1125	1625	2875
220	1000	1350	2125
700	750	1100	1550
1000	700	1050	1500
Valor asintótico	650	750	850

Nota: Algunas medidas indican que la impedancia total del cuerpo humano para un trayecto de corriente mano a pie es un poco menor que para un trayecto mano a mano (10% a 30%)

## Corriente continua.

La resistencia total del cuerpo humano ( $R_t$ ) en corriente continua es más elevada que en alterna para una  $U_{\text{contacto}}$  hasta aproximadamente 150 V motivada por el bloqueo de la capacidad de la piel. Se da a continuación una gráfica de la  $Z_t$  (en C. alterna) y la  $R_t$  (en continua) en función de la  $U_{\text{contacto}}$ .

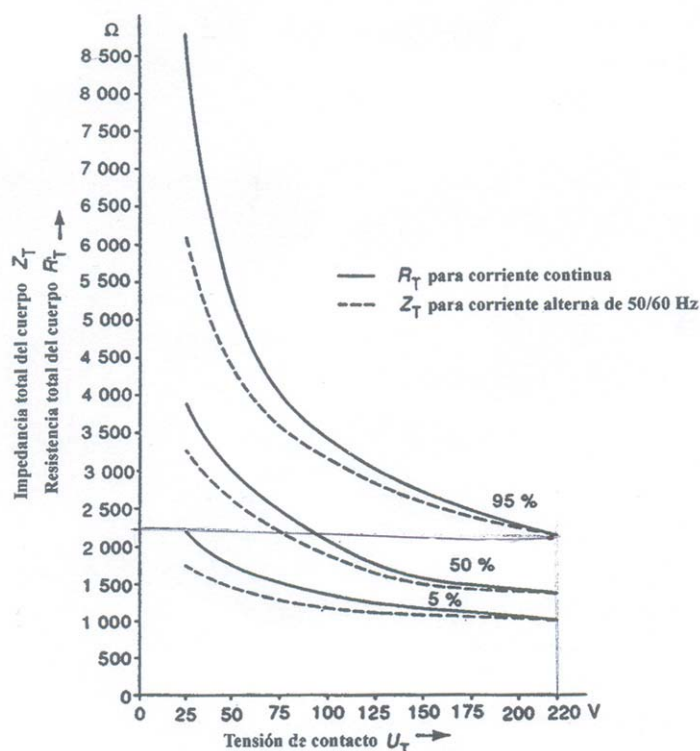


Fig. 2 - Valores estadísticos de las impedancias totales del cuerpo para sujetos humanos vivos, para un trayecto de corriente mano a mano o mano a pie, para tensiones de contacto hasta 220 V en corriente alterna 50/60 Hz y en corriente continua.



## Efectos de la corriente alterna de frecuencias (15 Hz a 100 Hz)

### 1- Umbral de percepción y reacción.

Depende de: a) superficie del cuerpo en contacto con el electrodo ó masa electrificada; b) condiciones de humedad, sequedad, temperatura; c) estado fisiológico del individuo. Se toma como valor general 0,5 mA

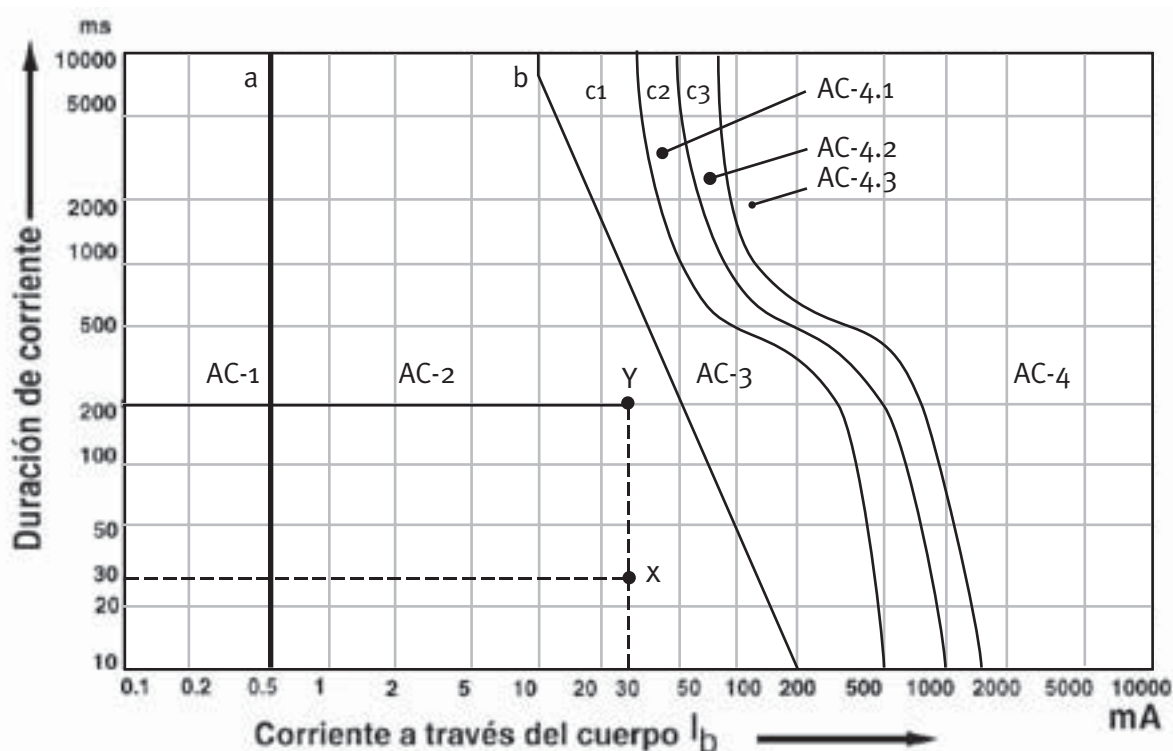
### 2- Umbral de no soltar.

Depende de: a) superficie del contacto, forma y dimensiones de los electrodos y estado fisiológico de la persona. Se toma como valor general 10 mA.

### 3- Umbral de fibrilación ventricular.

Esta se produce por debajo de la curva C1 y en el gráfico se aprecia que para tiempos de duración inferior a 100 mseg el valor se sitúa en 400 a 500 mA. En cambio por encima de 500mseg el valor de corriente pasa a 100 y a 35 mA para tiempos de 3 a 5 seg.

Gráfico de la relación entre la corriente que circula por el cuerpo humano y el tiempo (IEC 60479-1-2005)



I del cuerpo 15Hz a 100Hz.  
(mano izquierda a pie)

Fig. 3

### Otros efectos de la corriente.

La fibrilación ventricular está considerada como la causa principal de muerte por choque eléctrico. También se tiene la evidencia de casos de muerte por asfixia o parada del corazón.

Efectos pato fisiológicos tales como contracciones musculares, dificultades de respiración, aumento de la presión sanguínea, perturbaciones en la formación y la propagación de los impulsos en el corazón incluidos la fibrilación auricular y la parada provisional de corazón, pueden producirse sin fibrilación ventricular. Dichos efectos no son mortales y, habitualmente son reversibles, pero pueden producir marcas de corriente.

Para corrientes de varios amperios, se pueden producir quemaduras profundas que provocan serios daños que incluso pueden provocar la muerte.

Nota: la corriente tiene efectos fisiológicos demorados a su pasaje por el cuerpo humano.

## 3.5 Descripción de las zonas tiempo (corriente)

**Zonas tiempo/corriente con tensión alterna de 15 Hz a 100 Hz.**

Designación de la zona	Límites de la zona	Efectos fisiológicos
AC - 1	Hasta 0,5 mA - línea a	Habitualmente ninguna reacción.
AC - 2	De 0,5 mA hasta línea b	Habitualmente, ningún efecto fisiológico peligroso.
AC - 3	De línea b hasta curva c1	Habitualmente ningún efecto orgánico. Probabilidad de contracciones musculares y dificultades de respiración para duraciones de paso de corriente superiores a 2 s. Perturbaciones reversibles en la formación y la propagación de impulsos del corazón, incluida la fibrilación auricular y paradas temporales del corazón sin fibrilación ventricular, aumentando con la intensidad de la corriente y el tiempo.
AC - 4	Por encima de la curva C1	Pueden producirse efectos fisiológicos tales como la parada cardíaca, parada respiratoria, quemaduras graves que aumentan con la intensidad y el tiempo en complemento con los efectos de la zona 3.
AC - 4.1	C1 - c2	Probabilidad de fibrilación ventricular aumentando hasta 5%
AC - 4.2	c2 - c3	Probabilidad de fibrilación ventricular aumentando hasta el 50% aproximadamente.
AC - 4.3	Por encima de C3	Probabilidad de fibrilación superior al 50%

\* para duraciones de paso de corriente inferiores a 10 ms, el límite de corriente que atraviesa el cuerpo por la línea b permanece constante e igual a 200 mA.

**Aplicación del factor de corriente de corazón (F)**

El factor de corriente de corazón permite calcular las corrientes  $I_h$  para recorridos de diferentes del de mano izquierda a los dos pies, que representan el mismo peligro de fibrilación ventricular que corresponden a la corriente de referencia  $I_{ref}$  entre mano izquierda y los dos pies, indicado a continuación:

$$I_h = \frac{I_{ref}}{F}$$

Donde:

$I_{ref}$  es la corriente de la mano izquierda a los dos pies, indicada en la figura anterior  
 $I_h$  es la corriente que pasa por el cuerpo para los trayectos indicados en la tabla A;  
 F es el factor de corriente de corazón indicado en la tabla A.

Nota: el factor de corriente de corazón, se considera como una estimación aproximada de los peligros que corresponden a los diferentes trayectos de la corriente, bajo el punto de vista de la fibrilación ventricular.

Para los diferentes trayectos de la corriente, el factor de corriente de corazón tiene el valor indicado en la tabla A.

**Tabla A**  
**Factor de corriente de corazón F para diferentes trayectos de corriente.**

Trayecto de la corriente	Factor de corriente de corazón F
Mano izquierda a pie izquierdo, a pie derecho o a los dos pies	1,0
Dos manos a los dos pies	1,0
Mano izquierda a mano derecha	0,4
Mano derecha a pie izquierdo, a pie derecho o a los dos pies	0,8
Espalda a la mano derecha	0,3
Espalda a la mano izquierda	0,7
Pecho a la mano derecha	1,3
Pecho a la mano izquierda	1,5
Glúteos a la mano izquierda, a la mano derecha o a las dos manos.	0,7

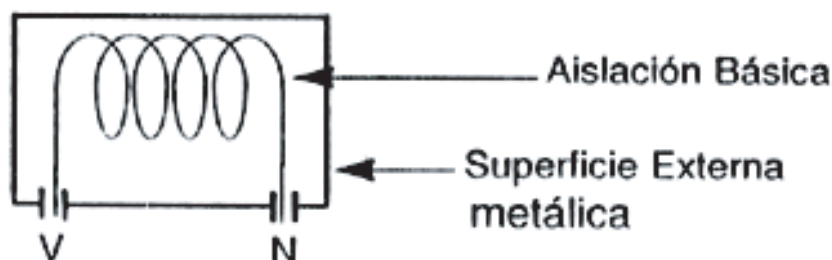
Ejemplo: una corriente de 200mA de mano a mano tiene el mismo efecto de riesgo de fibrilación que una corriente de 80 mA de mano izquierda a los dos pies.

## II. Clasificación de los Equipos y Aparatos Eléctricos, Electrónicos y de Iluminación en relación a la protección contra shocks eléctricos

### Clases de Equipos:

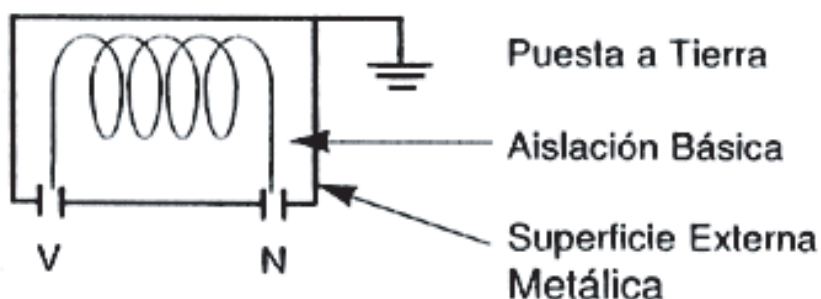
**Equipo Clase 0:** Equipo en el cual la protección contra shock eléctrico se hace solo con aislación Básica, esto significa que no hay medios para la conexión o partes conductivas accesibles de un conductor de protección.

No se permite en Argentina



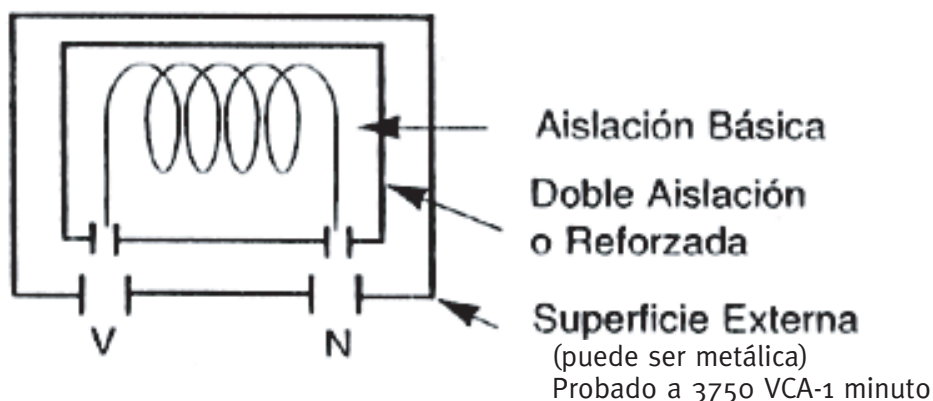
En Europa la aislación del piso y paredes y hasta una altura de 2,50 mts. debe ser mayor a 50 kohm para U de línea hasta 500 VCA para utilizarlos.

**Equipo Clase I:** Equipo en el cual la protección contra el shock eléctrico no se realiza solamente con aislación Básica, sino que incluye una protección adicional de tal forma que se permite la conexión de las (Masas) conductivas accesibles al conductor de protección (conectado a tierra) de tal manera que dichas partes no alcancen un potencial eléctrico en caso de falla de la aislación Básica.



Probado a 1500 VCA - 1 minuto

**Equipo Clase II:** Equipo en el cual la protección contra el shock eléctrico no se realiza solamente con la aislación Básica, sino que incluye una protección adicional consistente en: doble aislación o aislación reforzada y que no permiten la provisión de una conexión a tierra.



**Equipo Clase III:** Equipo en el cual la protección contra shock eléctrico se logra con un voltaje extra bajo (MBTS) de la alimentación y da protección contra contactos eléctricos directos o indirectos.

### III. Protección contra shock eléctrico en Instalaciones Eléctricas de Inmuebles ó Industriales.

- a) Protección contra contactos directos.
- b) Protección contra contactos indirectos.
- c) Protección contra contactos directos e indirectos.

- a) Protección contra contactos directos
  - a1) Protección por aislación de partes vivas.
  - a2) Protección por barreras o envolturas.
  - a3) Protección por obstáculos.
  - a4) Protección por ubicación fuera del alcance de la mano.
  - a5) Protección adicional por dispositivos de Corriente Diferencial.

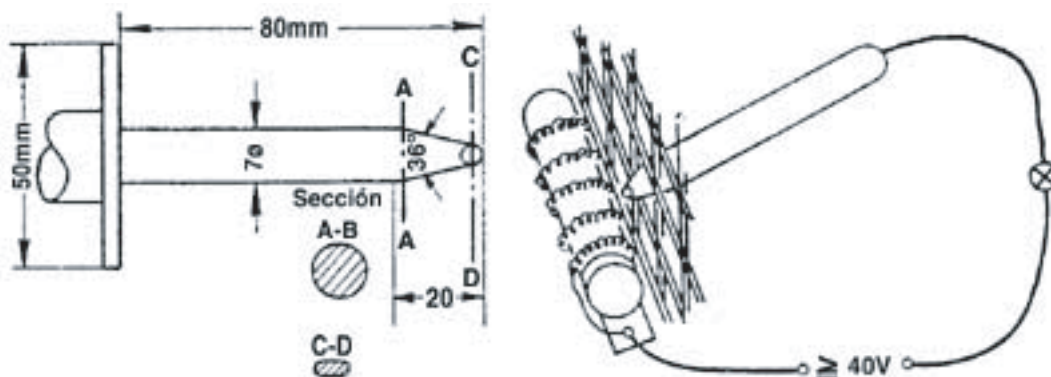
#### a) Protección contra contactos directos

**Concepto General:** Consiste en tomar todas las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que puedan resultar de un contacto con partes normalmente bajo tensión.

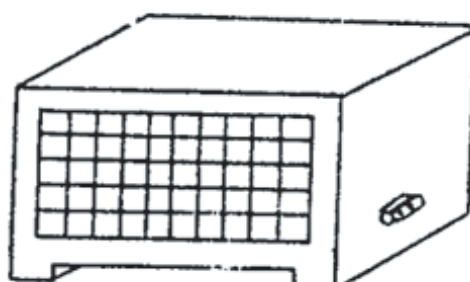
**a1) Protección por aislación de partes vivas:** Las partes vivas estarán completamente cubiertas con aislación, la cual sólo puede removerse por destrucción y con uso de herramientas, Pinturas - Barnices y productos similares no son considerados como aislantes adecuados para protección contra shock eléctrico en servicio normal.

**a2) Protección por barreras o envolturas:** Las partes vivas estarán internas en envolturas o atrás de barreras que provean por lo menos de un grado de protección IP2X (agujeros de  $\varnothing$  menor a 12 mm y distancia mayor a 80 mm = Como rejillas - chapas u otras protecciones mecánicas. Donde es necesario remover una barrera u abrir una envoltura o parte de ella, **esto será posible solo por medio de una herramienta**

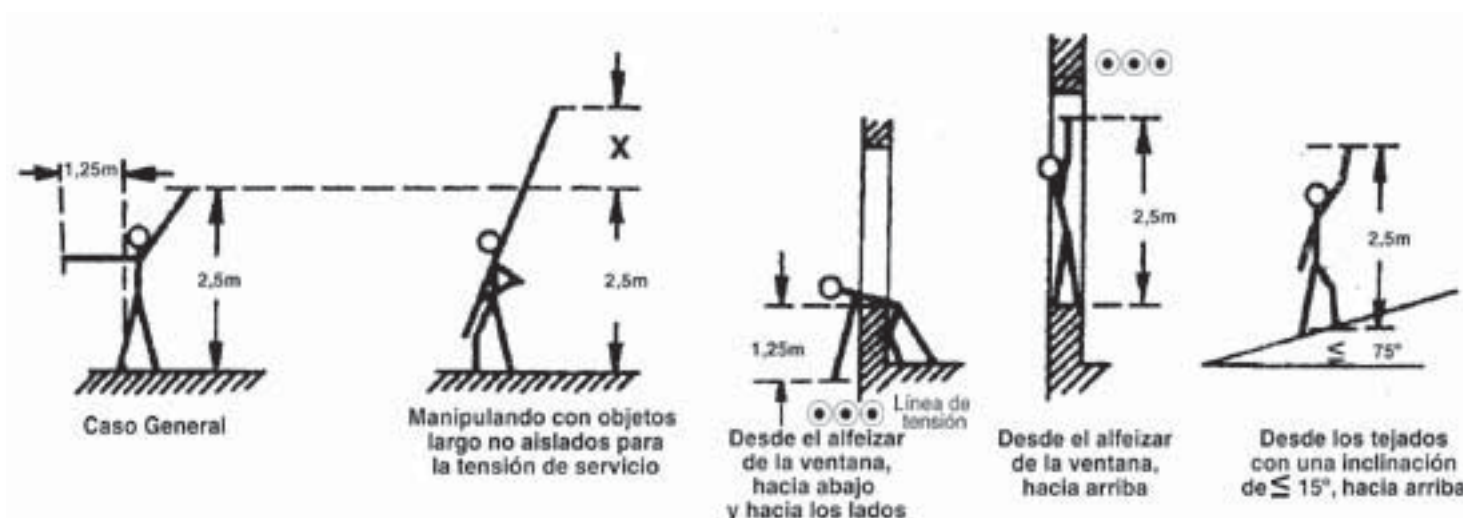
- Por el uso de una llave o herramienta.
- Después de desconectar la alimentación a las partes vivas.
- La alimentación será repuesta sólo después de reponer las barreras o cerrar las envolturas de protección.



*Dedo de prueba o sonda portátil de ensayo y su empleo.*



*Protección mediante medidas especiales (rejilla).*



### *Concepto de la tensión fuera del alcance de la mano*

**a3) Protección por obstáculos:** Los obstáculos se utilizan para prevenir contactos no intencionales con partes vivas, pero no contactos intencionales por deliberada superación del obstáculo.

**a4) Protección de ubicación fuera del alcance de la mano:** Partes accesibles simultáneamente con diferentes potenciales no deberán estar dentro del alcance de los brazos. Se entiende así a partes que no están separadas, mas de 2,50 mts.

**a5) Protección Adicional por dispositivos de corriente diferencial:**

Nota: Esta protección se usa en adición a las anteriores y nunca como alternativa de alguna de ellas.

Se usa el Interruptor Diferencial como protección Adicional que actúa con 30 mA y un tiempo no mayor de 0,2 seg. en caso de falla de los otros sistemas mencionados o negligencia del usuario.

**Este método no evita accidentes provocados por contactos simultáneos (ambas manos) con partes vivas de distintas tensión, pero facilita la protección contra contactos indirectos, a la vez que permite condiciones de puesta a tierra técnica y económicamente factibles y tiene la ventaja adicional en cuanto a protecciones contra incendios, de supervisar permanentemente la Aislación de las partes bajo tensión.**

## b) Protección contra contactos indirectos

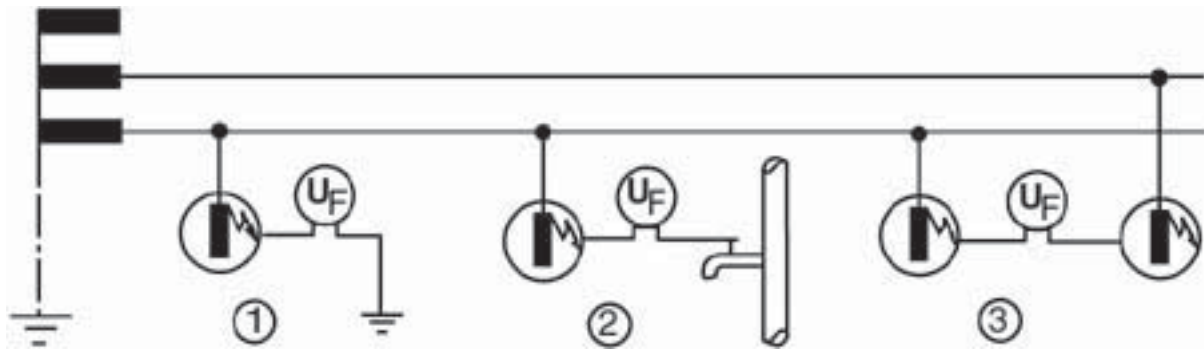
Protección contra shock eléctrico en caso de fallas:

Concepto General:

**Consiste en tomar todas las medidas destinadas a proteger a las personas contra peligros que puedan resultar de un contacto con partes metálicas (masas), puestas accidentalmente bajo tensión, a raíz de una falla de aislación del aparato o equipo eléctrico.**

**Definición de Masas:** Conjunto de las partes metálicas de aparatos, de equipos, de canalizaciones eléctricas (cajas - gabinetes - tableros - bandejas porta - cables, etc.) que en condiciones normales están aisladas de las partes bajo tensión, pero que como consecuencia de una falla de aislación se ponen accidentalmente bajo tensión.

**b1) Protección por desconexión automática de la tensión de Alimentación:** Este sistema de protección consta de un sistema de puesta a tierra y un dispositivo de protección.



*Fig. 4: Tensiones de defecto. Izquierda: entre una masa y tierra. Centro: entre una masa y la tubería de agua. Derecha: entre dos masas.*

La actuación coordinada del dispositivo de protección (I) con el sistema de puesta a tierra (II) permite que en caso de un falla de aislación de la instalación, se produzca automáticamente la separación de la parte fallada del circuito, de forma tal que las partes metálicas accesibles no adquieran una tensión de contacto mayor de 24v en forma permanente.

#### (I) Dispositivos de Protección:

Es un Interruptor automático que actúa por corriente de fuga (derivada a tierra), con valores de 30 mA y un tiempo no mayor de 0,2 seg. Debe responder a la Norma Iram 2301. (Tiempo ideal no mayor de 30mseg).

#### (II) Sistema de Puesta a Tierra:

Disposiciones Generales:

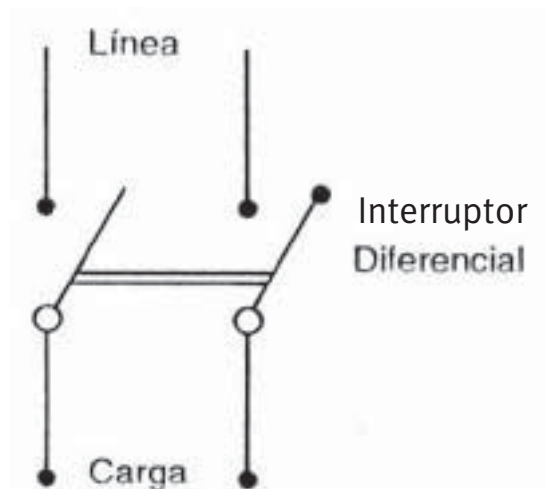
a) En todos los casos deberá efectuarse la conexión a tierra de todas las masas de la Instalación.

b) Las masas que son simultáneamente accesibles y pertenecientes a la misma instalación eléctrica estarán unidas al mismo Sistema de Puesta a Tierra.

c) El Sistema de Puesta a Tierra será eléctricamente continuo y tendrá la capacidad de soportar la corriente de cortocircuito máxima coordinada con las protecciones instaladas en el circuito.

**d) El conductor de protección no será seccionado eléctricamente en punto alguno del circuito ni pasará por el interruptor diferencial, si lo hubiera.**

e) La instalación se realizará de acuerdo a las directivas de la Norma IRAM 2281- Parte III.



#### Valor de la Resistencia de Puesta a Tierra.

a) Partes de la Instalación cubiertas por protección diferencial.

La Ley Nº 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, a través de los decretos reglamentarios 351/79 y 911/96 establece la tensión límite de contacto indirecto entre una masa y tierra en no mayor de 24 V (para pisos secos ó húmedos). La tabla siguiente indica cuánto es el valor máximo permitido de las resistencias a tierra de las masas eléctricas ( $R_a$ ) expresado en ohms ( $\Omega$ ) en función de la corriente diferencial máxima que permite el interruptor diferencial instalado.



CORRIENTE MÁXIMA DIFERENCIAL (mA)		VALOR DE LA RESISTENCIA Ohms - Ra
Sensibilidad Baja	20 A	0,6
	10 A	1,2
	5 A	2,4
	3 A	4
Sensibilidad Media	1 A	12
	500 mA	24
	300 mA	40
	100 mA	40
Sensibilidad Alta	10 mA	40
	30 mA	40

**NOTAS:**

- 1) Los valores de sensibilidad baja, son usados en la industria en circuitos con selectividad vertical.
- 2) Los valores de sensibilidad media son usados en la industria y hasta 500 mA son aptos para evitar incendios con corrientes superficiales sobre polvo o material inflamable (cereal, aserrín, hulla, etc.)
- 3) Los valores de sensibilidad alta se usan en instalaciones de inmuebles, residenciales, oficinas, etc.
- 4) El diferencial de 300 mA se ha incorporado en el reglamento de la AEA (3/2006) para proteger contra contactos indirectos, la instalación sobre el montante que va del tablero principal al tablero seccional (dto. en propiedad horizontal).

**Toma a Tierra:**

La toma a tierra está formada por el conjunto de dispositivos que permiten vincular con tierra el conductor de protección. Esta toma deberá realizarse mediante electrodos, dispersores, placas, cables o alambres cuya configuración y materiales deberán cumplir con las Normas IRAM siguientes : 2309 - 2310 - 2316 y 2317. Se recomienda instalar la toma de tierra en un lugar próximo al tablero principal (menor a 2mts.).

**Conductor de Protección (PE):**

La puesta a tierra de las masas se realizarán por medio de un conductor denominado conductor de protección de cobre electrolítico aislado (Normas IRAM 2183 - 2178 - 62266 - 62267) que recorren las instalaciones y cuya sección mínima se establece con la fórmula (ver protección de cortocircuito).

En ningún caso la sección del conductor debe ser inferior a 2.5 mm<sup>2</sup>.

"Este conductor estará conectado directamente a la toma de tierra e ingresará al sistema de cañerías de la instalación por la caja del tablero principal" y será aislado.

**Otras disposiciones particulares:**

**Tomacorrientes con puesta a tierra:** La conexión al borne de tierra del tomacorriente se efectuará desde el borne de conexión del conductor de protección existente en la caja, o que pase por ella mediante una derivación con cable aislado (no conexión guirnalda).

**Conexión a tierra de motores u otros aparatos de conexión fija:** Se efectuará con un conductor de sección no menor a 2,5 mm<sup>2</sup> y en relación a la fórmula de la Protección de corto circuito.

**Caños - Cajas - Gabinetes Metálicos:** Para asegurar su efectiva puesta a tierra se realizará la conexión de todas las cajas y gabinetes metálicos con el conductor de protección, para lo cual cada caja y gabinete deberá estar provisto de un borne o dispositivo adecuado. Además deberá asegurarse la continuidad eléctrica con los caños que a las cajas acometen se realizan con conductor aislado verde amarillo.

**Caños - Cajas y Gabinetes de material aislante:** El conductor de protección deberá conectarse al borne de tierra previsto en las cajas y gabinetes. Los caños en tal caso deberán ser conectados a dicho conductor.

c) Protección contra contactos directos e indirectos  
(Uso de fuentes de muy baja tensión de seguridad) (MBTS)

**Requisitos:** La protección contra contactos directos e indirectos se considera asegurada, si la tensión más elevada no supera 24V.



**Tipos de Fuentes de muy baja tensión de Seguridad (MBTS).**

a) Transformador con separación eléctrica entre los circuitos primarios y secundarios: Tendrá una pantalla metálica intercalada entre dichos arrollamientos y, con el núcleo, se conectará aquella al sistema de tierra. La tensión primaria no superará los 500V y la secundaria los 24V. Deberá resistir un ensayo de 4000 VCA entre ambos arrollamientos y 2000 VCA entre ambos y tierra, durante un minuto. La resistencia de aislación entre ambos arrollamientos y entre estos contra tierra no será inferior a 5 Megaohm. **Sin estos requisitos y por tener Us = 24 VCA la fuente es sólo MBTF (Muy Baja Tensión Funcional, ej.: para timbres).**

b) Motor-Generador separados eléctricamente: Por medio de un manchón aislante

c) Dispositivos electrónicos: En ellos se tomarán medidas que aseguren que en casos de defectos Internos la tensión de salida en sus bornes en ningún caso supere los 24V.

Condiciones de la Instalación de los sistemas de muy baja tensión:

a) Los circuitos de M.B.T. de seguridad no deberán unirse eléctricamente a los conductores de protección pertenecientes a otros circuitos.

b) Las masas de los circuitos de M.B.T. de seguridad no deberán ser conectadas a conductores de protección o masas de otros circuitos.

c) Los conductores de los circuitos de M.B.T'S deberán estar preferentemente separados de cualquier conductor de otro circuito, sino fuera ello posible se deberá hacer.

- Colocarlos dentro de una cubierta o caño aislante.

- Separados por una pantalla metálica puesta a tierra.

d) Las fichas y toma corrientes de los circuitos M.B.T.S. deberán cumplimentar lo siguiente: Las fichas deberán tener un diseño tal que no les permita su inserción en circuitos de mayor tensión. Los toma corrientes no deberán poseer contactos para conductor de protección.

**Condiciones especiales de seguridad para cuartos de baño.**

Se definen las siguientes zonas:

a) Zona de peligro:

b) Zona de protección:

c) Zona de restricciones:

**a) Zona de peligro:** Delimitada dentro del perímetro de la bañera y en 2,25 mts de altura medida desde el fondo de la misma.

**b) Zona de protección:** Delimitada por el perímetro que exceda en 0.60 mt el de la bañera o ducha hasta la altura del cieloraso.

**c) Zona de restricciones:** El volumen de la sala de baño exterior a la zona de protección.

## IV) Protección de Líneas de Instalaciones Eléctricas de Inmuebles.

Tipos:

- a) Protección contra sobrecargas (larga duración).
- b) Protección contra cortocircuitos (corta duración).
- c) Protección por fallas de aislación.

### a) Protección contra sobrecargas (larga duración):

**Concepto:** Las sobrecargas de corriente de larga duración dañan principalmente la aislación de los cables de la instalación eléctrica.

Los dispositivos de protección mas usados son el fusible y el termomagnético.

El fusible actúa con una característica que con el 1,45 veces de la corriente nominal interrumpa la misma en menos de 60 minutos.

El termomagnético actúa por una característica que hace que con 1,45 veces de la corriente nominal interrumpa dentro de los 60 minutos de producida la sobrecarga.

Las características de los elementos de protección (fusibles, interruptores termomagnéticos, etc.) deberán ajustarse al criterio siguiente: Una vez determinada la corriente del proyecto  $I_p$  de la instalación y elegida la sección del conductor los valores característicos de la protección deben cumplir con las condiciones simultáneas siguientes:

$I_p$  igual o menor  $I_n$  igual o menor  $I_c$

$I_f$  igual o menor 1,45  $I_c$

Donde:

$I_p$ : Corriente de proyecto de la línea a proteger.

$I_n$ : Corriente nominal de la protección.

$I_c$ : Corriente admitida por el conductor de la línea a proteger.

$I_f$ : Corriente de fusión del fusible o de funcionamiento de la protección, dentro de los 60 minutos de producida la sobrecarga.

### b) Protección contra cortocircuitos (corta duración):

**Concepto:** La sobrecarga de corriente de corta duración se produce por cortocircuito y origina corrientes de valores de 5 a 100 veces la corriente nominal o más.

El **fusible** cuando actúa interrumpiendo dichas corrientes es necesario reemplazar al alambre del mismo y en esta acción se cometen errores alterando la calibración correcta y permitiendo la circulación de corrientes mucho mayores que las previstas para la protección de la aislación de los cables.

El **termomagnético** actúa con distintas características frente a los cortocircuitos y una vez eliminada la falla se lo puede reponer manteniendo la calibración original; de allí la mayor difusión del mismo.

Estos elementos deberán ser capaces de interrumpir esa corriente de cortocircuito, antes que se produzcan daños en los conductores y conexiones debido a sus efectos térmicos y mecánicos.

La verificación térmica de los conductores a la corriente de cortocircuito deberá realizarse mediante la siguiente expresión:

$$S \geq \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K}$$

0,1 seg. mayor t igual ó menor 5 seg.

0,1 seg. < t ≤ 5 seg.

Donde:

S (mm <sup>2</sup> )	Sección real del conductor.
I <sub>cc</sub> (A)	Valor eficaz de la corriente de cortocircuito máxima.
t	Tiempo total de operación de la protección (en seg.).
K=114	Para conductores de cobre aislados en PVC.
74	Para conductores de aluminio aislados en PVC.
142	Para conductores de cobre aislados en goma etilenoropilénica o polietileno reticulado.
93	Para conductores de aluminio aislado en goma etileonoropilénica o polietileno reticulado.

Ejemplo: La colocación de un conductor de protección de 2,5 mm<sup>2</sup> cuadrados de cobre (mínimo recomendado) permite que en el caso de un cortocircuito de 3.000 A, con el uso de un termomagnético se interrumpa la corriente en 10 mseg sin sobrecalentamiento para el conductor de la instalación. Los valores de K han sido determinados considerando que los conductores se encuentran inicialmente a la temperatura máxima de servicio prevista por la Norma IRAM y que al finalizar el cortocircuito alcanzan a temperaturas máximas previstas por las mismas Normas (160°C) y tiempo menor a 5 seg. para aislación del conductor de PVC, y, 250°C para aislación de polietileno reticulado.

### c) Protección por fallas de Aislación

Concepto:

Las corrientes derivadas a tierra en una instalación son producidas por fallas de la aislación de los conductores de la misma o de las uniones hechas en cajas de conexión a tomas corrientes e interruptores o en empalmes dentro de ellas o directamente en fallas de aparatos dispositivos o máquinas conectados a la misma.

La energía calórica que puede desarrollar un incendio en contacto con materiales inflamables se produce solo por algunos amperes (3 a 5). Las fallas de aislación de cables, accesorios de líneas o productos conectados a estas pueden originar dichos valores.

Un Interruptor Diferencial sensa permanentemente el nivel de aislación de una línea, y en el caso de corrientes de fuga a tierra superiores a 30 mA interrumpe la alimentación lo cual es ideal para prevenir incendios, por causas eléctricas.

Normas IRAM a las que responden los Elementos de Maniobra y Protección.

Interruptores de Efecto:	NM 60609-1
Interruptores Bi -Tri o Tetrapolares:	2122
Fusibles:	2121-2245
Interruptores con Fusibles:	2122
Interruptor automático:	2169
Interruptor por Corriente Diferencial:	2301
Tomacorriente con Tierra:	NM 60884-2071



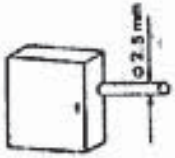
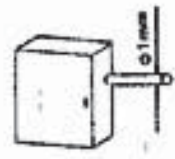
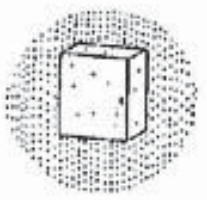
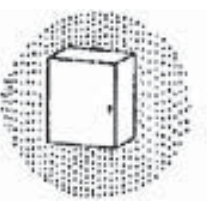
## Envolturas como protección a cuerpos sólidos e ingreso de líquidos.

La norma IRAM 2444 clasifica las protecciones por dos cifras.



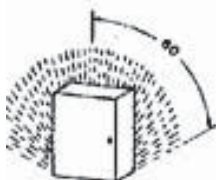

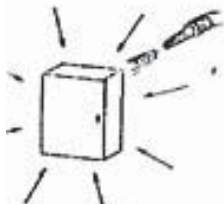
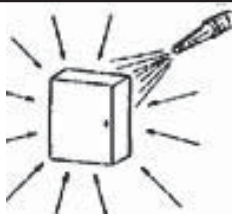
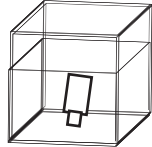
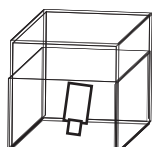
IPXX ← 1ra cifra  
← 2da cifra

La primera cifra significa la protección que tiene el producto contra el ingreso de cuerpos sólidos de 80mm de longitud y diámetros tales como los indicados. La segunda cifra significa la protección que tiene el producto contra el ingreso de líquidos.

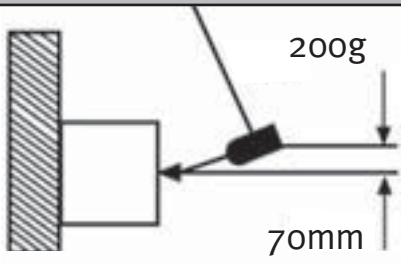
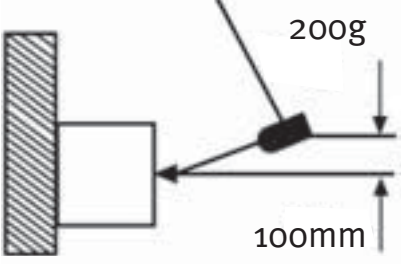
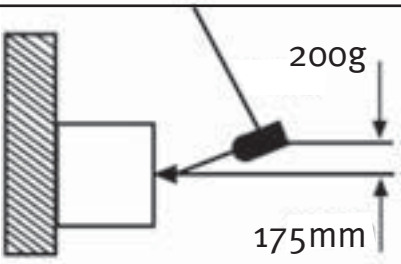
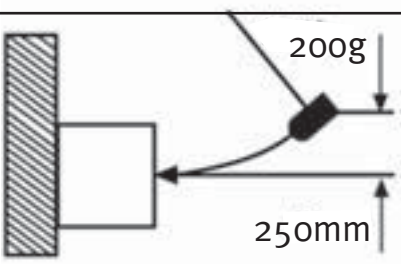
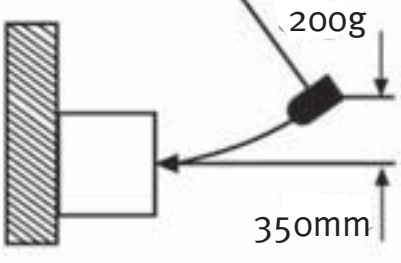
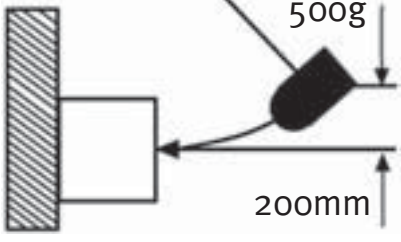
### Protección contra los cuerpo sólidos

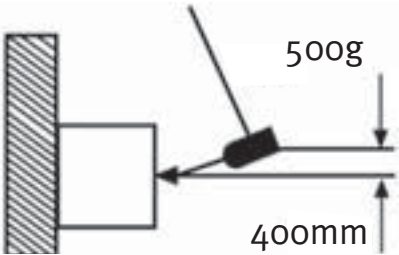
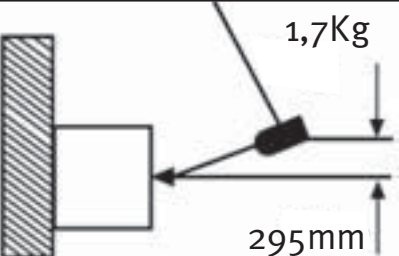
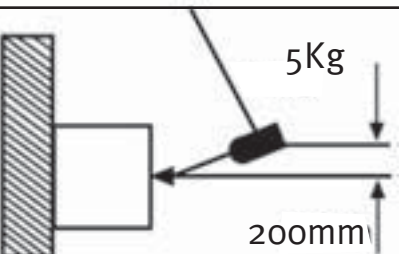
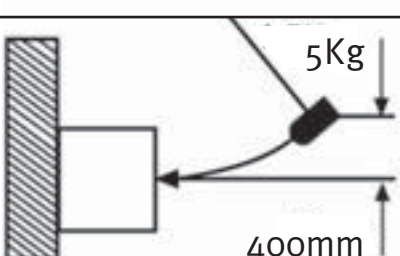
IPX 1era.Cifra	IPO	Sin protección
	IP1	Protege a cuerpos mayores de 50 mm (contacto involuntario de las manos)
	IP2	Protege a cuerpos mayores de 12mm (dedo de la mano)
	IP3	Protege a cuerpos mayores de 2,5mm (destornillador, etc.)
	IP4	Protege a cuerpos mayores de 1mm (clavos, etc.)
	IP5	Protege contra polvo. Se admite el ingreso que no perjudica el funcionamiento.
	IP6	Protege contra polvo. No se admite el ingreso de polvo.

## Protección contra líquidos

IPX 2da. Cifra	IPXO	Sin protección
	IPX1	Protege contra caída vertical de gotas de agua
	IPX2	Protege contra caída vertical de gotas hasta 15° de la vertical
	IPX3	Protege contra caída vertical de gotas hasta 60° de la vertical
	IPX4	Protege contra proyección de agua en todas las direcciones
	IPX5	Protege contra chorros de agua en todas las direcciones - Caudal: 12,5 l/min.
	IPX6	Protegido contra olas o chorros potentes Caudal: 100 l/min.
	IPX7	Sumergido a 150 m (punto más alto) por debajo del nivel del agua - 30 min. El agua ingresada no afectará la rigidez dieléctrica.
	IPX8	Inmersión prolongada bajo especificación del fabricante. Sin ingreso de agua.

## Impacto mecánico IKOX - Referencia: Norma UNE-EN 50102

CIFRA CARACTERÍSTICA	Método de prueba	Energía de Impacto Joule	Descripción de la prueba
IK 00			No protegido
IK *01		$J = 0,15$	Resistencia al impacto de un peso de 200g. que cae desde 70 mm.
IK 02		$J = 0,20$	Resistencia al impacto de un peso de 200g. que cae desde 100 mm.
IK 03		$J = 0,35$	Resistencia al impacto de un peso de 200g. que cae desde 175 mm.
IK 04		$J = 0,5$	Resistencia al impacto de un peso de 200g. que cae desde 250 mm.
IK 05		$J = 0,7$	Resistencia al impacto de un peso de 200g. que cae desde 350 mm.
IK 06		$J = 1$	Resistencia al impacto de un peso de 500g. que cae desde 200 mm.

CIFRA CARACTERÍSTICA	Método de prueba	Energía de Impacto Joule	Descripción de la prueba
IK 07		$J = 2$	Resistencia al impacto de un peso de 500g. que cae desde 400 mm.
IK 08		$J = 5$	Resistencia al impacto de un peso de 1,7Kg. que cae desde 295 mm.
IK 09		$J = 10$	Resistencia al impacto de un peso de 5kg. que cae desde 200 mm.
IK 10		$J = 20$	Resistencia al impacto de un peso de 5Kg. que cae desde 400 mm.



## 2do. Curso de Seguridad Eléctrica actualizado. Instalaciones Eléctricas en Inmuebles

### CONTENIDO:

- a) Nuevos conceptos sobre el efecto de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano.
- b) Puesta a tierra en instalaciones eléctricas de inmuebles.
  - b1 - Toma a tierra
  - b2 - Dispositivos de protección.
- b3- Conductor de protección.      b4- Conexiones de las masas de la instalación a la puesta de tierra.
- c) Anexo A: Medición de las resistencias de tomas de tierra.
- d) Anexo B: Medición de la resistencia de aislación de pisos.
- e) Código de práctica para puesta a tierra de sistemas eléctricos.
- f) Guía práctica para dotar de seguridad a su instalación contra el shock eléctrico. Recomendaciones para la seguridad de vida de su familia y sus bienes usando una instalación eléctrica.

### Referencias:

- 1.- Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmueble. - (AEA 3/2006).
- 2.- Normas VDE olooo de Protección Eléctrica.
- 3.- Nuevos conocimientos sobre el efecto de las corrientes eléctricas sobre el cuerpo humano - Protección contra contactos directos - H.C.Buhler - Profesor Emérito de Instalaciones Eléctricas del Instituto de Ingeniería de la Universidad de Tucumán.
- 4.- Puesta a Tierra de Sistema Eléctricos - Código de Práctica -Consideraciones particulares para Inmuebles - Norma IRAM 2281 - Parte III - 6/1996.
- 5.- Código de Práctica para Puesta a Tierra de Sistemas Eléctricos -Generalidades Norma IRAM 2281 - Parte I - 6/1996.
- 6.- Materiales para Puesta a Tierra - Jabalina Cilíndrica de Acero - Cobre y sus accesorios. Norma IRAM 2309 - Mayo de 1989.
- 7.- Materiales para Puesta a Tierra - Jabalina Cilíndrica de Acero cincado y sus accesorios. Norma IRAM 2310.
- 8.- Norma IRAM N 2169 - Interruptores Termomagnéticos (1993)
- 9.- Norma IRAM N 2301 - Interruptores Diferenciales.

### a) Nuevos conceptos sobre el efecto de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano.

#### Ultimas Investigaciones:

De las mediciones realizadas por el Ing. Biegelmeier en un circuito tal como se describe en la Figura Nro. IV se arrojó luz sobre una serie de aspectos de la electro patología del accidente eléctrico. El resumen de dichas mediciones puede establecerse a partir de la ecuación:

$$I^2 \cdot t = 50 \text{ a } 100 \text{ A}^2 \cdot \text{s} \cdot 10^{-6}$$

que establece el límite para un sensación neta de dolor, con una duración de tres medias ondas (30 milisegundos). Una electrificación con valores de  $I^2 \cdot t = 500 \text{ A}^2 \cdot \text{s} \cdot 10^{-6}$  se consideró insoportable.

Tabla que relaciona el  $I^2 \cdot t$  y los efectos fisiológicos  
(para circulación longitudinal y transversal)

$I^2 \cdot t$	
$\text{A}^2 \cdot \text{s} \cdot 10^{-6}$	Percepciones y Reacciones Fisiológicas
4 a 8	Sensaciones leves en dedos y en tendones de los pies.
10 a 30	Choque tetánico en dedos, muñecas y codos con suave contracción.
15 a 45	Choque tetánico en dedos, muñecas, codos y hombros - Sensación en las piernas.
40 a 80	Choque tetánico y doloroso en brazos y piernas.
70 a 120	Choque tetánico y ardiente dolor en brazos, hombros y piernas.

**Ejemplos:**

a) Valor de corriente del Interruptor Diferencial = 30 mA.  
Tiempo de disparo = 100 mseg.

$$I^2 \cdot t = 90 \cdot 10^{-6} \text{ A} \cdot \text{seg.}$$

b) Valor de corriente = 30 mA  
Tiempo de disparo = 30 mseg.

$$I^2 \cdot t = 27 \cdot 10^{-6} \text{ A} \cdot \text{seg.}$$

Esto nos indica que si tomamos en cuenta la sensación de dolor ocasionada por el paso de la corriente eléctrica y no el efecto de fibrilación cardíaca deberíamos utilizar interruptores diferenciales de  $I = 30 \text{ mA}$  pero con un tiempo de corte no superior a 30 mseg.

Nota: Estos valores concuerdan con las recomendaciones de instalaciones de puesta a tierra indicados en el punto 4.1 punto III del Código de Práctica de la Norma IRAM 2281 - Parte III de 6/1996, y la Ley de Higiene y Seguridad Industrial N°24557.

Debe dejarse aclarado que la corriente que pasa por el cuerpo humano mientras el diferencial no corta, según la aislación de nuestros pies sobre el suelo y la aislación del mismo con respecto a la tierra de referencia, puede ser de varias veces la corriente diferencial nominal y ello puede ocasionar sensaciones muy dolorosas como hemos mencionado. En el caso del baño, una persona que toca con ambas manos a un dispositivo en falla con pies desnudos y piso mojado puede recibir una corriente de 200 a 300 mA.

"De todo ello se deduce que los tiempo de corte no deberían ser superiores a 30 mseg en el interruptor diferencial que se utilice", si queremos evitar sensaciones muy dolorosas.

**b) Puesta a tierra en instalaciones eléctricas de inmuebles.****Conceptos Generales:**

Para evitar los contactos indirectos de las masas de la instalaciones se tomarán las siguientes disposiciones de seguridad preventiva:

b1) Toma de tierra.

b2) Dispositivos de protección adecuados.

- Fusibles (Norma IRAM 2245)
- Interruptores termomagnéticos (Norma IRAM 2169)
- Interruptores diferenciales (Norma IRAM 2301)

b3) Conductor de Protección para hacer la unión equipotencial de todas las masas con la toma de tierra.

b4) Conexiones de las masas de la instalación a la puesta de tierra.

**b1) Toma de Tierra****Clasificación de las tomas de tierra:**

- 1) Viviendas unifamiliares - departamentos - locales comerciales.
- 2) Grandes edificios para viviendas colectivas - hospitales - colegios - hoteles - supermercados y todo lugar con acceso al público.
- 3) Talleres, fábricas pequeñas y locales para depósito.

1) Tomas de tierra en viviendas unifamiliares, departamentos y locales comerciales:

La resistencia eléctrica total de una instalación a tierra es la suma de 3 (tres) resistencias:

- 1- La resistencia ohmica de los conductores que conforman la instalación.
- 2- La resistencia ohmica del contacto entre el sistema de puesta a tierra (jabalinas) y el suelo circundante.
- 3- La resistencia ohmica del suelo que rodea al sistema de electrodos de puesta a tierra.

La resistencia a tierra medida desde cualquier masa de la instalación para el caso de usar interruptor diferencial de 10, 30 mA - 100 o 300 mA, no será mayor a 40 Ohms.

La conexión del electrodo dispersor de la corriente a tierra desde la caja de toma se efectuará mediante conductor electrolítico cuya sección se calcula según se indica (1er. Curso de Seguridad ) y que sea como mínimo de 10 mm<sup>2</sup>. Si el conductor es desnudo se lo protege dentro de un conductor no metálico enterrado 0,30 m. por debajo del nivel del suelo

$$s = \frac{I\sqrt{t}}{K} \quad \text{para } 0,1 \text{ seg.} < t < 5 \text{ seg.}$$

Se puede utilizar:

Jabalina  
Placas  
Cables, alambres o flejes enterrados

**Jabalinas:** Se instalan preferentemente por hincado directo sin perforación. Su diámetro exterior mínimo será de 12,6 mm para las de Acero - Cobre IRAM (2309) y 14,6 mm para las de acero cincado en caliente (IRAM 2310). Ver figura pág.17 de IRAM 2310. La unión en la caja de toma de tierra se efectuará de forma de evitar pares electro-químicos y se harán por ejemplo con grapas de bronce o soldadura termoquímica.

**Placas:** Las placas de cobre tendrán un espesor mínimo de 3 mm., un área mínima de 0,50 m<sup>2</sup> y se enterrarán 1,50 m. como mínimo debajo del nivel del suelo. La unión con el conductor de protección se efectuará por soldadura termoquímica o autógena.

**Cables, alambres, etc.:** Serán de cobre electrolítico con sección mínima de 25 mm<sup>2</sup>, cada uno de los alambres tendrá un diámetro de 2 mm como mínimo y se enterrarán a la profundidad de 70 cm. como mínimo.

2) Tomas de Tierra de Grandes edificios para viviendas colectivas y oficinas, hospitales, establecimientos educacionales, hoteles, bancos, supermercados, comercio y todo lugar con acceso de público.

En instalaciones por construir se colocará un conductor como toma de tierra, ubicándolo en el fondo de las zanjas de los cimientos en contacto íntimo con la tierra y de manera que recorra el perímetro del edificio. Este conductor servirá de electrodo dispersor de la corriente de falla a tierra y podrá ser de:

a) Cable de cobre electrolítico desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección nominal (IRAM 2022) mínimo y el diámetro mínimo de los alambres que lo componen será de 1,80 mm.

b) Alambre de acero-cobre de 5mm de diámetro con el 40% de conductividad respecto del cobre como mínimo.

c) Planchuelas de cobre electrolítico de 20 mm por 3 mm como mínimo.

En estos casos la sección se calcula en base a la formula:

$$s = \frac{I\sqrt{t}}{K} \quad 0,1 \text{ seg.} \leq t < 5 \text{ seg.}$$

Estos conductores se instalarán en forma de anillos o mallas y de ellos se realizarán derivaciones hasta el nivel del suelo a una caja de inspección (una por cada 30 m. de perímetro como mínimo). El conductor de derivación tendrá una sección por lo menos equivalente y será del mismo metal que el de la malla. Se unirán por medio de soldadura

autógena o termoquímica, o por compresión con deformación plástica en frío.

**NOTA: No se permiten uniones roscadas, abulonadas o remachadas.**

La resistencia a tierra será igual o menor que 2 ohm.

En los lugares donde el conductor de puesta a tierra pueda ser dañado, será protegido convenientemente colocándolo en un conducto preferentemente no metálico.

### 3) Tomas de tierra en talleres, pequeñas fábricas y locales para depósitos.

Se aplicara al sistema de las viviendas unifamiliares, con la diferencia que la conexión del electrodo dispersor de la corriente a la tierra desde la caja del toma será de 16 mm<sup>2</sup> como mínimo. En todos los casos la sección se calcula por:

$$s = \frac{I\sqrt{t}}{K}$$

### b2) Dispositivos de protección (Interruptores termomagnéticos- diferenciales y fusibles). Interruptores Termomagnéticos: (Norma IRAM 2169 de junio de 1991 ó IEC 60898-2003.)

Estos interruptores protegen contra sobrecargas de las instalaciones de cableado en edificios. Actúan con un porcentaje por encima de la corriente nominal por acción térmica o por acción de una sobrecarga de varias veces la corriente nominal por acción magnética. Están capacitados para abrir el circuito en el caso de una corriente de varios cientos de veces la corriente nominal (cortocircuito).

Clasificación:

Por capacidad de cortocircuito nominal: 1.500 - 3.000 - 4.500 - 6.000 - 10.000 - 15.000 - amper eficaz.

Los más utilizados en instalaciones domiciliaria son los de 3.000 amper. (Debe conocerse la corriente presunta de cortocircuito para establecer si 3000 amper son suficientes).

### 1) Sobrecarga lenta. Características de Operaciones tiempo-corriente.

Ensayo	Tipo	Corriente de ensayo	Condición Inicial	Límite del tiempo de desconexión y de no desconexión	Resultado a Obtenerse	Observaciones
a	B, C, D	1.13 I <sub>n</sub>	Frío *	t ≥ 1h para I ≤ 63A) t ≥ 2h para I <sub>n</sub> ≤ 63A)	No Desconexión	-
b	B, C, D	1.45 I <sub>n</sub>	Inmediatamente después del ensayo a)	t > 1h para I ≤ 63A) t < 2h para I <sub>n</sub> > 63A)	Desconexión	Corriente aumentada en forma continua en 5s
c	B, C, D	2.55 I <sub>n</sub>	Frío *	1s < t < 60s / I ≤ 32A) 1s < t < 120s / I <sub>n</sub> > 32A)	Desconexión	-
d	B C D	3 I <sub>n</sub> 5 I <sub>n</sub> 10 I <sub>n</sub>	Frío *	t ≥ 0,1s	No Desconexión	Corriente establecida por cierre de un interrump.aux.
e	B C D	5 I <sub>n</sub> 10 I <sub>n</sub> 20 I <sub>n</sub>	Frío *	t < 0,1s	Desconexión	Corriente establecida por cierre de un interruptor aux.

(\*) + el término frío significa sin carga previa a la temperatura de calibrado de referencia.

## 2) Sobrecarga instantánea:

Tipo	Gama	Usos
B	Mayor de 3 In hasta e incluyendo 5 In.	Instalaciones de gran longitud.
C	Mayor que 5 In hasta e incluyendo 10 In.	Instalaciones domiciliarias y residenciales
D	Mayor que 10 In hasta e incluyendo 20 In.	Instalaciones industriales (arranque motores)

Nota: La calidad de un buen interruptor termomagnético está relacionada con los ensayos a los que se lo somete:  
a- Cortocircuitos de 500 A en distintos puntos de la onda de tensión (el conductor de protección no debe conectarse al diferencial mono ó trifásico)

b- Operaciones de apertura (O) - cierre apertura (CO) y apertura (O) con la corriente de cortocircuito.

**Conclusión:** I) en el a- la variación del corte por efecto térmico  $1,45 I_n$  no debe variar en más de un 13% de retraso.  
II) en b- el interruptor debe seguir funcionando correctamente.

## Interruptores Diferenciales: (Norma IRAM 2301)

Estos interruptores protegen contra las fugas de corrientes que pueden producirse a través de las masas metálicas de los aparatos (normalmente aisladas) y que por una falla de aislación del equipo, producto o instalación, derivan a tierra. Esta derivación a tierra de la corriente puede lograrse a través de un conductor de protección conectado entre la masa y tierra ó **lamentablemente a través de las personas si aquella conexión a tierra no se realizara.**

El interruptor diferencial actúa por la diferencia de corriente entre el polo de entrada y de salida del circuito, diferencia que es la corriente de falla o derivación a tierra.

La norma IRAM y el Reglamento de la AEA **no permite** la utilización de interruptores diferenciales de accionamiento electrónico.

Los valores apropiados de corrientes diferencial son:

Para usos domiciliarios - oficinas de 30mA - 30mseg.

Para baños o hidromasajes - 10 mA - 30 mseg.

Para tablero principal de dtos. en edificios de propiedad horizontal - 300 mA

Nota: Tanto en los interruptores termomagnéticos como diferenciales deben usarse productos que tengan Sello de Calidad de un Organismo de Certificación reconocido.

## SELLOS



IRAM: Argentino

AENOR: Español

IMQ: Italiano

AFNOR: Francés

VDE: Alemán

BS: Inglés

JIS: Japonés

KEMA: Holandés

UL: Norteamericano

UNIT: Uruguay

Inmetro: Brasil

## b3) Conductor de Protección y colector IRAM 2281-III:

Conceptos Generales: La puesta a tierra de las masas se efectuara mediante un conductor de protección, conectado al borne de puesta a tierra de los tomacorrientes ,cuando se utilizan estos, o al aparato , o maquina o artefacto cuya puesta a tierra deba realizarse.

Tendrá una sección no menor que la determinada por:

$$s = \frac{I\sqrt{t}}{K} \quad (1)$$

S= Sección real del conductor de protección en mm<sup>2</sup>.

I= El valor eficaz de la corriente máxima de falla a tierra, en Amper.

t= Tiempo de activación del dispositivo de protección, en segundos.

K= Factor que depende del material del conductor de protección, su aislación y la temperatura máxima que llega a esta aislación cuando se interrumpe la corriente de falla. Además el riesgo de la instalación también influye.

$$s \geq \frac{I\sqrt{t}}{K} \quad \text{para } 0,1 \text{ seg.} < t < 5 \text{ s.}$$

NOTA: Esta fórmula es válida para tiempos de accionamiento de la protección no mayor que 5seg.

				Colocación del conductor de protección desnudo (valores de K) instalados de tal manera que la temp. máxima que adquieran no perjudique los materiales situados en sus proximidades.		
				Visible y protegido	En condiciones normales	Con riesgo de incendio
M A T E R I A L  C O N D U C T O R	Cobre	Tempe- ratura	Inicial Final	30°C 500°C	30°C 200°C	30°C 150°C
		K		228	159	139
	Cobre Acero al 30%	Tempe- ratura	Inicial Final	30°C 500°C	30°C 200°C	30°C 150°C
		K		132	92	79
	Aluminio	Tempe- ratura	Inicial Final	30°C 300°C	30°C 200°C	30°C 150°C
		K		151	105	92
	Acero	Tempe- ratura	Inicial Final	30°C 500°C	30°C 200°C	30°C 150°C
		K		82	58	50

## Tipos de conductores de protección

Puede ser:

- 1) Los conductores aislados que integran cables multipolares.
- 2) Los conductores unipolares de cobre aislados con la misma aislación que los activos y de color verde-amarillo.
- 3) Los elementos conductores tales como armazones metálicas de barras blindadas (blindobarras) y bandejas portacables siempre que se respete:
  - 3.1. Su continuidad eléctrica.
  - 3.2. Su sección transversal conductora de la corriente (1) de fuga a tierra.
  - 3.3. No deben desmontarse secciones, si ello se hiciera colocar puentes que garanticen la continuidad eléctrica.
- 4) Los caños metálicos de las instalaciones eléctricas no deben ser considerados como conductor de protección (no garantizan la continuidad eléctrica). Sin embargo deben estar conectados a tierra, mediante el conductor de protección en cada caja de paso.

## Reglas de instalación del conductor de protección.

**Regla N 1:** Está prohibido utilizar los conductores de protección para doble función como por ejemplo de protección y neutro.

**Regla N 2:** Los conductores de protección y uniones equipotenciales deben protegerse contra los deterioros mecánicos y químicos y contra los esfuerzos electro - dinámicos. Deben ser visibles y accesibles.

**Regla N 3:** No deben intercalarse en el conductor de protección los siguientes elementos: fusibles - interruptores o seccionadores. Se admite que sean interrumpidos por un dispositivo mecánico para realizar mediciones o comprobaciones.

## Conductor colector en grandes edificios para viviendas colectivas u oficinas.

- a) Por los conductos, cañerías, montantes que llevan los conductores eléctricos activos a los distintos pisos se instalara el conductor colector (cables o planchuelas) del que se derivarán a cada consumo sendos conductores de protección de cobre electrolítico aislado.
- b) En todos los casos la sección se determinara según la tabla IV.
- c) En los lugares donde el conductor de protección de cobre pueda ser dañado será protegido mediante un caño de PVC pesado o metálico con un diámetro interior tal que el conductor de protección ocupe no mas del 35% de la sección interior del caño.
- d) El conductor de protección colocado en bandejas porta - cables se instalara en su interior y será unido rígidamente a esta mediante tornillos o grapas de bronce estañado. El diámetro del tornillo no será superior a  $\frac{1}{3}$  del ancho de la barra del conductor de protección.
- e) En los cielos rasos y pasos a través de paredes así como en lugares particularmente expuestos a esfuerzos mecánicos, las líneas de tierra se protegerán siempre mecánicamente.

## b4) Conexión de las masas a la instalación de puesta a tierra.

1) En viviendas unifamiliares, departamentos, locales comerciales, oficinas públicas, sanatorios, clínicas y locales para depósitos: La conexión al conductor de protección de todas las partes metálicas aisladas del circuito eléctrico (masas) como: toma-corrientes, fichas, motores, armazones de aparatos, cajas y tuberías; se efectuará de la manera siguiente:

a) Tomacorrientes: La conexión al borne de tierra del toma-corriente se efectuará desde el conductor de protección mediante una derivación con cable de cobre aislado color verde amarillo.

a1: Para tomas bipolares c/tierra con 2,5 mm<sup>2</sup> para 10 A y 4 mm<sup>2</sup> para 20 A

a2: Para tomas tripolares c/tierra, según la Tabla IV y

$$S = \frac{I \sqrt{t}}{K}$$

b) Cable de puesta a tierra para fichas bipolares y tripolares: Será de la misma sección que los conductores de fase neutro. Se recomienda que dicho cable este incorporado al mismo cable flexible de alimentación.

c) Conexión a tierra de motores u otros aparatos eléctrico: Igual a b.

d) Cañerías, cajas y gabinetes metálicos: Para asegurar la continuidad a tierra, se realizara un puente en todas las cajas metálicas con el conductor de protección.

e) Cañerías de plástico: El conductor de protección debe conectarse al borne de tierra de todas las cajas metálicas que se encuentran en su camino de la instalación.

2) En grandes edificios para viviendas colectivas u oficinas: Rige lo dicho en el punto 1 anterior a través de sus puntos a, b, c, d y e.

## Código de práctica para puesta a tierra de sistemas eléctricos.

### Conceptos Generales de la Norma IRAM 2281- Parte I.

I) Aspectos Prácticos: Cuando se pueda se elegirá el sitio de la puesta a tierra en uno de los siguientes tipos de suelo:

- 1- Terreno pantanoso húmedo.
- 2- Terreno con arcilla, arenoso, suelo arcilloso o limo mezclado con pequeñas cantidades de arena.
- 3- Arcilla y limo mezclado con proporciones variables de arena, grava y piedras.
- 4- Arena mojada y húmeda, turba.

II) Se evitará: La arena, arcilla pedregosa, piedra caliza, roca basáltica, granito y todo suelo muy pedregoso.

III) Se elegirá un suelo que no tenga un buen drenaje. Sin embargo no es esencial que el terreno está empapado de agua (a menos que sea arena o grava), dado que por lo general no se obtienen ventajas aumentando el contenido



de humedad por encima del 15 al 20%.

IV) Se tendrá cuidado de evitar los sitios que se mantienen húmedos porque fluye agua sobre ellos, dado que las sales minerales beneficiosas para un suelo de baja resistencia, pueden ser eliminadas.

V) Los electrodos superficiales se usan en suelos de textura fina y que han sido compactados, apisonados y mojados. El suelo se zarandea, los terrenos se rompen y las piedras se remueven en la vecindad de estos electrodos.

VI) Cuando sea posible las jabalinas se hincarán directamente, esto hace que la resistencia de contacto tierra - electrodo sea mínima. Donde ello no es posible, por ser el terreno excesivamente duro; primero sólo se perforará y luego se va relleno el agujero con tierra zarandeada que se va apisonando bien y recién después de relleno se hincan los electrodos. En todos los casos se recomienda el hincado con inyección de agua para evitar huecos, facilitando la salida del aire. Además se aconseja verter agua lentamente alrededor de la jabalina (por goteo) para permitir una mejor compactación del suelo. Esto se logra cuando el agua vertida llega al extremo inferior de la jabalina.

VII) La resistencia de una instalación de puesta a tierra: consta de tres partes, a saber:

- a) La resistencia eléctrica de los conductores que constituyen la instalación de puesta a tierra.
- b) La resistencia de contacto entre el sistema de electrodos de puesta a tierra y el suelo circundante.
- c) La resistencia del suelo que rodea al sistema de electrodos de puesta a tierra (Resistencia de dispersión).

VIII) Se aplican diversos métodos para disminuir la resistividad del suelo como: 1) Utilización de escorias del hierro aplastadas e incluso polvos metálicos, coque, riego de la zona que rodea a los electrodos con: Sulfato de Magnesio o Sulfato de Cobre.

IX) En todos los casos de mejoras de suelo, deben adoptarse medidas especiales para asegurar un buen contacto entre los electrodos enterrados y el suelo reconstituido.

X) Antes de aplicar cualquier tratamiento químico se debe verificar que no se ocasione un efecto perjudicial al material del electrodo (corrosión, falso contacto, etc.). Por ejemplo: Cloruro de sodio (o sal común), si bien esta es fácil de conseguir, es uno de los productos que más corroe el electrodo, en especial si este es de acero cincado.

XI) La influencia del suelo puede verse en la Fig. 1) curvas a) b) y c) del suelo para tres tipos obtenidos por el método de Weimar. La curva "a" de mayor (ohm m) requiere de instalar jabalinas de 35 m de longitud o más introduciéndolas verticalmente, mientras que la curva "b" muestra que la longitud óptima de las jabalinas es de 5 a 10 m. La curva "c" indica que los electrodos se colocan próximos a la superficie con jabalinas corta de 1,5 m de longitud y en forma vertical. En este caso se llega a la resistividad (ohm.m) aparte del suelo de 50 a 100.

## ANEXO A

### Medición de las resistencias de tomas a tierra

Nota: Introducción a la Norma IRAM 2281 -  
Parte II -Guía de mediciones de magnitudes de puesta a tierra

La resistencia de puesta a tierra de un electrodo dispensor (toma de tierra), es la resistencia entre el electrodo y el suelo circundante. Teniendo en cuenta que el suelo se extiende sobre una distancia prácticamente infinita, es imposible medir esta resistencia con exactitud, pero es sabido que la mayor parte (98%) de la resistencia corresponde a una distancia limitada medida desde el electrodo en cualquier dirección. ( $\approx 2mt.$ )

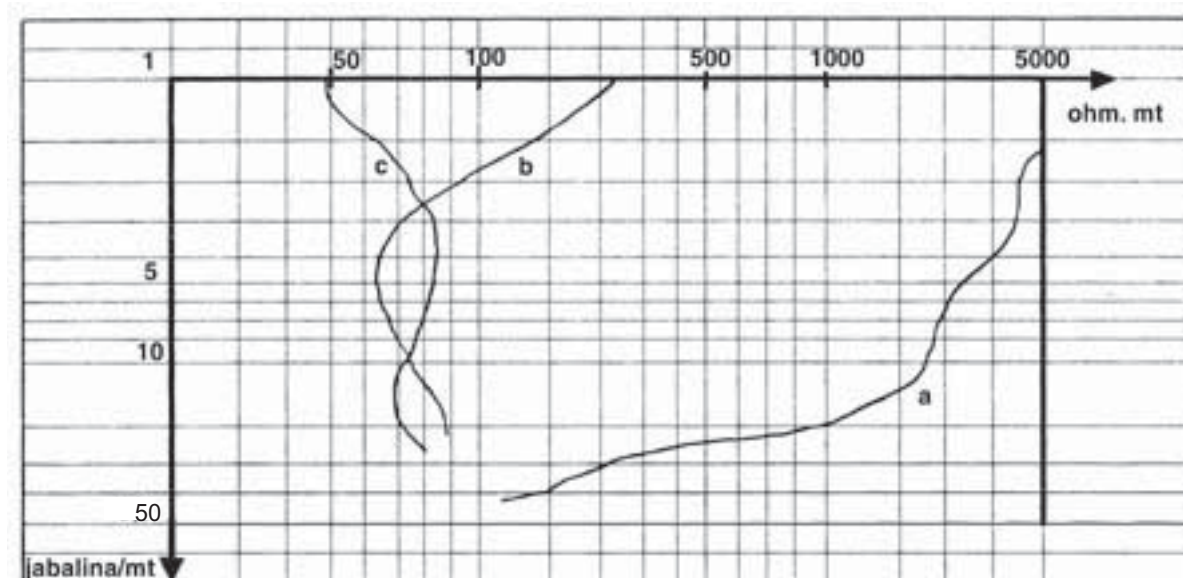
#### Metodología:

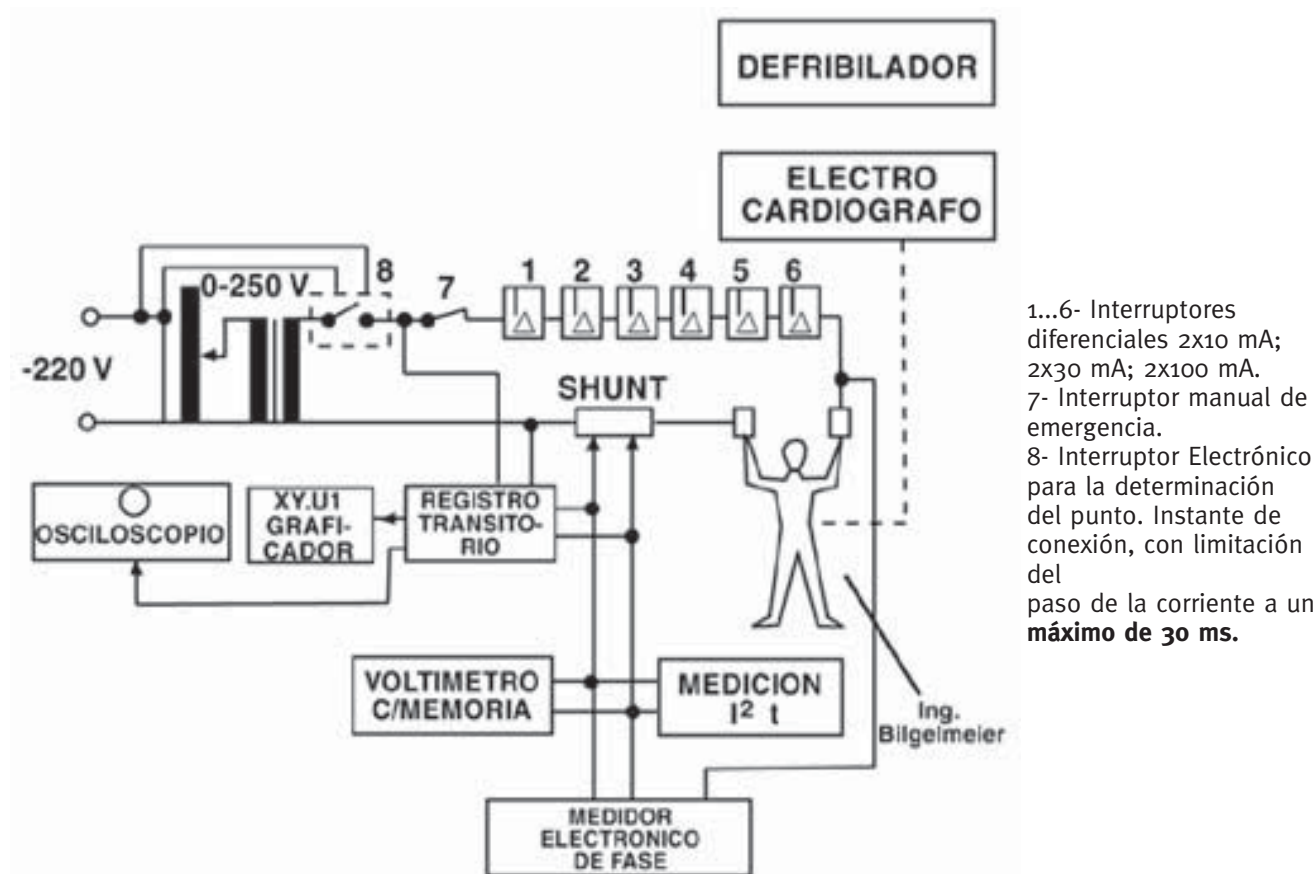
1) Se introduce en el suelo un electrodo de corriente auxiliar C (ver Fig. F1) a una distancia  $L_c$  tal que pueda despreciar la existencia mutua entre ambos electrodos. Para determinar la distancia  $L_c$  que garantice una correcta medición, se recomienda aplicar el método llamado de "caída de potencial" que es el siguiente:

En la Fig. F1, el electrodo X dispensor o de tierra, cuya resistencias se quiere medir y C el electrodo de corriente auxiliar colocado a una distancia  $L_c$  que debe ser suficientemente para que moviendo electrodo P de distancias menores a mayores se levante una curva  $V_o$  (Volt) en función de  $L_c$ . La resistencia de tierra del electrodo es la relación entre  $V_o$  (siendo  $V_o$  la diferencia de potencial correspondiente a la parte horizontal de la curva), y la corriente.

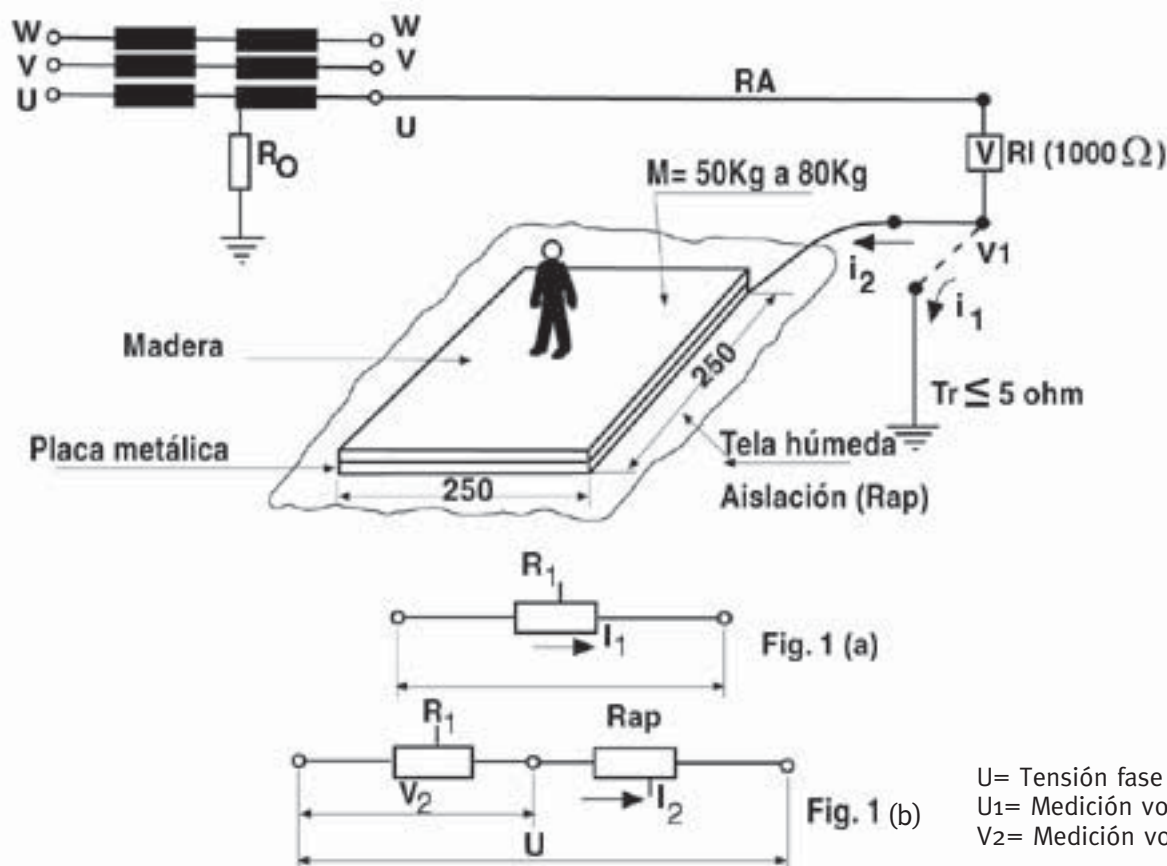
En la Fig. F2 la curva de trazos muestra el efecto de una distancia  $L_c$  demasiado pequeña entre los electrodos X y C lo que lleva a mediciones erróneas. Para que la medición sea correcta la tangente en el punto de inflexión de la curva debe ser casi horizontal. Y se definirá la resistencia por

$$R = \frac{V_o}{I} \quad \text{como un valor suficientemente válido dentro de } \pm 10\%.$$





## MEDICION DE AISLACION DE PISOS



## METODO DE CAIDA DE POTENCIAL

## Instrumentos

- Voltímetro ( $U_0$ ) o a 20 VCA ( $R_i = 30,0000$  ohms mínimo)
- Amperímetro: 10 a 20 A - CA
- R variable (10 a 20  $\Omega$ ) 15 A
- Variador de tensión: 0- 250 V- 20 A

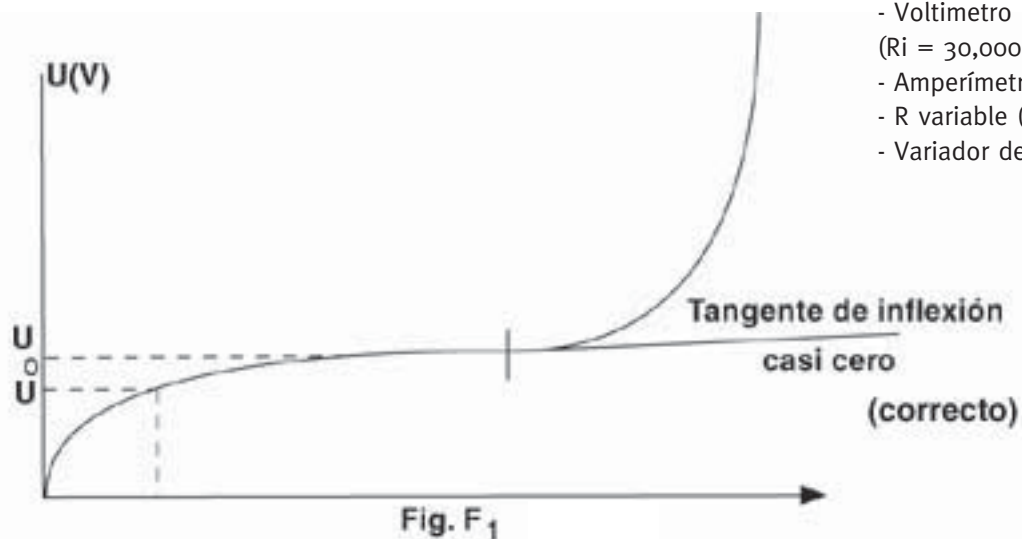
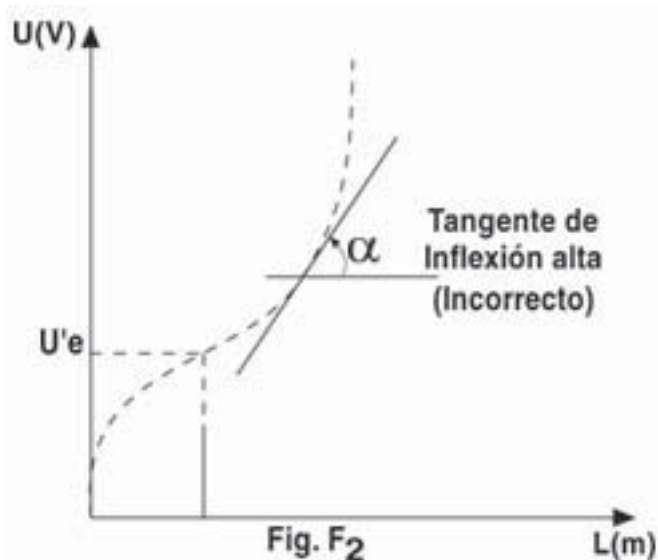
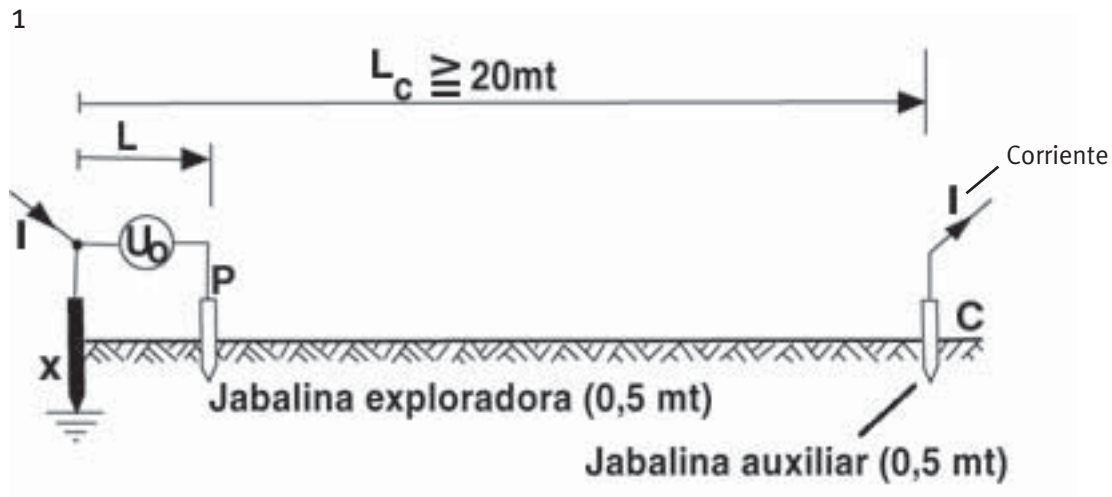


Fig. 1



## ANEXO B

## Medición de las resistencias de aislación de pisos

Ra	resistencia del conductor de fase (despreciable frente a Rap y Ri)
Ri	resistencia interna del voltímetro (1 000 ohm);
Rap	resistencia de aislación del piso;
Ro	resistencia de la puesta a tierra del neutro (despreciable frente a Rap y Ri).

De la figura 1 (a)  $I_1 = \frac{U}{R_i} = \frac{V_1}{R_i}$

De la figura 1 (b)  $I_2 = \frac{U}{R_i + R_{ap}} = \frac{V_2}{R_i}$  (2); como  $U = V_1$

$$\frac{V_1}{R_i + R_{ap}} = \frac{V_2}{R_i} ; \frac{V_1}{V_2} = \frac{R_i + R_{ap}}{R_i} = 1 + \frac{R_{ap}}{R_i}$$

$$\frac{R_{ap}}{R_i} = \left( \frac{V_1}{V_2} - 1 \right) ; R_{ap} = R_i \left( \frac{V_1}{V_2} - 1 \right)$$

$$R_{ap} = R_i \left( \frac{V_1}{V_2} - 1 \right)$$

## Tabla Práctica Para Realizar puestas a Tierra en Sistemas Eléctricos

Valores de resistencias eléctricas de puesta a tierra, obtenibles con Jabalinas, de 16mm. de diámetro e hincado directo en el suelo, considerando distintos largos y resistividades del suelo, (de variarse el diámetro las alteraciones serian despreciables). Los valores obtenidos son teóricos, ya que se supone al suelo como de constitución homogénea.

Tabla Nro. 1

Largo Jabalina (m)	Resistividad (ohm mt)									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
1,50	7,12	10,68	14,24	17,80	21,36	24,92	28,48	32,04	35,60	39,16
2,00	5,57	8,35	11,14	13,92	16,71	19,49	22,28	25,06	27,85	30,63
3,00	3,93	5,89	7,86	9,82	11,78	13,75	15,71	17,68	19,64	21,60
4,50	2,76	4,14	5,52	6,91	8,29	9,67	11,05	12,43	13,81	15,19
6,00	2,15	3,22	4,30	5,37	6,44	7,52	8,59	9,67	10,74	11,81

Estas tablas de "Resistencia eléctrica de puesta a tierra para jabalinas cilíndricas de acero-cobre, fueron calculadas basándose en la Norma IRAN 2281 Código de practica para puesta a tierra de sistemas eléctricos.

Parte 1 - Consideraciones Generales.

En cuyo punto 4.3.2. se indica la siguiente formula:

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \log_n \left( \frac{4 \cdot L}{r} \right)$$

Siendo: L= la longitud del electrodo, (en metros)

r= el radio del electrodo, (en metros)

P= la resistividad del suelo, en ohm metros (supuesto uniforme)

Para el caso de un suelo con valor de resistividad diferente a los dados en la Tabla Nro.1, se multiplica el valor de resistividad del suelo en cuestión (r) en ohm.m por el coeficiente "C", dado en la Tabla Nro. 2, que corresponde al tipo de jabalina seleccionada.

TABLA Nro. 2

Jabalina	Coeficiente "C"
JL-16 x 1.500	0,7123
JL-16 x 2.000	0,5572
JL-16 x 3.000	0,3930
JL-16 x 4.500	0,2764
JL-16 x 6.000	0,2149

Ejemplo: Suelo con resistividad

(P) = 475,29 ohm.m

Jabalina seleccionada = JL-16 x 3.000

Coeficiente "C" dado en la Tabla Nro.2

0,3930

R= C x r

R = 0,3930 x 475,29 = 186,79 ohm

#### COEFICIENTES DE REDUCCION PARA JABALINAS DISPUESTAS EN PARALELO

Tabla Nro. 3

Nro. De Jab en Paralelo	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K	0,57	0,42	0,33	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,15

Ejemplo: Resistividad del suelo= (P) = 20 ohm.m

Jabalina seleccionada: = JL-16 x 3.000

De la Tabla Nro.1 se obtiene: R = 7,86 ohm

Si se colocan 4 jabalinas en paralelo, se obtiene de la tabla Nro. 3, para n = 4 K = 0,33

Siendo la resistencia de puesta a tierra: R = K. R

R = 0,33 . 7,86 ohm = 2,59 ohm.m

Distancia entre Jabalinas en paralelo:

La distancia entre si no será menor de 4 mts.

NOTA: como dato ilustrativo se manifiesta que en los suelos de Capital Federal y Gran Buenos Aires y similares, el promedio de la resistividad eléctrica de suelo es de aproximadamente 15 a 20 ohm.m.

### Datos para el proyecto de una Instalación Eléctrica de Inmuebles

POTENCIA PROMEDIO DE ARTEFACTOS ELECTRICOS (220 V.)					
ARTEFACTO FRIO	W	A	ARTEFACTO	W	A
Acond. de aire solo (1 HP)	736	8,00	Licuadora	350	2,60
Aspiradora	180	1,40	Lustraspiradora	300	2,30
Batidora	100	0,80	Máquina de cores	75	0,50
Cafetera	500	2,30	Máquina lavaplatos	2000	9,10
Parrilla	1500	6,82	Plancha automática	1000	4,50
Caloventor	2000	9,50	Purificador de aire	100	0,80
Enceradora	200	1,50	Proy. cinematográfico	200	1,50
Estufa	1000	4,50	Proy. diapositivas	150	0,80
Equipo estereofónico	200	0,90	Secador de cabellos	400	1,90
Hervidora	500	2,30	Secador de ropa	2500	11,50
Heladera 1/6 - 1/3 HP	123/245	1,3/2,6	Televisor	200	0,90
Grill	800	3,65	Tostador	400	1,82
Lámparas incandescentes	100	0,45	Turbo ventilador grande	200	1,50
Lámparas fluorescentes	40	0,25	Ventilador grande	200	1,50
Lavarropas sin temperatura	200	1,50	Ventilador chico	100	0,80
Lavarropas con temperatura	1500	8,00	Microondas	2000	10,00

### Datos de Proyecto de una Instalación Eléctrica de un Inmueble

\* Referencia: Reglamento de Instalaciones de la Asociación Electrotécnica Argentina 3/2006.

#### Grados de electrificación.

- **Mínimo:** superficies  $\leq 60$  m<sup>2</sup> - Pot. Max. simultánea hasta 3700 VA
- **Medio:** superficies  $> 60$  m<sup>2</sup>  $< 130$  m<sup>2</sup>. - Pot. Max. simultánea hasta 7000 Va
- **Elevado:** superficies  $> 130$  m<sup>2</sup>  $< 200$  m<sup>2</sup> - Pot. Max. simultánea hasta 11000 VA
- **Superior:** superficies  $> 200$  m<sup>2</sup> - Pot. Max. simultánea mayor a 11000 VA.

#### Número mínimo de circuitos:

Grado mínimo: mínimo 2 (dos) circuitos - 1 (uno) de tomacorrientes y otro de iluminación (ambas uso gral.)

Grado medio: mínimo 3 (tres) circuitos - 1 (uno) de tomacorrientes, otro de interruptores de uso general y el tercero de iluminación ó tomacorrientes que puede ser gral. o especial.

Grado elevado: mínimo 5 (cinco) circuitos - 2 (dos) de iluminación para uso gral., 2 (dos) de tomacorrientes para uso gral. y 1 (uno) de tomacorrientes para uso especial.

Grado superior: mínimo 6 circuitos - 4 (cuatro) de uso gral. (2 de iluminación y 2 de tomacorrientes), 1 (uno) de tomacorrientes de uso especial y el sexto a elección.



## DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA SIMULTÁNEA

Tipo de circuito iluminación (de uso gral.)	Viviendas 66% de lo que resulte de considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 150 VA c/u.	Oficinas y locales 100% de la potencia que resulte de considerar todos los puntos de utilización prevista a razón de 150 VA c/u.
Iluminación de uso gral. con tomacorrientes derivados	2200 VA por cada circuito	
Tomacorrientes p/ uso gral.	2200 VA por cada circuito	
Iluminación p/ uso especial	66% de lo que resulte de considerar todos los puntos de utilización previstos a razón de 500 VA c/u.	100% de la potencia que resulte de considerar todos los puntos de utilización prevista a razón de 500 VA c/u.
Tomacorriente p/ uso especial	3300 VA por cada circuito	

## COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD

Grado de electrificación	Coeficiente de simultaneidad
Mínimo	1
Medio	0,9
Elevado	0,8
Superior	0,7

## Caída de Tensión Admisible:

Entre el principio de la instalación y cualquier punto de utilización , no debe superar los valores siguientes:

- Instalación de Alumbrado: 3%
- Instalación de Fuerza Motriz: 5% (en régimen) / 15% ( en el arranque)

La caída de tensión se calcula considerando alimentado todos los aparatos de utilización que pueden funcionar simultáneamente.

## Acometida del Conductor Neutro:

**El conductor neutro no podrá ser conectado a ninguna masa de la Instalación del Inmueble (incluido caja - gabinetes, tableros, etc.).**



TABLA DE INTENSIDAD DE CORRIENTE  
ADMISIBLE PARA CONDUCTORES  
AISLADOS A TEMP. AMBIENTE = 40°C.  
Referencia: Tabla 771.16.1  
Pág. 94/2006 - Reglamento AEA

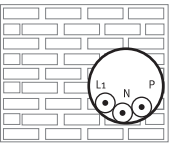
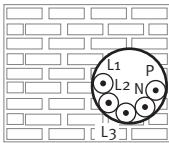
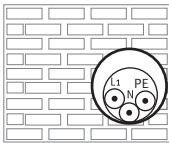
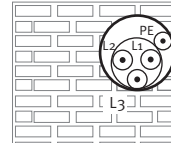
Sección Cobre mm <sup>2</sup>	Aislación Termoplástica IRAM NM 247-3-62667	
		
	PVC x	PVC x 3
Caño embutido en pared y a la vista		
1,5	15	14
2,5	21	18
4	28	25
6	36	32
10	50	44
16	66	59
25	88	77
35	109	96
50	131	117
70	167	149
95	202	180

TABLA DE INTENSIDAD DE CORRIENTE  
ADMISIBLE PARA CONDUCTORES  
AISLADOS Y CON ENVOLTURA DE PROTECCIÓN  
(Norma IRAM 2178 y 62266)  
Referencia: Tabla 771.16.III - Pág. 96/2006  
Reglamento AEA

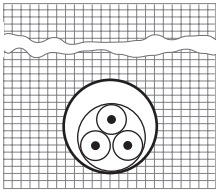
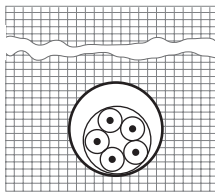
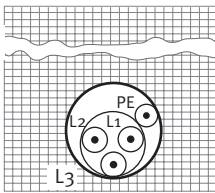
Sección cobre mm <sup>2</sup>	Para caño embutido en pared y a la vista.	
		
	2 P + T	
1,5	14	13
2,5	20	17
6	33	30
10	45	40
16	60	54
25	78	70
35	97	86
50	116	103
70	146	130
95	175	156

TABLA

Intensidad de corriente admisible para cables con envolturas de protección enterrados y en caños.

Cables que cumplen las Normas IRAM 2178 o 62266

Referencia Tabla 771.16.V - AEA 3/2006 - pág 102

Colocación directamente enterrada Temperatura del terreno 25° C Profundidad de colocación 70 cm. Resistividad térmica específica del terreno 100° C cm. W. (Terreno normal seco).			
Sección Cobre mm <sup>2</sup>			
	2P + T	3 P + N + T	3 P + T
1.5	25	20	25
2.5	33	27	33
4	43	35	42
6	53	44	52
10	71	58	69
16	91	75	89
25	117	96	114
35	140	115	138
50 <sup>1</sup>	166	137	163
70 <sup>1</sup>	205	169	202
95 <sup>1</sup>	242	201	239
120 <sup>1</sup>	276	228	272

NOTA: Estas secciones se construyen en cables 3 polos, uno de ellos usado como tierra.

Intensidad de corriente admisible  
para cables con envoltura de  
protección directamente enterrado  
(con protección mecánica, sin caño)

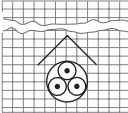
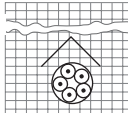
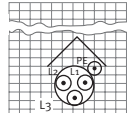
(Cu) mm <sup>2</sup>			
1,5	25		20
2,5	33		27
4,0	43		35
6	53		44
10	71		58
16	91		75
25	117		96
35	140		115
50	166		137
70	205		169
95	246		201
120	276		228
150	312		258

TABLA  
Factores de corrección para distintas temperaturas ambientes Tablas 771.16.I / 771.16.III

Temperatura ambiente (°C)	20	25	30	35	40	45	50	55
Factor de corrección	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,7

### Diámetro mínimo de los caños:

- Será en función de la; cantidad, sección y diámetro (incluida la aislación) de los conductores, de acuerdo con la tabla siguiente

Ver tabla de conductores con aislación termoplástica adjunta.

Nota:

1) Para los casos no previstos en la tabla, el área total ocupada por los conductores (incluida su protección externa), no deberán exceder el 35% de la sección interna del caño.

2) El diámetro interno mínimo de los canos que alojen líneas seccionales y principales deberá ser de 15,3 mm.

3) El diámetro interno mínimo de los caños que alojen líneas de circuito deberá ser de 12,5 mm.

Código de colores:

Neutro - celeste

Conductor de Protección - bicolor: verde - amarillo

Fase R: color castaño

Fase S: color negro

Fase T: color rojo

Nota: Para los colores de las fases: se admiten otros/colores, menos el verde-amarillo o celeste.

### Sección Mínima de los conductores:

Líneas Principales:	4 mm <sup>2</sup>
Líneas seccionales:	2,5 mm <sup>2</sup>
Líneas para circuitos usos generales:	1,5 mm <sup>2</sup>
Líneas de circuito para usos especiales o conexión fija:	2,5 mm <sup>2</sup>
Alimentación a interruptores 2 (dos) en paralelo:	1,5 mm <sup>2</sup>
Alimentación a interruptores 3 o 4 en paralelo:	2,5 mm <sup>2</sup>
Alimentación a interruptores y retorno a los Interruptores de efecto:	1,5 mm <sup>2</sup>
Conductor de Protección:	2,5 mm <sup>2</sup> (mínimo)
Tablero principal a toma de conexión de jabalina de tierra:	10 mm <sup>2</sup> (mínimo)

Tabla de conductores.

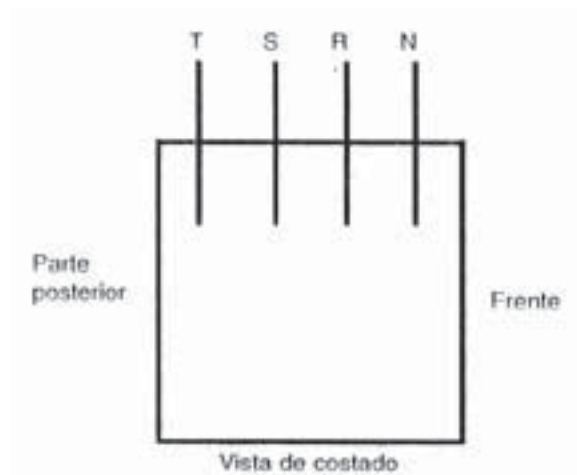
Cant. de Conductores	Tipo de caño	CONDUCTORES UNIPOLARES										Sección cobre (mm2)
		1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	
-	-	2,65	3	3,45	4,2	5,2	6,5	7,85	9,6	11,1	13,5	Diámetro exterior c/aisl. (mm)
-	-	5,5	7,1	9,3	13,9	21,3	33,2	48,4	72	97	150	Sección total (mm2)
3	RL	16/14	16/14	16/14	19/17	19/17	25/23	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	23/18	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	23/18	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	32/35	38/34	51/46	51/46	-	-	
RL: Liviano RS: Semipesado												

# Interpretación de los requisitos normativos y de calidad de los componentes principales de las instalaciones eléctricas en inmuebles

## Tableros

### a) Ubicación

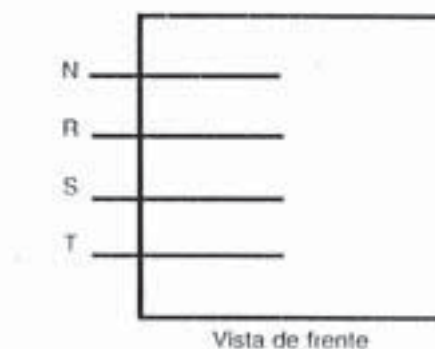
- a1) Deben estar alejados de instalaciones de: agua, gas, teléfono, etc.
- a2) Tener espacio libre en el frente del mismo.
- a3) Si son de acceso posterior, dejar atrás de él un espacio de 1m libre.
- a4) Nivel de lux (100).
- a5) No debe existir en el local, almacenamiento de combustible o materiales inflamables.
- a6) Si está/n en un local especial, la puerta deberá identificarse con Tablero Eléctrico Principal y será de material resistente al fuego.



### b) Material

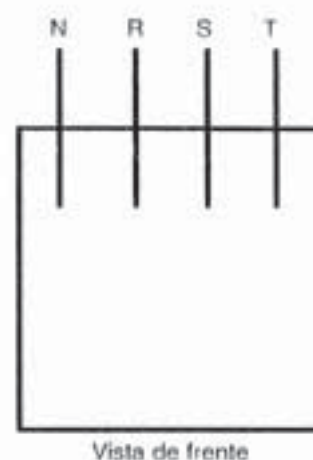
De plástico o metálico que tengan:

- Rigidez mecánica.
- No inflamable (Vo).
- No higroscópico.
- Rigidez dieléctrica.
- Grado de Protección Mínima IP41 o sea (4) protegido contra objetos de  $\varnothing$  mayor a 1mm (1) protegido contra goteo en forma vertical (condensación). Para uso en interiores.



### c) Consideraciones generales

- 1) El acceso a las partes bajo tensión será sólo posible luego de remover las tapas o cubiertas mediante una herramienta.
- 2) Las palancas de protección y mando deben estar ubicadas a una altura del piso entre 1,10 a 1,80m.
- 3) Ningún componente eléctrico debe montarse sobre la cara posterior o laterales del tablero.
- 4) Los tableros que tengan más de dos circuitos de salida deberán contar con un juego de barras o puentes aislados que permitan conectar o remover cada uno de los elementos de protección o mando sin afectar al otro.
- 5) Posición de las fases de alimentación.
- 6) En los tableros no debe haber empalmes para otros circuitos como si fuera una caja de paso.
- 7) Es fundamental la firmeza del conexionado de los conductores a los aparatos de protección y maniobra.
- 8) Dispondrán de una placa colectora puesta a tierra, de bronce o similar, con el número de bornes suficientes al número de circuitos de salida, donde se conectarán los conductores de protección (verde amarillo).
- 9) Todas las partes metálicas no activas tendrán continuidad eléctrica y estarán unidas a la puesta de tierra.
- 10) Identificación de circuitos: Los aparatos de señalización, maniobra, protección y medición, instalados, deberán estar identificados con inscripciones que permitan saber a que circuitos o zonas de la instalación protegen o controlan (en idioma nacional).



## Protecciones

### Conceptos básicos

2.3.1. Contra sobrecargas de la línea (larga duración) Estas sobrecargas pueden dañar la envoltura o aislación del conductor por sobretensiones, disminuyendo su vida útil (estimada en 20 a 25 años).

2.3.2. Contra cortocircuitos (corta duración)

Los cortocircuitos pueden afectar: a) Los conductores de línea por sobrecalentamientos (igual a 2.3.1.) y otros aparatos de medición, señalización y comando; también por efectos mecánicos.

Notas:

- 1) Los interruptores termomagnéticos y fusibles pueden cumplir con las protecciones mencionadas.
- 2) Las aislaciones en general tienen una vida útil para una temperatura de trabajo; cuando se supera dicho valor en 10°C, se acorta la vida del aislante a la mitad (Ley de Montsinger)\*. Un conductor del tipo de PVC (taller) está garantizado con una vida de 20 a 25 años, sino se supera los 70 °C en su aislación, y en condiciones de cortocircuito, por 160 °C (en tiempo no superior a 5 segundos). (ver aislaciones)\*
- 3) En la práctica existen cortocircuitos intermedios que pueden variar de 300 a 400A (fallas en electrodomésticos principalmente).

## Interruptores Termomagnéticos (IRAM 2169 ó IEC 60898)

La Norma Iram 2169 esta actualizada y se basa en la IEC 60898 de 1988, esta norma contiene las exigencias a que se ve sometido un termomagnético en una casa domiciliaria y que son cortocircuitos de valores no mayores de 500A provocados generalmente por fallas de electrodomésticos.

Los ensayos que debe superar una termomagnética IEC 898 ó IRAM 2169 son:

I) Con I cortocircuito de 500 Amper (reducida) ó 10 In O t O t O t O t O t CO t CO t CO

O: Significa que aparece el cortocircuito y el producto abre.

t: Intervalo entre un cortocircuito y el otro igual a 3 minutos

CO: Significa que la termomagnética cierra sobre el cortocircuito e instantáneamente abre.

II) Con I cortocircuito de 1500 Amper: Igual secuencia que con 500 A

III) Con I cortocircuito declarada por el fabricante: 3000 - 4500 - 6000 ó 10000A

O t O t CO (bipolares)

O t CO t CO (tripolar ó tetrapolares)

Nota: 1) Los ensayos I) - II) y III) se hacen sobre 3 muestras distintas.

2) Después de dichos ensayos, luego de (2 a 24hs) ensayan con rigidez dieléctrica (1500 volts) sin fallas.

3) La calibración térmica no debe ser alterada en: 0,85 de 1,13 In (no debe cortar) y 1,10 de 1,45 In (debe cortar antes de 1h).

Están clasificados por Tipos B, C y D.

- a) Los tipos B, C y D con sobrecargas de  $1,13 I_n$  no desconectan en tiempos mayores que 1 hora (hasta 63 A).
- b) En cambio con  $1,45 I_n$  -luego de a)- corta en un tiempo menor a 1 hora (hasta 63 A). El comportamiento frente a sobrecargas instantáneas de 3 a 50  $I_n$  es distinto según el tipo, y el instalador debe saber cual utilizar según sea el tipo de carga de su instalación.

### Tipo B

Con 3  $I_n$  de sobrecarga, no desconecta  
Con 5  $I_n$  de sobrecarga, desconecta

#### Aplicación:

En líneas con cargas fuertemente (horno eléctrico) resistivas o con alumbrado fluorescente (de bajas corrientes de conexión) - líneas largas.

### Tipo C

Con 5  $I_n$  de sobrecarga, no desconecta  
Con 10  $I_n$  de sobrecarga, desconecta

#### Aplicación: (de mayor uso, instalaciones generales)

En líneas con cargas del tipo de alumbrado y aparatos electrodomésticos (sin preponderancia de motores).

### Tipo D

Con 10  $I_n$  de sobrecarga, no desconecta  
Con 20  $I_n$  de sobrecarga, desconecta

#### Aplicación

En caso de circuitos que alimentan motores que pueden arrancar con  $I$  corrientes de 6 o 7 veces la  $I_n$  (con cuplas resistentes de arranque importantes). Los tiempos de desconexión son  $< 0,1 \text{ seg}$ .

Los ensayos que más caracterizan la calidad de un termomagnético son:

Ensayo de vida:

- Eléctrica (con carga) 4.000 accionamientos
- Cortocircuito, 1500, 3000, 4500, 6000, 10.000 kA (en una instalación normal, la  $I_{cc}$  en bornes de la termomagnética en el tablero principal. Electrificación media, no supera los 3000 A de  $I_{cc}$ ).

2.4.1.4.

- a) La palanca debe tener la posibilidad de ser enclavada en posición de abierto con un eje metálico (para ello las cajas de las termomagnéticas tienen un agujero de  $\varnothing$  aproximadamente 1mm.).
- b) Debe tener al frente una indicación clara de la posición de abierto del interruptor.
- c) La protección en instalaciones monofásicas será en ambos polos.

Nota:

- 1) Hay una práctica que debe ser eliminado por el instalador, que consiste en unir interruptores termomagnéticos unipolares y hacer un tripolar uniendo los módulos a través de un puente o palanca externo. La sobrecarga en un polo **debe transmitirse a los otros dos polos interiormente a través de una leva de disparo para que accione correctamente.**


## 2.4.2.1.

2) En los circuitos de los toma corrientes de 10A de uso general la protección de ambos polos no debe superar los 20A y en los circuitos especiales los 32 A.

## Marcación

1) Deben indicar

- (In) Corriente Nominal (A)
- (Icc) Corriente Cortocircuito (A) o (kA)
- Clasificación de disparo por sobrecorriente B, C o D.
- Un Tensión, Nominal (V)
- Fabricante y País
- Norma a la que corresponde

- Sello de seguridad 

## Aislaciones

Las aislaciones se clasifican según su grado de resistencia térmica (IRAM 2180/62 y 93).

Clase aislante	Temperatura límite °C
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
200	200
220	220
250	250

Clase Y: algodón, seda, papel -sin impregnar- (muy poco uso).

Clase A: Idem anterior, pero sumergidas o impregnadas en líquidos dieléctricos como ser aceite aislante o barnices.

Clase E: Esmaltes especiales para alambres de cobre en bobinados.

Clase B: Mica, fibra de vidrio, amianto, etc., con un aglomerante o impregnante adecuado.

Clase F: Idem a Clase B que se demuestre admiten 155 °C continuos sin deterioro de sus propiedades eléctricas y mecánicas.

Clase H: Elastómeros de Silicona y combinación de materiales como ser mica, fibra de vidrio, amianto con un conveniente aglomerante o impregnante como ser barnices o resinas de siliconas.



Clase C: mica, porcelana, vidrio, cuarzo y amianto con o sin aglomerados inorgánicos.

### Impregnación adecuada

Se logra cuando una sustancia apropiada, tal como un barniz penetra en los huecos existentes entre fibras, eliminando el aire hasta un grado suficiente para unir adecuadamente los componentes de la estructura aislante y que además provee de una película superficial que impida convenientemente el ingreso de humedad, polvo u otras contaminaciones.

## Interruptores diferenciales (IRAM 2301)

Se utiliza para proteger a las personas contra los efectos de contactos eléctricos indirectos.

**Contactos directos:** actúa como protección complementaria y no excluye todas las otras protecciones como obstáculos, recubrimientos, distancias aislantes que siempre deben hacerse.

**Contactos indirectos:** Es una solución óptima ya que con una puesta a tierra de las masas metálicas de hasta 40 ohms, con valores de corriente de fuga a tierra de 30mA, interrumpe el circuito.

Debe usarse el tipo electromagnético, **no el electrónico que cuando se interrumpe el neutro, no actúa y deja polarizada toda la instalación.**

La forma de identificar si el diferencial es electrónico es:

2.1. Interrumpir la alimentación del neutro.

2.2. Entre la salida del vivo alimentado y tierra (caja de paso o borne de tierra del tomacorriente), a través de una lámpara de 40 o 60W, comprobar su funcionamiento, **si no actúa es electrónico.**

Si un diferencial es de  $I_{\Delta n} = 0,030A$  significa que puede actuar entre:

**Límite Inferior:** 
$$\frac{I_{\Delta n}}{2} = 0,015 A$$

Nota: No actúa por debajo de 15 mA.

Límite Superior:  $I_{\Delta n} = 0,030 A$

Se debe garantizar 100% en  $\geq 0,030A$

(tiempo de disparo ideal no superar los 30mseg = 0,03seg)

Nota:

1) Tiene un botón de prueba (test) que accionado una vez por mes comprueba que el mecanismo está correcto. De no hacerlo al cabo de un par de años puede no disparar.

Los ensayos de vida garantizan:

1) Apertura por  $I_d$  de 500A con disparos contra 30 °E de la onda de tensión (6).

2) 10.000 accionamientos por  $I_{\Delta n}$ .

3) 28 días en cámara de humedad 95%.

4) Prueba de botón de test.

Debe protegerse el diferencial de los cortocircuitos por medio de una termomagnética de intensidad de carga igual o fusibles

a) Existen diferenciales de 300 y 500mA, éstos para uso industrial.

b) Existen diferenciales de 30mA que actúan instantáneos, dentro de los 20 mseg (1 onda en  $F = 50 c/s$ ).


c) Existen diferenciales de 30mA para corriente pulsante y contra descargas de tipo atmosférico.

d) Existen diferenciales de 10mA p/hidromasajes.

Nota: Toda esta gama de diferenciales mencionados permite hacer una selectividad por tiempo y corriente.

### Marcado

- a) In Corriente Nominal (A)
- b) I Corriente Diferencial de funcionamiento: 0,030 (A)
- c) In Corriente Diferencial de no funcionamiento: 0,015 (A)
- d) Característica del dispositivo de protección contra cortocircuito
  - 25A - fusible 80A
  - 40A - fusible 80A
  - 63A - fusible 100A
  - 80A - fusible 100A
- e) Un Tensión Nominal
- f) Fabricante/País

- g) Sello de seguridad 

### Interruptores eléctricos manuales (NM 60669-1)

#### Características a cumplir

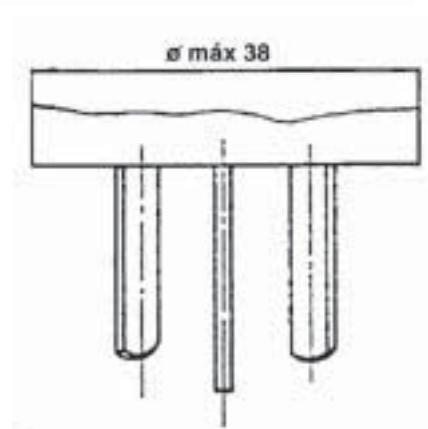
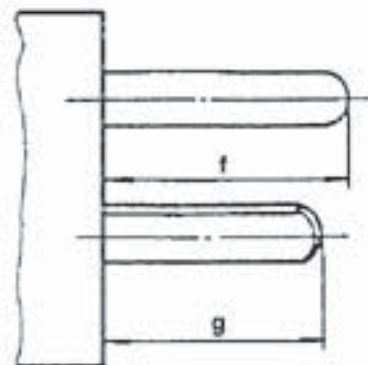
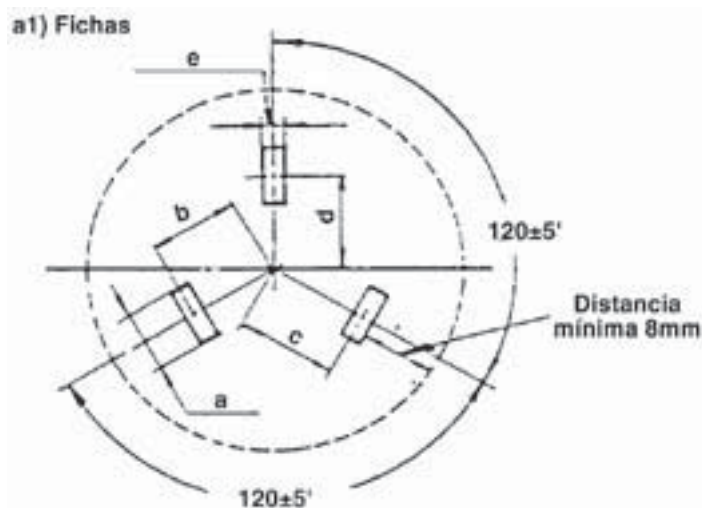
##### a) Por seguridad:

- a1) Protección de bornes: 3mm (hasta dedo de prueba)
- a2) Autoextingüibilidad: 850 °C (sobre bornes)
- a3) Deformación por calor: 125 °C, 1 h., 2kg de presión.

##### b) Por funcionamiento:

- b1) 20.000Acc (SI-NO) con In y  $\cos F_1 = 0,60$
- b2) Conexión sobre cargas
  - Capacitivas 140 microF con 10 AX
  - Lámparas incandescentes = 200W cada una hasta In
- c) Grados de protección (ya instalados)
  - c1) Comunes interior: IP21 o IP51
  - c2) Contra goteo 60° IP 22

Nota: Los interruptores tienen que cortar el vivo



## Tomacorrientes y fichas

Normas a las que responden:

NM 60884-1 - Exigencias generales

IRAM 2071 - Tomacorriente con tierra (10A) y (20A)

IRAM 2073 - Ficha con tierra (10A) y (20A)

IRAM 2063 - Ficha sin tierra (10A)

Las características fundamentales de seguridad de estos componentes son:

- a) Mínimas distancias aislantes.
- b) Autoextingüibilidad de los materiales que sostienen partes con tensión (a 850 °C).
- c) Deformación por calor normal (a 125°C, 1 h, 2kg).
- d) No empleo de materiales ferrosos en partes conductoras de corriente.
- e) Contacto accidental.
- f) Presiones de contacto.



6937



6938



6900-6901

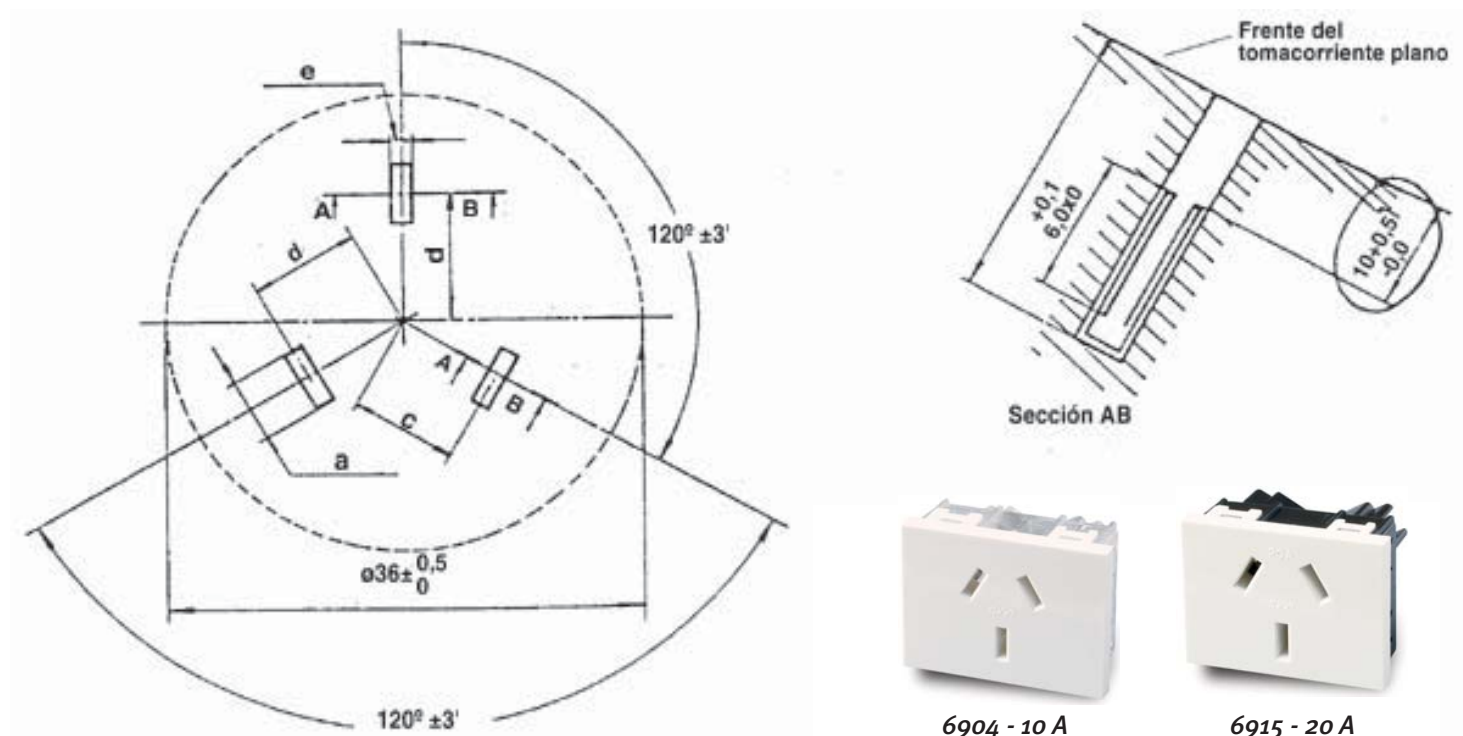
Tabla II - Retención de contactos

Características nominales	Número de polos	Fuerzas de remoción (kg)	
		máx.	mín.
Hasta 10A inclusive - 130 V/250 V	2	4,0	.4
	3	5,0	.4
Mayores que 10A hasta 16A inclusive - 130 V/250 V	2	5,0	.8
	3	5,4	.9
Mayor que 10A hasta 16A inclusive - 440 V	3	5,4	.9
	más de 3	7,0	1,0
Mayor que 16A hasta 32A inclusive - 130 V/250 V	2	8,0	1,4
	3	8,0	1,4
Mayor que 16A hasta 32A inclusive - 440 V	3	8,0	1,4
	más de 3	10	1,6

*Por funcionamiento: 5000 accionamientos  
a  $\ln$  y  $\cos \phi = 0,60$*

Tomacorriente	a	b	c	d	e	f	g
10 A	7,2a 7,7	7,92 $\pm 0,025$	7,92 $\pm 0,025$	10,3 $\pm 0,025$	2,2a 2,5	21,6	18,4
20 A	8,64a 9,14	9,53 $\pm 0,025$	9,53 $\pm 0,025$	11,1 $\pm 0,025$	2,41a 2,92	22,3	18,4

## a2) Tomacorriente



Nota: Distancia aislante entre partes vivas de distinta polaridad y entre estas respecto a folio metálico que recubre partes aislantes o partes metálicas decorativas:  $\geq 3\text{mm}$ .

Marcación:

- Corriente nominal, en (A)
- Tensión nominal, en (V)
- Símbolo que indique tipo de corriente
- Símbolo de los bornes, tierra, neutro-vivo
- Marca del fabricante
- País de origen

## Portalámparas

Norma IRAM 2015 (Rosca Edison)

### Protecciones

- Deben tener buena aislación al roscar la lámpara.
- Deben tener buena aislación con la lámpara roscada.
- Deben tener seguro contra la tracción de cable.
- Deben tener el culote roscado con material no ferroso.

Nota: El culote de rosca no debe ser ferroso.

Tabla de corrientes normalizadas.

a) 0,5A	E10
b) 2A	E14
c) 4A	E27
d) 16A	E40

Ensayo rigidez dieléctrica

2 Un + 1000VCA -1' para Un = 220VCA

Ve = 1500VCA - 1' o 1800VCA - 2 seg

#### Regla principal de conexión.

1ro - El polo del conductor que se conecta al fondo del portalámpara debe ser el vivo y ser interrumpido por el interruptor de un efecto.

#### Longitud efectiva de roscado.

Portalámparas metálicos	E14 (m)	E27 (m)	E40 (m)
para rosca laminada	5	7	10
para rosca torneada	5	5	7
portalámparas de material aislante	5	7	10

## Interruptores y seccionadores en aire combinados con fusibles de Baja Tensión Norma IRAM 2122

### Definiciones

**a) Interruptor:** Dispositivo mecánico de interrupción capaz de:

- conectar
- conducir
- e interrumpir, corriente en condiciones normales del circuito y aún con sobrecargas determinadas
- conducen durante tiempos muy breves corrientes de cortocircuito (Icc)

**b) Seccionador:** Dispositivo mecánico de interrupción de corrientes muy bajas, tales como:

- corrientes capacitivas de pérdidas de aisladores
- tramos cortos de línea

Nota: Deben ser capaces de mantener entre contactos del mismo polo una distancia aislante según el valor de tensión de fase.

**c) Interruptor con fusible:** la colocación de un fusible en serie con cada polo permite utilizarlo para interrumpir cortocircuitos.

Nota: Esta combinación es la requerida en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de la AEA, con la condición que al abrir el interruptor para producir el recambio de los fusibles, automáticamente se anula la tensión sobre los zócalos de los fusibles.

### Categoría de utilización (CA)

Categoría	Aplicaciones típicas
AC20	Conexión y desconexión en vacío
AC21	Con cargas resistivas, incluyendo sobrecargas moderadas
AC22	Con cargas resistivas e inductivas, incluyendo sobrecargas moderadas
AC23	Con cargas altamente inductivas o motores

### Vida mecánica

La resistencia al desgaste mecánico, en vacío, se mide por el número de ciclos que puede realizar sin necesidad del replazo de partes mecánicas.

Corriente Nominal (A)	Número de ciclos en vacío	Número de ciclos en carga
de 0 a 63	10.000	500
de 63 a 250	3000	150
de más de 250	1000	50

### Vida eléctrica

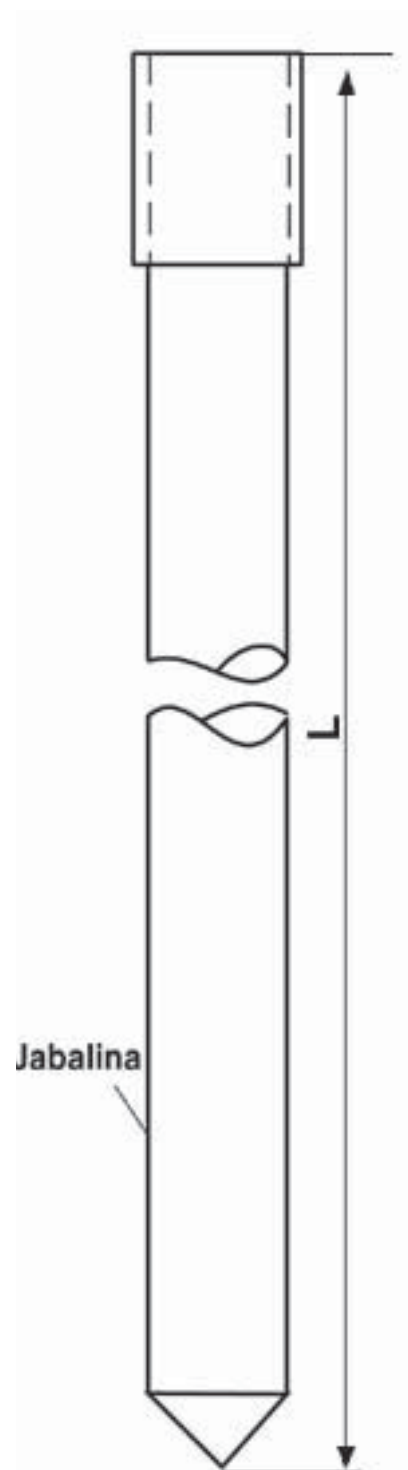
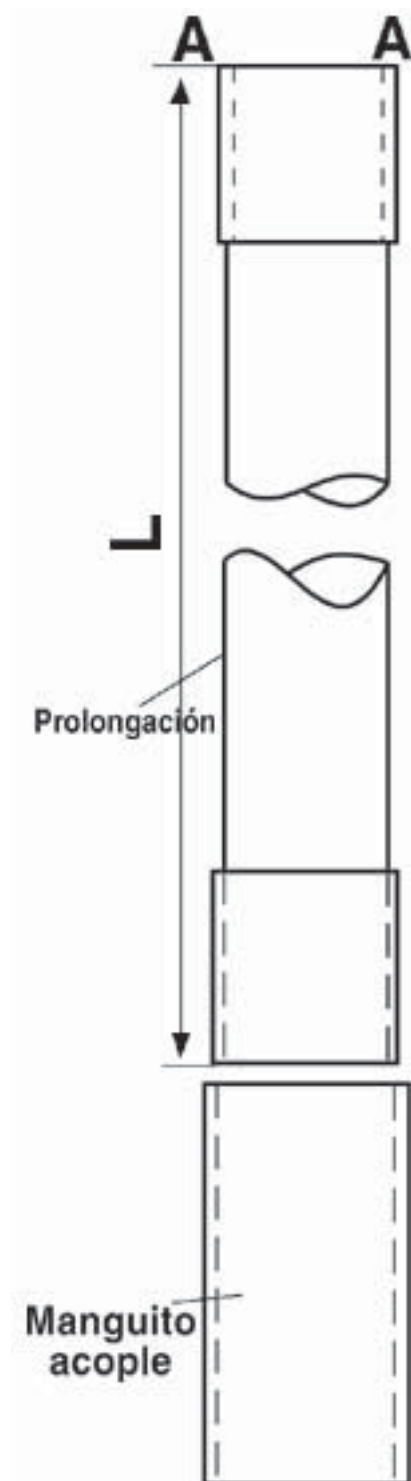
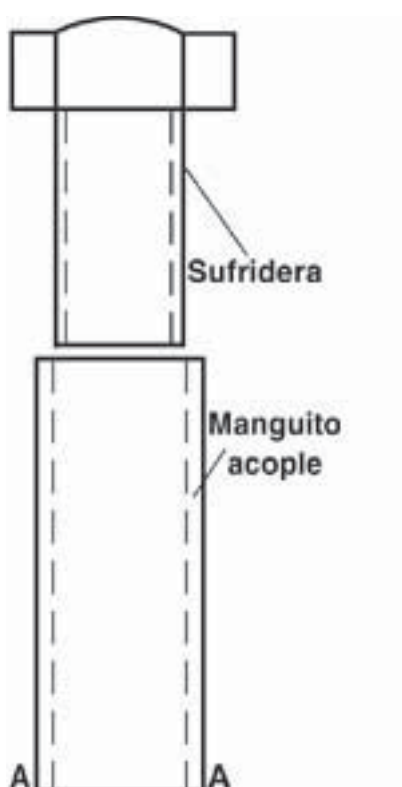
La resistencia al desgaste eléctrico en carga se expresa por el número de ciclos de conexión y desconexión que no debe ser menor a 1/20 del número de ciclos mecánicos.

### Marcado

- a) Tensión Nominal (en V)
- b) Categoría de utilización (AC20-21-22 o 23)
- c) Corriente Nominal (en A)
- d) Frecuencia (en Hz)
- e) Marca del fabricante y país de origen

## Jabalinas de acero-cobre (para puesta a tierra) (IRAM 2309)

### a) Jabalina





**Requisitos constructivos:****1. Diseño**

Podrán ser simples o seccionales

- 1.1. La simple se usa cuando se obtiene el valor de R tierra deseado sin necesidad de acoplamiento.
- 1.2. La seccional se usa prolongando la simple a través de manguito de acoplamiento con otras jabalinas.

**2. Materiales**

- 2.1. El alma será de acero al carbono (IRAM 600).
- 2.2. El revestimiento base será de cobre electrolítico (índice de pureza igual a 99,75% (IRAM 2002). Será continuo, uniforme y no poroso.

**3. Proceso**

- 3.1. La capa de cobre se depositará por electrolisis o fusión, que garantice una perfecta adherencia.
- 3.2. La rosca no tendrá punto alguno en que se haga visible el alma de acero.

**b) Manguitos**

Materiales: Serán de aleación cobre-zinc.

Proceso: Serán cilíndricos y roscado en toda su longitud.

	o ext. (mm)	Largo mm	Rosca
M14	$19 \pm 0,5$	$50 \pm 0,5$	M14 x 2-HB
M16	$22 \pm 0,5$	$50 \pm 0,5$	M16 x 2-HB
M18	$27 \pm 0,5$	$60 \pm 0,5$	M18 x 2,5-HB

c) Sufridera (perno de hincado): Será un tornillo (bulón) con cabeza hexagonal y de acero.

**Nota general:**

Terminación superficial: La superficie de jabalinas y manguitos de acople estará libre de rayaduras, poros, grumos y grietas que posibiliten la existencia de una corrosión localizada.

Conductores: IRAM 2342, 2158 y 2179.

Características que definen la calidad

**l) Espesor aislante (Fig. 1 a 6)**

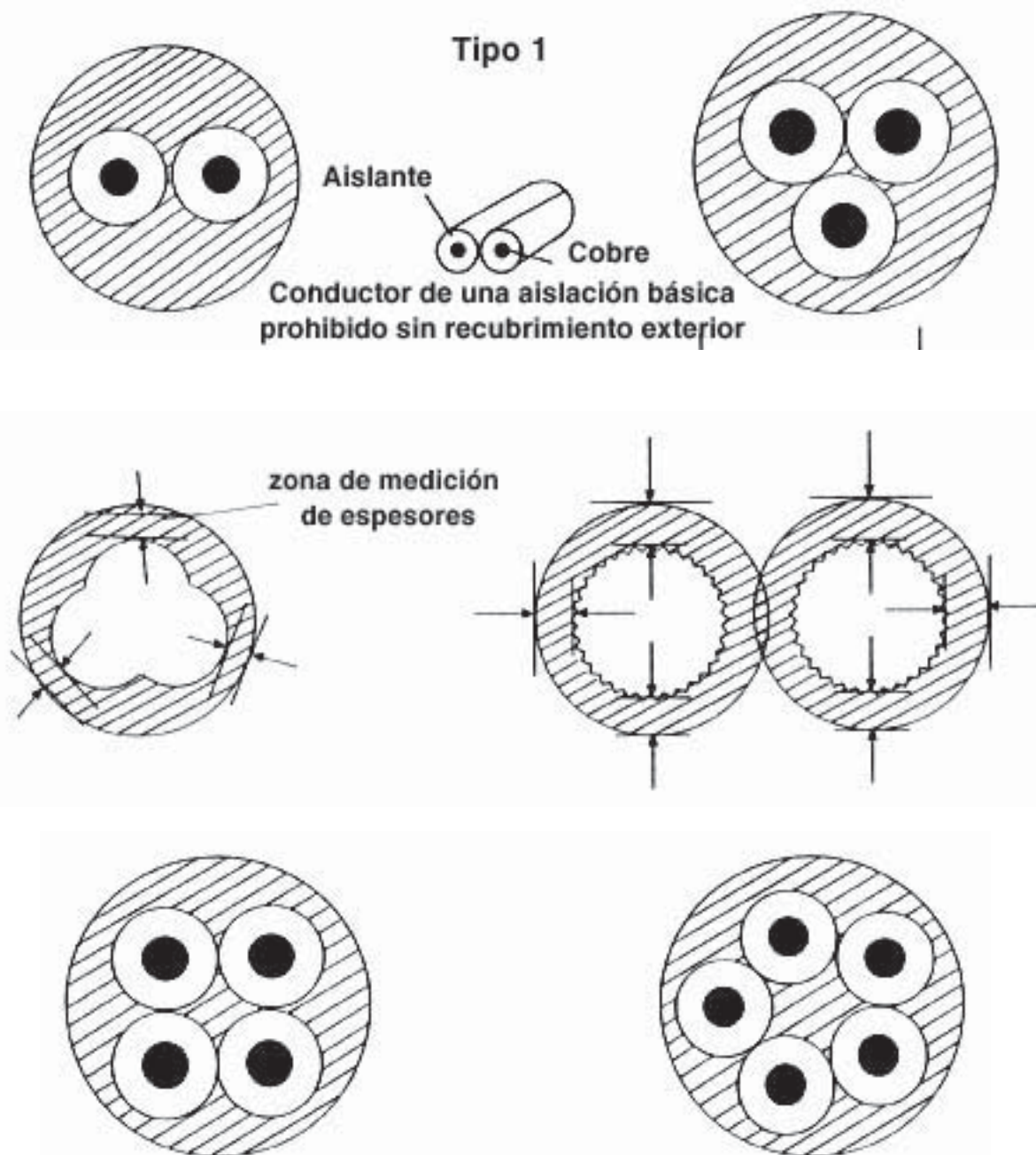
Valores

Tipo 1

**Espesor individual:** de la tabla Tipo 1 (ver más abajo) para espesores promedios.

**Espesor envoltura:** El espesor mínimo será  $\geq 0,90$  espesor normal  $-0,1$  en mm.





## II) Ensayos eléctricos:

a) En cables completos: Se sumerge en agua, una longitud de 10m, durante una hora a una temperatura de  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Se aplica la tensión de 2000VCA (hasta  $U_n = 500\text{V}$ ), entre cada conductor y todos los otros conectados entre sí y con el agua durante 5 minutos. No debe haber ninguna falla.

b) En los conductores aislados individuales: Cada uno individualmente se sumerge en agua con un largo de 10 metros, durante una hora a una temperatura de  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Se aplica una tensión de CA de 1500V hasta espesores de 0,6mm y de 2000V para mayor de espesores de 0,6 durante 5 minutos entre cada conductor y el agua. No debe haber ninguna falla.

## III) Resistencia de aislación:

Se aplica a todos los cables sobre muestras de 10m de largo sumergidos en agua a  $70^{\circ}\text{C}$  durante dos horas. Se aplica una tensión continua entre 300 y 500 V entre el conductor y el agua. Se mide la resistencia de aislación un minuto después de aplicada dicha tensión y se relaciona con 1 km (supuestamente) 100 veces menos.

#### IV) Ensayo de resistencia mecánica de cables completos

Ensayo de flexión: Para conductores hasta 2,5mm<sup>2</sup>. En el aparato indicado en la figura 1 . 15.000 movimientos hacia adelante y 15.000 hacia atrás, con un pasaje de corriente de 1 A/mm<sup>2</sup> y 220VCA aplicados para cables bipolares o contra conductor de protección y 330VCA para tres conductores o tres con neutro.

Sección (mm <sup>2</sup> )	Aislación espesor promedio (mm)	Envoltura Espesor promedio (mm) Cantidad conductor				Diámetro espesor aproximado (mm) Cantidad conductor				Resistencia mínima aislación a 70° (MT.km)	Tensión entre electrodos (Kv.CA)*
		2	3	4	5	2	3	4	5		
0.75	0.6	0.8	0.8	0.8	0.9	7.6	8.0	8.6	9.6	0.011	4
1.00	0.6	0.8	0.8	0.8	0.9	8.0	8.4	9.4	10.0	0.010	4
1.50	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	9.0	9.8	11.0	12.0	0.010	4
2.50	0.8	1.0	1.1	1.1	1.2	11.0	12.0	13.0	14.0	0.0093	6
4.00	0.8	1.1	1.2	1.3	1.3	12.3	13.3	14.8	16.2	0.0076	6
6.00	0.8	1.3	1.4	1.4	1.5	16.0	17.2	18.9	21.0	0.0054	6
10.00	1.0	1.5	1.5	1.6	1.6	19.9	21.2	23.6	25.9	0.0053	6

### Montaje y calidad de caños de plástico en instalaciones en inmuebles

1º) Deben responder a Norma IRAM 2206.

2º) Puede usarse caño de plástico corrugado.

3º) En cañerías embutidas en pared o losas;

3-1- No estará en contacto con paredes de tipo calcáreo, se tapará con cemento, y estará de la superficie de la pared a 5cm mínimo.

3-2- En losa se asegurarán para evitar que queden sueltos ó puedan aplastarse.

Nota: El reglamento de la AEA no avala que se pueda usar un caño no autoextinguible en estas cañerías. En el mercado se usa mucho el material que no se autoextingue, no está aprobado por la Norma, y los fabricantes deben solicitar su aprobación en el IRAM.

4º) En cañerías a la vista ó sobre cielorraso suspendidos

4-1- Con un grado de protección al aplastamiento no inferior a 1- (IPXX1) y que resista el ensayo de propagación a la llama para 550°C. También debe ser autoextinguible según IRAM 2206.

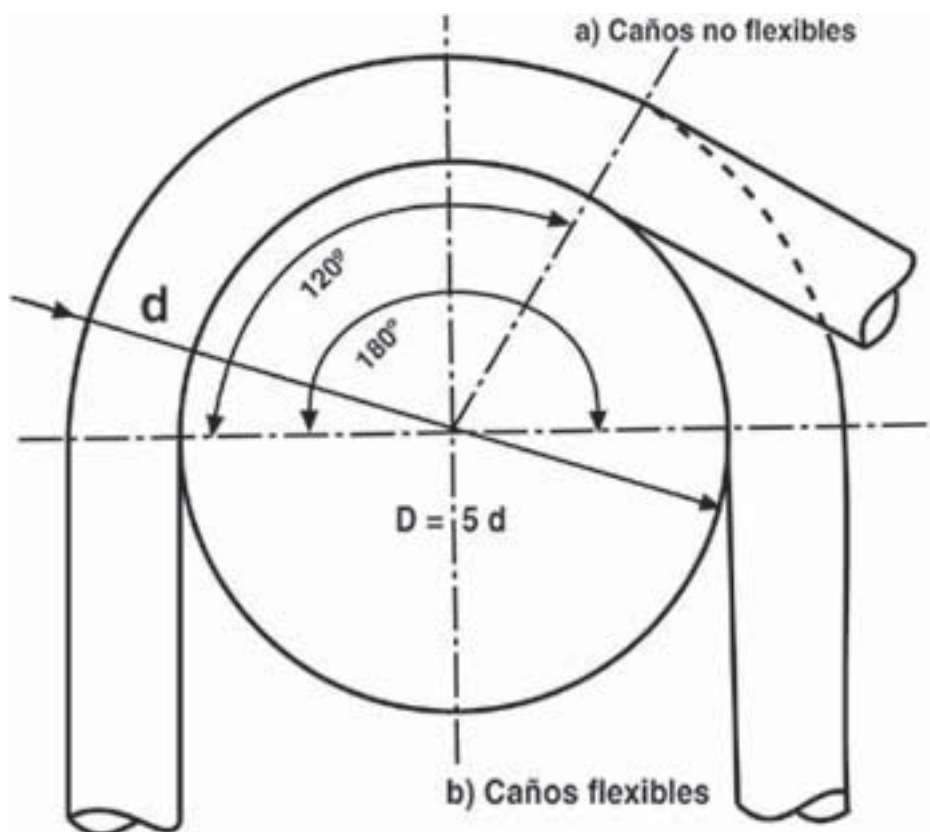
4-2- Deberán asegurarse para evitar que queden sueltos.

### Ensayos prácticos

A) Inflamabilidad: Sometido un extremo vertical a una llama (encendedor) durante 15", debe extinguirse al retirar la llama en los 15" siguientes.

B) Flexibilidad: Se curvarán sobre 5 veces su diámetro 180° y no presentarán fisuras.

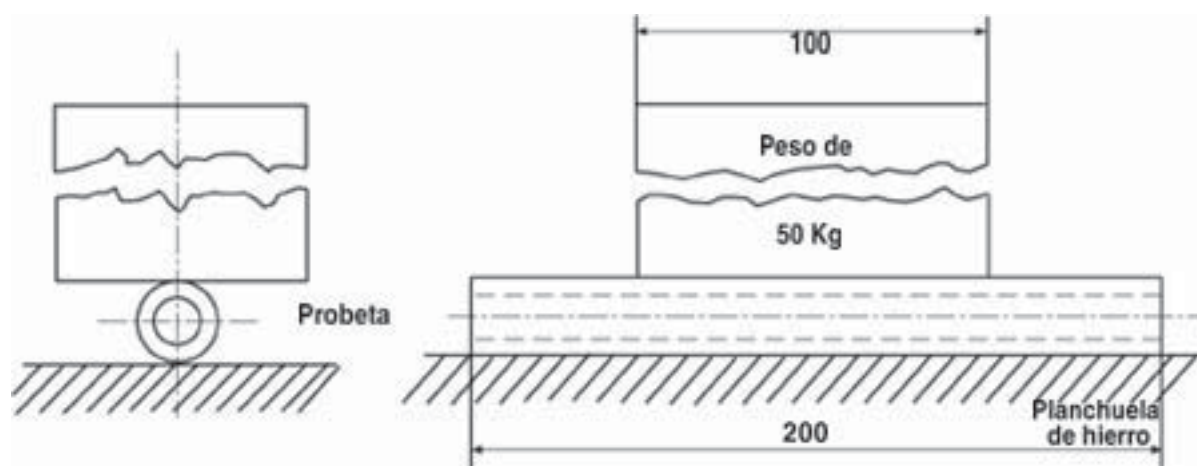
C) Aplastamiento: Se corta un trozo de caño de 20cm y se coloca sobre una plancha de hierro y en su parte central, sobre 10cm se lo carga con 50kg. Se mantiene el peso 1 minuto.



- Luego se mide el aplastamiento resultante en % del diámetro exterior y debe ser menor al 20%.
- Luego de 1 minuto de retirado el peso, se mide el aplastamiento residual, en % del diámetro exterior y debe ser menor del 10%.

## Cinta aisladora

Requisito de no propagación de llama. La Norma VDEo100, indica en un ensayo sumamente práctico, como identificar si un material es propagante de la llama. Encender con un fósforo y aplicar 15 seg. luego retirar y si se auto extingue en los 10 a 15 seg. siguientes es un material correcto.



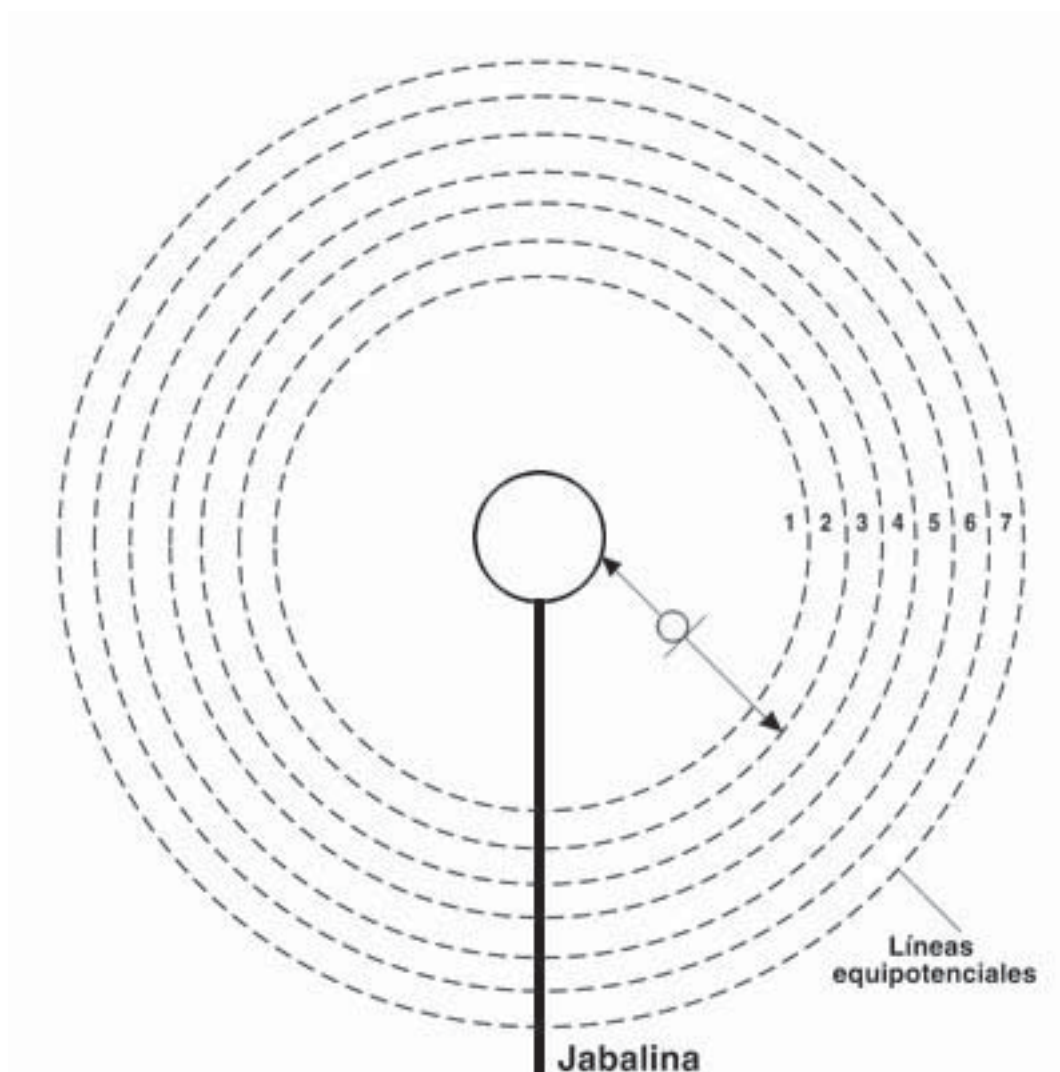
## Principios básicos de una puesta a tierra

Ellos son:

- 1.1. Efecto suelo.
- 1.2.  $\varnothing$  Jabalina.
- 1.3. Forma electrodo
- 1.4. Profundidad enterrado
- 1.5. Humedad del suelo
- 1.6. Temperatura del suelo

### 1.1. Efecto suelo

- $R_1 > R_2 > R_3 \dots R_6 > R_7$
- A  $d = 2,5$  a  $3\text{m}$  del centro  $R_T$  o
- El 90% de  $R_T$  tierra está entre  $1,5$  a  $3\text{m}$  del electrodo.

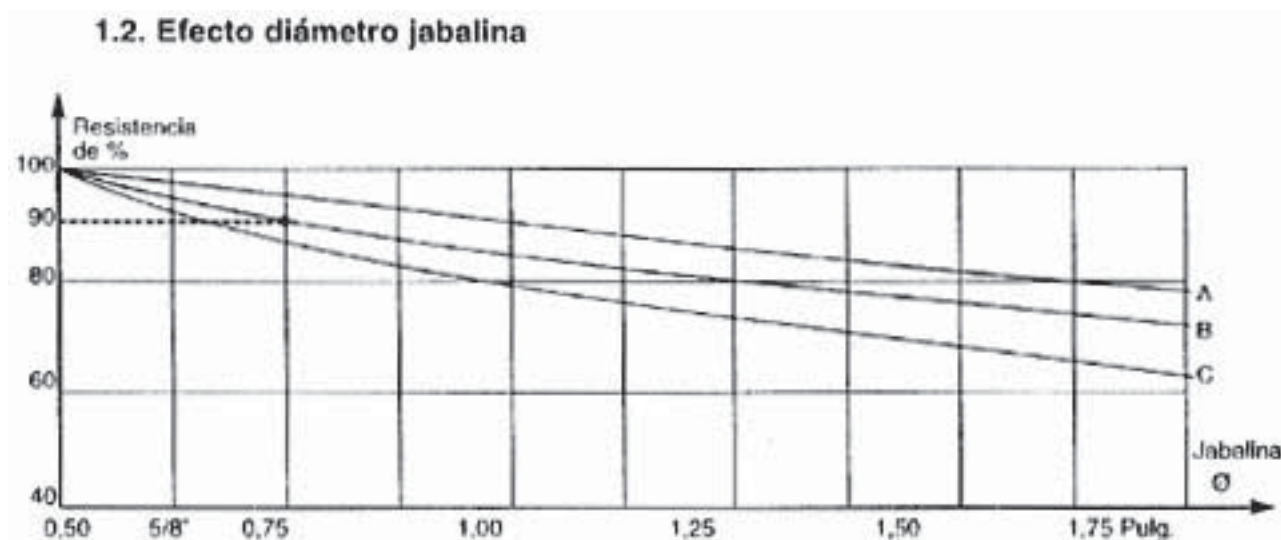




La mayor resistencia se produce en las menores distancias al electrodo (jabalina); por menor sección de pasaje de corriente y disminuye a medida que nos alejamos. A distancia de 2,5m se considera que el efecto de resistencia es 0. Por ello se aconseja cuando se colocan jabalinas en paralelo ponerlas a 4 mt una de otra.

### 1.2. Diámetro $\varnothing$ Jabalina

Variación de la resistencia en F ( $\varnothing$ ). Los ensayos realizados en Underwriters de Estados Unidos indican que la variación de la resistencia al pasar de  $\varnothing$  de jabalina de  $\varnothing 1/2"$  a  $\varnothing 3/4"$  no disminuyen más que un 10%, a igualdad de las demás condiciones.



En consecuencia por encima de  $\varnothing 3/4"$  es encarecer el componente, y complicar el hincado, sin un efecto positivo.

### 1.3. Forma electrodo

Tipo electrodo Placa y Jabalina

Características: Cobre de espesor 2mm en placa y  $\varnothing 1/2"$  en jabalina.

Se comprobó que la forma de una jabalina, como electrodo de tierra es ideal, ya que comparando con una placa de cobre (esp = 2m) se necesita una superficie de 1,66m<sup>2</sup> contra 0,12m<sup>2</sup> de la jabalina para lograr (en un suelo de resistividad 15.m) una RT = 5ohms.

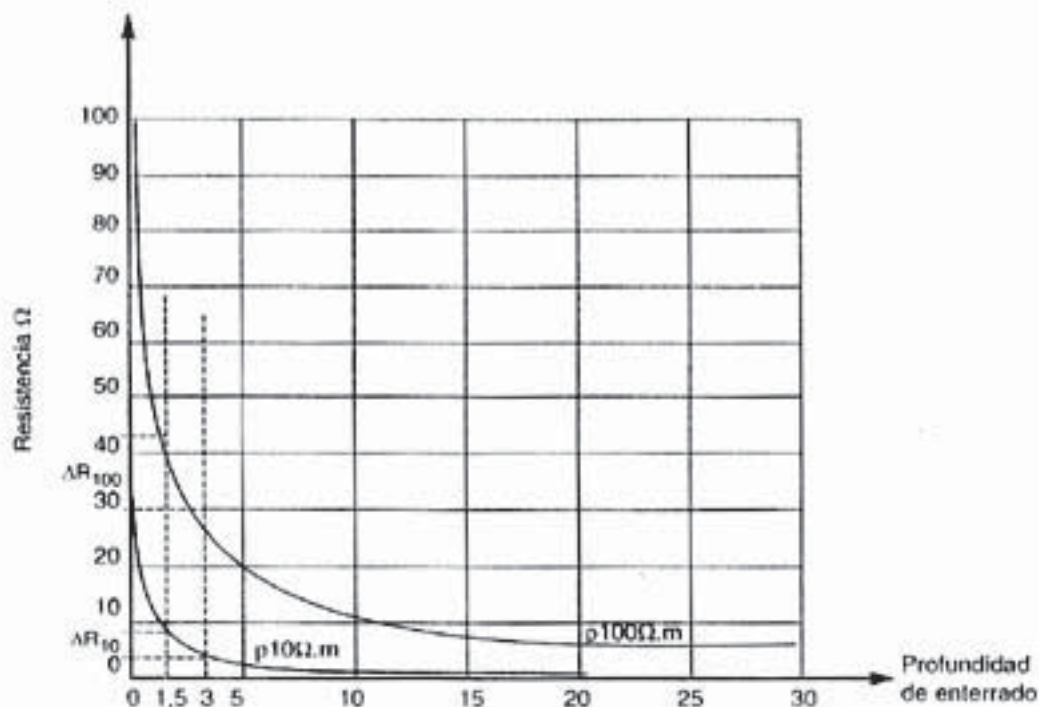
TIPO DE ELECTRODO	PLACA	JABALINA
Características	Espesor 2mm Cobre	$\varnothing = 1/2$ Copperweld
Para d = 1500 ohm cm R = 3 ohm y R = 5 ohm	Superficie total 4,91 m <sup>2</sup> 1,66 m <sup>2</sup>	Profundidad (Superficie) 5,78 m (0,22 m <sup>2</sup> ) 3,18 m (0,12 m <sup>2</sup> )
Para d = 1500 cm R = 3 ohm y R = 10 ohm	Superficie total 19,63 m <sup>2</sup> 4,91 m <sup>2</sup>	Profundidad (Superficie) 12,82 m (0,48 m <sup>2</sup> ) 5,78 m (0,22 m <sup>2</sup> )

### 1.4. Profundidad enterrado

- Entre 1,5 y 3m se notan máx. disminución de RT.
- Luego de 5m, se logra muy poca disminución de RT, con 10.m a 20.m (más común). (Capital y Gran Bs. As.)

RT = Resistencia de tierra

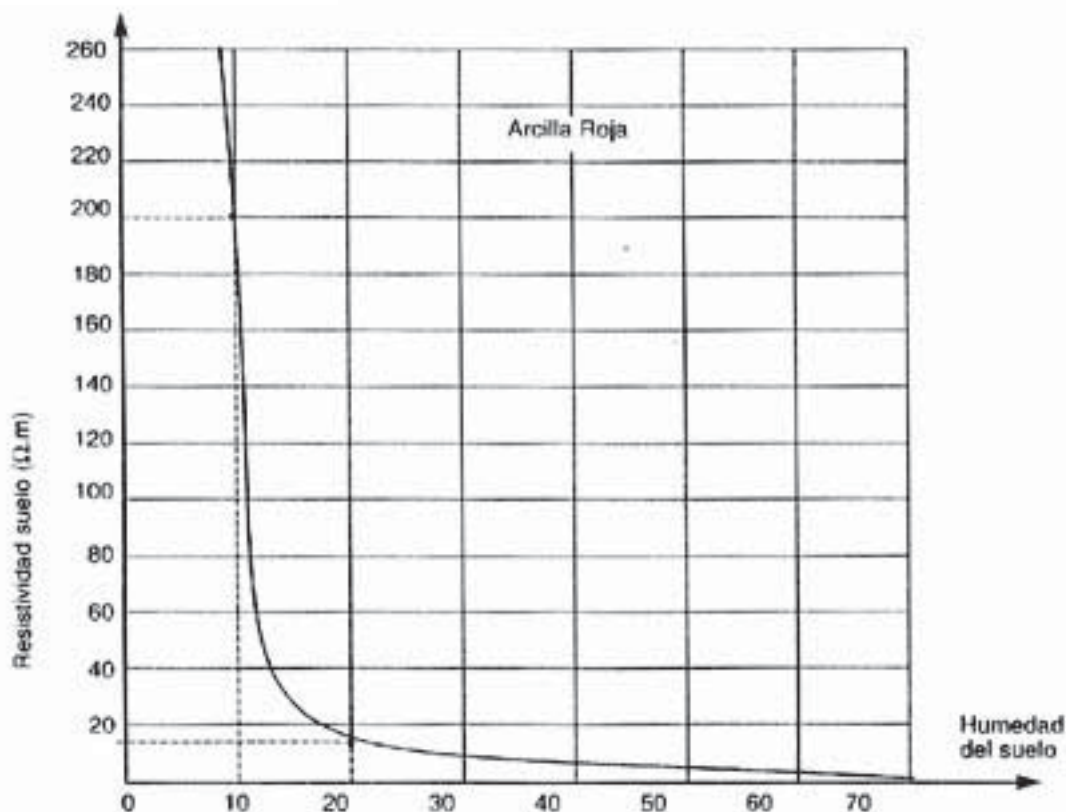
Se aprecia sobre la curva de  $\rho = 10 \Omega \cdot m$ , como sobre suelos más resistivos que la mayor disminución de resistencias se logra hasta 3m de hincado, luego el efecto es mucho menor. En consecuencia no es útil colocar jabalina mayores de 3m de profundidad y sí, poner en paralelo si se necesita bajar la RT.



### 1.5. Humedad del suelo

Debe buscarse lograr una humedad de tipo permanente y de valores 30 a 35%. Valores superiores inciden muy poco, pero por debajo de 20% se incrementa mucho la resistencia de tierra.

No es imprescindible llegar a napas de agua, si éstas están muy profundas, pero sí mantener los valores mencionados, sobre todo en épocas de sequía, donde la actividad eléctrica atmosférica (rayos) es mayor



**1.6. Temperatura del suelo**

La incidencia de la temperatura es mínima a valores superiores a 0°C, por debajo de 2 a 3 °C bajo cero crece mucho la resistividad a 50 y 100 (m).

**Comparación económica de jabalinas**

El estudio realizado indica que considerando una duración de 30 años para una puesta a tierra y puesto que la jabalina de acero-cobre tiene 18 años de vida, en relación a acero-cincado de sólo 7, se requiere 2 en el primer caso contra 5 en el segundo, lo cual, tomando en cuenta costo unitario y de mano de obra, significa que la jabalina de acero-cincado es un 56% más cara y la de tipo cruz un 128%. Los valores son relativos a 1992.

Concepto	A	B	C
Jabalina normalizada	JL 16 x 3000	JL 16 x 3000	JPNL 50 x 50 x 5 x 3000
Materiales	Acero cincado	Acero cobre	Acero cincado
Norma	IRAM 2310	IRAM 2309	IRAM 2316
Duración	7 años	18 años	7 años
Nº de jabalinas (ni) en T = 30 años	5	2	5
Costo unitario (1992) jabalina	9,50	15,50	14,80
Costo unitario de instalación con mano de obra, materiales y accesorios	31,50	31,50	45,00
Valor del costo unitario por cada jabalina	41,00	47,00	59,80
Valor actual de la instalación ni jabalina	91,68	58,75	133,71
Valores % comparativos	156%	100%	228%

**Jabalinas.**

JL10xL - JL14xL - JA14L			
	Ømm	L (mm) Largo	Rosca
JL-16xL	14,6 ± 0,2	1000-1500	M16x2
JA-16xL	14,6 ± 0,2	3000, ± 50	
JL-18xL	16,2 ± 0,2	1000-1500	M18x2,5
JA-18xL	16,2 ± 0,2	3000, ± 50	



## CONTENIDO

- a) Algunas consideraciones del tendido de líneas del Reglamento de Instalaciones en Inmuebles de la AEA (3/2006)
- b) Instalaciones en obras en construcción.
- c) Instalación de protección de pararrayos.

### Tipos de canalización

Serán los siguientes:

- 1) Conductores aislados colocados en cañerías, que pueden ser embutidas o a la vista.
- 2) Conductores enterrados directamente o en conductos.
- 3) Bandeja portacable.
- 4) Blindo barras.

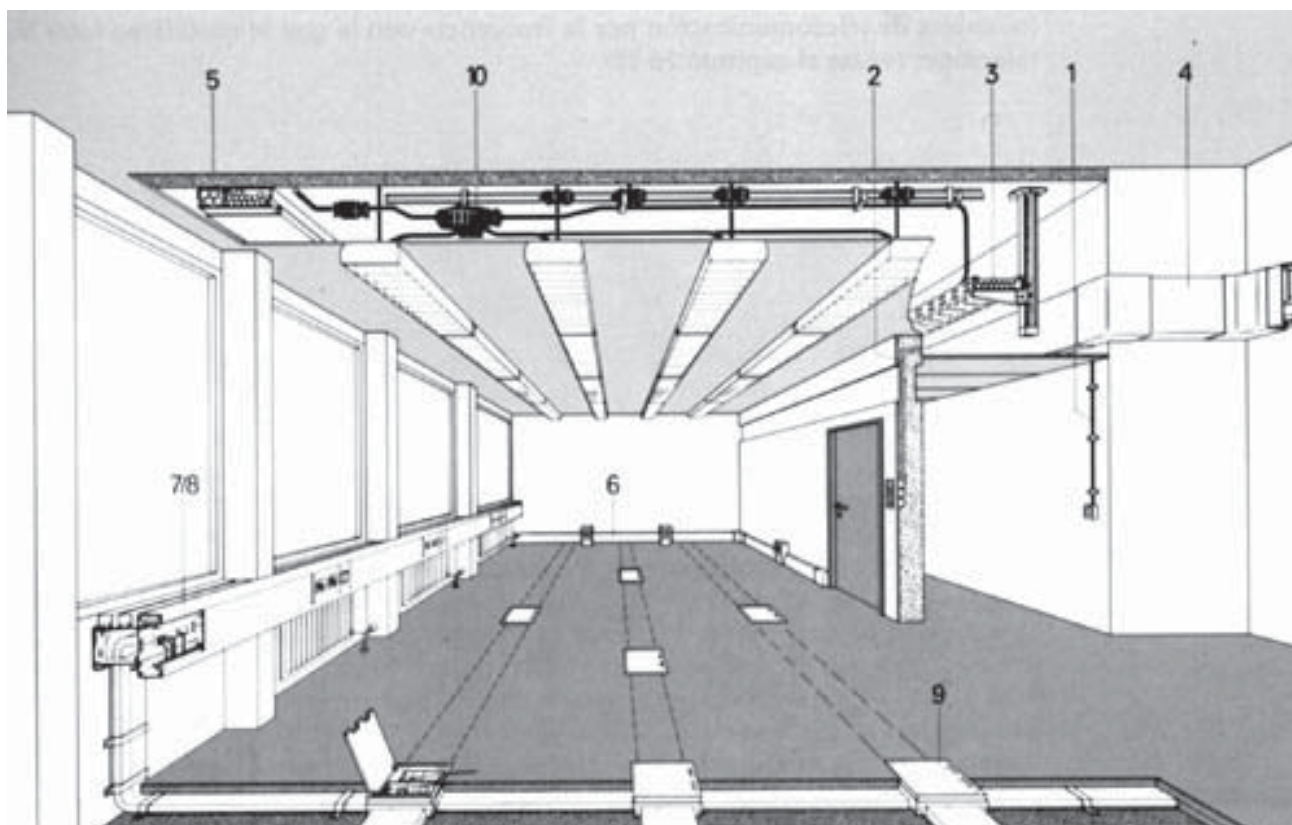
Se prohíbe colocar los conductores directamente en:

- canaletas de madera
- bajo listones de madera.
- embutidos en: mampostería, yeso, cemento u otros materiales.
- sobre mampostería, yeso, cemento u otros materiales.

Se prohíbe hacer instalaciones de conductores aéreos en interiores.

## Formas de tendido de líneas

La figura muestra las formas generales de tendido de líneas en grandes edificios, que deben montarse según lo establecido en VDE 0100.



1 Montaje sobre revoque. 2 Montaje bajo revoque. 3 Canales para cables. 4 Canales de pared para el tendido de cables. 5 Canales en el techo para el tendido de cables. 6 Canales para rodapiés. 7 Canales para repisas de ventanas. 8 Canales para antepechos de ventanas. 9 Sistema de montaje bajo el piso. 10 Sistema de montaje rápido (instalación a base de materiales prefabricados)

### Prescripciones particulares para cañerías embutidas

Las cañerías y los accesorios para instalaciones embutidas en techos, pisos y paredes deberán ser de acero tipo pesado, semipesado o liviano y cumplir con las prescripciones dadas en las Normas IRAM 2100, 2005 y 2224 respectivamente.

En caño termoplástico Norma IRAM 2206 se admitirá embutido en las siguientes condiciones:

- a) La distancia entre la superficie terminada de la pared y el caño no será inferior a 5cm.
  - b) Quedan exceptuadas de cumplir el punto a) las cañerías ubicadas en una franja comprendida entre 10 y 15cm., tomada a partir de las aberturas de puertas y ventanas, medidas en la construcción de albañilería sin terminar y además en el entorno de las cajas.
- Se admitirán solo las de tipo de caño reforzado y colocadas de modo de no entrar en contacto con los revoques de tipo calcáreo de paredes. Para ese fin se colocará la cañería en un canal que se efectuará en ladrillos, bloques, etc., tapándola totalmente con mezcla de cemento de modo que el revoque posterior no entre en contacto con la cañería y se brinde una mínima seguridad a la penetración posterior de clavos. La cañería no debe quedar suelta ni establecerse por orificios de ladrillos o bloques de la construcción. En losas se asegurarán con dispositivos adecuados para evitar su aplastamiento o que queden sueltas entre los hierros de la construcción.

**Es aceptado el caño que no sea autoextingüible en este caso.**

### Prescripciones particulares para cañerías a la vista y/o sobre cielorrasos suspendidos

#### Cañerías a la vista

Podrán emplearse: las cañerías metálicas que se utilizan embutidas.

Además podrán emplearse:

- a) Cañería de acero tipo liviano, según Norma IRAM 2284, esmaltadas o cincadas con uniones y accesorios normalizados.
- b) Cañerías formadas por conductores metálicos fabricados especialmente para instalaciones eléctricas a la vista, utilizando accesorios tales como cajas, codos, etc., fabricados especialmente para éstos.
- c) Caños metálicos flexibles.
- d) Caños de material termoplástico, siempre que tengan un grado de protección mecánica equivalente al IPXX1 de la Norma IRAM 2444, y resistan al ensayo de propagación de llama establecida en la Norma IEC 695-2-1, con un grado de severidad de 550°C, además de las características dieléctricas adecuadas.

Notas:

Los tipos indicados en este apartado deberán emplearse en lugares secos para locales con condiciones especiales; las cañerías a la vista no deberán instalarse en huecos de ascensores ni en lugares donde queden expuestas a deterioros mecánicos o químicos.

#### Cañerías sobre cielorrasos suspendidos

Podrán utilizarse todos los tipos de caños indicados para instalaciones a la vista, a excepción de los caños flexibles metálicos.

### Prescripciones particulares para columnas montantes

Los requisitos que deberán cumplir las líneas seccionales en las cajas de paso y derivación de la columna montante serán:

- Identificación mediante letras, números o combinación de ambos.
- Evitar el entrecruzamiento de los conductores de las distintas líneas.

Nota El único conductor aceptado es el que resiste el ensayo de propagación de llama establecido en la Norma IRAM 2183 de 1991

## Bandejas portacables

Las bandejas portacables son conductos con o sin tapa removible, en las cuales se permite colocar conductores correspondientes a una o varias líneas. Podrán utilizarse en instalaciones a la vista, en el interior de edificios o a la intemperie.

En canalizaciones a la intemperie o recintos de ambientes húmedos o mojados, los sistemas de bandejas deberán tener una pendiente mínima del 1% hacia los puntos del drenaje. Las bandejas podrán ser plásticas, metálicas o de otros materiales que reúnan las siguientes condiciones: ser no higroscópicas, poseer rigidez mecánica adecuada al uso y ser autoextinguibles.

El sistema de bandejas debe instalarse de modo tal que sea accesible en todo su recorrido siendo su altura mínima de montaje horizontal de 2,50m en interior; 3,50m en zonas exteriores y 4,00m en caso de circulación vehicular. Las bandejas no podrán quedar sin vinculación mecánica en sus extremos; deberán unirse a cajas de pase, tableros, canalizaciones, mediante dispositivos adecuados.

Deberá mantenerse una distancia útil mínima de 0,20m entre el borde superior de la bandeja y el cielo del recinto o cualquier otro obstáculo de la construcción. La disposición de los conductores dentro de las bandejas se deberá hacer de tal forma que conserven su posición y adecuamiento a lo largo de su recorrido y los conductores de cada línea deberán agruparse en haces o paquetes separados (ver 2.1), excepto si se usan cables multiconductores; la identificación debe ser clara en todo su recorrido y se realizará mediante número o letras, o combinación de ambos.

Las uniones y derivaciones de los conductores dentro de las bandejas se deberán realizar utilizando métodos que aseguren la continuidad de las condiciones de aislación eléctrica, correspondiente a la aislación del conductor de mayor tensión presente, cuidando que siempre queden accesibles y fuera del haz de conductores o cables. La conductividad de la unión no será menor que la de los conductores.

Todas las partes metálicas deberán ser conectadas a un conductor de protección, asegurando la continuidad eléctrica en toda su extensión. El conductor de protección se deberá ubicar dentro de la bandeja.

## Colocación de caños y cajas

### Unión entre caños

Los caños se unirán entre sí mediante accesorios adecuados que no disminuyan su sección interna y que aseguren la protección mecánica de los conductores.

Cuando se empleen caños metálicos deberá garantizarse la continuidad eléctrica de la cañería.

Se ejecutarán mediante accesorios que no disminuyan su sección interna de modo de no originar dificultades en el pasaje de los conductores y con ello su deterioro o corte de la malla de aislación. El elemento que cumple con la condición ideal de unión es la “cupla roscada”, no admitiéndose el uso de trozos de caños de mayor sección, pues no se garantiza evitar el marcado de la aislación de los conductores en el pasaje de los mismos.

### Unión entre caño y caja

Las uniones de caños y cajas deberán efectuarse mediante conectores o tuerca y boquilla. La tuerca se dispondrá en la parte exterior de la caja y la boquilla en su parte interna. Las características constructivas de estos elementos estarán en concordancia con las prescriptas por las normas IRAM 2224 y 2005.

### Colocación de cajas de paso

Para facilitar la colocación y el remplazo de conductores de conductores deberá emplearse un número suficiente de cajas de paso. No se admitirán más de tres curvas entre dos cajas. En tramos rectos y horizontales sin derivación debe colocarse una caja cada 12m y en tramos verticales una cada 15m. Las cajas de paso y de derivación deberán instalarse de tal modo que sean siempre accesibles y que no sean tapados por amoblamiento previsto como fijo (muebles de cocina, etc.).

### Consideraciones para caños en forma de “U”

Cuando no sea posible evitar la colocación de caños en forma de “U” (por ejemplo, los cruces bajo los pisos) u otra forma que facilite la acumulación de agua se colocarán únicamente cables aislados con vaina de protección (llamadas comúnmente de doble aislación) que respondan a las normas IRAM 2220, 2262 y 2261.

### Curvado de los caños

Las curvas realizadas en los caños no deberán efectuarse con ángulos menores de 90. Además deberán tener como

mínimo los radios de curvatura indicados en la siguiente tabla.

Tabla II

Caño tipo liviano Designación IRAM	Caño tipo Semipesado Designación IRAM	Radio de curvatura mínimo (mm)
RL 16/14	RS 16/13	47,5
RL 19/17	RS 19/15	56
RL 22/20	RS 22/18	67
RL 25/23	RS 25/21	75
RL 32/29	RS 32/28	95
RL 38/35	RS 38/34	112
RL 51/48	RS 51/46	150

### Colocación de los conductores

Antes de instalar los conductores deberán haberse concluido el montaje de caños y cajas y completado los trabajos de mampostería y terminaciones superficiales. Deberá dejarse una longitud mínima de 15cm de conductor disponible en cada caja a los efectos de poder realizar las conexiones necesarias. Los conductores que pasen sin empalme a través de las cajas deberán formar un bucle. Los conductores colocados en cañerías verticales deberán estar soportados a distancias no mayores de 15m mediante piezas colocadas en cajas accesibles y con formas y disposiciones tales que no dañen su cubierta aislante.

No se permiten uniones ni derivaciones de conductores en el interior de los caños, las cuales deberán efectuarse exclusivamente en las cajas.

### Código de colores

Los conductores de la Norma IRAM 2183 y barras conductoras se identificarán con los siguientes colores:

Neutro: color celeste

Conductor de protección: bicolor verde-amarillo

Fase R: color castaño

Fase S: color negro

Fase T: color rojo

Para los conductores de las fases se admitirán otros colores, excepto el verde, amarillo o celeste.

Para el conductor de fase de las instalaciones monofásicas se podrá utilizar indistintamente cualquiera de los colores indicados para las fases pero se preferirá el castaño.

### Sección nominal de los conductores

La sección nominal de los conductores deberá calcularse en función de su intensidad de corriente máxima admisible y caída de tensión con la verificación final de su solicitación térmica al cortocircuito. Independientemente del resultado del cálculo las secciones no podrán ser menores a las siguientes, que se considerarán secciones mínimas admisibles.

Secciones mínimas de conductores

Líneas principales	4,00 mm <sup>2</sup>
Circuitos seccionales	2,50 mm <sup>2</sup>
Circuitos terminales para iluminación de usos generales (con conexión fija o a través de tomacorrientes)	1,50 mm <sup>2</sup>
Circuitos terminales para tomacorrientes de usos generales	2,50 mm <sup>2</sup>
Circuitos terminales para iluminación de usos generales que incluyen tomacorrientes de usos generales	2,50 mm <sup>2</sup>
Líneas de circuito para usos especiales	2,50 mm <sup>2</sup>
Líneas de circuito para uso específico (excepto MBTF)	2,50 mm <sup>2</sup>
Líneas de circuito para uso específico (alimentación a MBTF)	1,50 mm <sup>2</sup>
Alimentaciones a interruptores de efecto	1,50 mm <sup>2</sup>
Retornos de los interruptores de efecto	1,50 mm <sup>2</sup>
Conductor de protección	2,50 mm <sup>2</sup>

## Instalaciones con conductores aislados en cañerías

### Agrupar conductores en un mismo caño

Deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Todos los conductores de una misma línea (vivo y neutro) en monofásica o tres fases y neutro (trifásica), cuando están protegidos en un caño metálico, deben estarlo en conjunto, no individualmente. Si no fuera así el campo magnético resultante generaría calentamiento y pérdidas (efecto skin) en el caño de hierro. Debe incluirse el conductor de protección.
- b) Las líneas de circuitos seccionales que provienen del tablero respectivo deben alojarse en caños independientes. Sin embargo se admiten más de una línea seccional (tres como máximo, si provienen del mismo medidor -fase-).
- c) Las líneas de alumbrado y de tomacorrientes (usos generales, de la misma fase, pueden alojarse en una misma cañería). Las líneas de circuito de conexión fija o de circuitos especiales, deben tener cañerías independientes para cada una de ellas. Cuando decimos circuitos de conexión fija nos referimos a la alimentación de motores, bombeadores, etc., que no usan tomacorrientes, pueden ser mono o trifásicas. Cuando decimos circuitos especiales, hacemos referencia a aquellos que alimentan cargas de más de 10A a través de tomacorrientes o a la alimentación de jardines, parques, etc. Estos circuitos especiales tendrán una limitación en su potencia de alimentación ya que sus protecciones no superarán los 32A.
- d) En un mismo caño se pueden alojar como máximo:

#### Factor de corrección por agrupamiento de circuitos en un mismo caño

Circuitos máximos en un mismo caño	o número de conductores cargados	Factor	Se aplica a Tabla 771.16.I
2 monofásicos	Hasta 4	0.8	Columna 1
3 monofásicos	Hasta 6	0.7	Columna 1
2 trifásicos	Hasta 6	0.8	columna 2
3 trifásicos	Hasta 9	0.7	Columna 2

NOTA: Los conductores de protección PE no se contabilizan como conductores cargados. Los conductores neutros no se contabilizan como conductores cargados si el contenido armónico (THD) es inferior al 15%

- Carga máxima simultánea 20A.
- Número total de bocas que alimentan estos circuitos. No debe ser superior a 15 unidades.

Nota: Como el reglamento admite el uso de caños de plástico para cañerías embutidas, Norma IRAM 2206, estas limitaciones de potencia eléctrica de carga, es importante que sea respetado, por las máximas temperaturas que se permiten pueda llegar en la aislación de un conductor (PVC de mayor uso) que son de 160°C en no más de 5 seg.

Tabla I  
Temperaturas máximas en el conductor

Compuesto aislante	Operación normal °C	Cortocircuito (duración máxima 5 seg) °C	Sobrecarga de emergencia °C (1)
1) Policloruro de vinilo (PVC)	70	160	-
2) Polietileno reticulado (XLPE)	90	250	130
3) Caucho de etileno propileno (EPR)	90	250	130

(1) Durante emergencias la operación de sobrecarga no debe sobrepasar 100 horas (durante 12 meses seguidos, ni superar 500 horas durante la vida del cable).

**Conexión de conductores**

Su tecnología constructiva adquiere gran importancia dado que son los puntos de debilitación de la aislación y los lugares donde se producen la gran mayoría de las posibles fallas eléctricas. Las uniones y derivaciones de hasta cuatro conductores de secciones hasta 4 mm<sup>2</sup>, inclusive, se podrán efectuar sin elementos de conexión y se procederá conforme a lo siguiente. Se le quitará entre uno u dos centímetros a la aislación a los conductores, se los conectará retorciéndolos en sentido helicoidal inverso y se los ajustará con herramienta, posteriormente se encintarán con ida y vuelta superponiendo medio ancho de cinta por vuelta de encintado. Las conexiones de mas de cuatro conductores de más de 4 mm<sup>2</sup> deberán efectuarse por medio de borneras, manguitos de idantar o soldar (utilizando soldadura de bajo punto de fusión con decapante de residuo no ácido) u otros tipos de conexiones que aseguren por medio de documentación de ensayos en entes oficiales, su eficiencia en garantizar una continuidad eléctrica por lo menos igual a la del conductor a conectar. Para agrupamientos múltiples (más de cuatro conductores) deberán utilizarse borneras de conexión (Norma IRAM 2441).

Tipo de circuito	Designación	Sigla	Máxima cantidad de bocas	Máximo calibre de la protección
Uso general	Iluminación uso general	IUG	15	16 A
	Tomacorriente uso general	TUG	15	20 A
Uso especial	Iluminación uso especial	IUE	12	32 A
	Tomacorriente uso especial	TUE	12	32 A
Uso específico	Alimentación a fuentes de muy baja tensión funcional	MBTF	15	20 A
	Salidas de fuentes de muy baja tensión funcional	---	Sin límite	Responsabilidad del proyectista
	Alimentación pequeños motores	APM	15	25 A
	Alimentación tensión estabilizada	ATE	15	Responsabilidad del proyectista
	Circuito de muy baja tensión sin puesta a tierra	MBTS	Sin límite	Responsabilidad del proyectista
	Alimentación carga única	ACU	No corresponde	Responsabilidad del proyectista
	Iluminación trifásica específica	ITE	12 por fase	Responsabilidad del proyectista
	Otros circuitos específicos	OCE	Sin límite	Responsabilidad del proyectista

**Continuidad eléctrica del conjunto masas-conductor de protección**

La sección mínima del CP será 2,5mm<sup>2</sup>, color verde-amarillo. El cálculo de la sección debe hacerse en base a la fórmula

$$S \geq \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{K}$$

I<sub>cc</sub> = Valor de la corriente máxima prevista a tierra en A.

k = para cobre aislado en PVC = 114

k = para cobre aislado en polietileno reticulado = 142

t = tiempo en segundos de accionamiento de una termomagnética igual a 0,020seg.

El CP ingresará a la instalación por el tablero principal y se subdividirá en la bornera de tierra del mismo a cada circuito seccional. Este unirá todas las masas de la instalación con la toma de tierra.

## b- Instalaciones eléctricas temporarias en Obras de Construcción

### 1- Definición

Se consideran instalaciones eléctricas temporarias en obras, todas las necesarias para los trabajos en lugares de construcción, tanto de superficie como subterráneas.

### 2- Punto de alimentación o abastecimiento

La alimentación de la instalación deberá efectuarse desde un tablero de obra en el que se instalará un interruptor automático (interruptor principal) con apertura por corriente diferencial, siendo la intensidad nominal de la corriente de fuga no mayor a 300mA y además protección contra sobrecarga y cortocircuito. Existiendo más de un circuito se instalará además un interruptor manual y fusibles (en ese orden) o un interruptor automático con apertura por sobrecarga y cortocircuito para cada uno de ellos. Los tableros de distribución de obra serán alojados en cajas construídas con chapa de acero o de plástico IKo8 (CBox), con tapas abisagradas y de construcción adecuada para la colocación a la intemperie, IP55 a prueba de polvo y agua.

### 3- Puesta a tierra

Se deberá realizar la conexión a tierra de todas las masas de la instalación, así como las carcasas de los motores eléctricos y de los distintos accionamientos.

El sistema de puesta a tierra deberá tener una resistencia de un valor tal que no supere los 40 ohms, y una tensión de contacto menor o igual a 24V en forma permanente.

### 4- Líneas móviles

Como líneas móviles se emplearán conductores con envoltura de protección mecánica de acero.

### 5- Material de aislación

Los interruptores y tomacorrientes deberán protegerse contra daños mecánicos y además como mínimo contra goteo de agua (Protección IP43). Resistente a penetración de  $\varnothing 1\text{mm}$  y contra caída de agua a 60°G, es decir con tapa aislante de cierre a resorte.

Los aparatos de alumbrado fijos deberán protegerse contra goteo de agua y los portátiles contra salpicadura de agua (protección IP44).

### 6- Comando de las máquinas

El elemento de maniobra de cada máquina deberá instalarse en un lugar accesible a su operador.

#### Nota:

**Las condiciones de trabajo del personal de obra son en la mayoría de los casos de un elevado riesgo eléctrico. Las exigencias establecidas en los puntos 2 y 3 son fundamentales para evitar dichos riesgos y de un costo económico insignificante. En consecuencia debemos, los técnicos, los idóneos, los profesionales y los organismos de control (municipios, ENRE) vinculados a esta especialidad velar para que tales requisitos sean respetados en defensa de la vida de las personas.**



## C - Líneas de pararrayos

Para la ejecución de este tipo de instalaciones deberán seguirse, como mínimo, los lineamientos indicados en la Norma IRAM 2184.

### Instalación de la línea de parrarayo

La Norma IRAM 2184-1-1996 trata en su alcance de líneas de parrarayos de edificio hasta 60 metros de altura y en estructuras comunes.

Debe crearse un sistema completo de protección contra el rayo (spar), que consta de un sistema externo y otro interno.

El sistema externo comprende un dispositivo captor (terminal aéreo), las bajadas del mismo y un sistema de puesta a tierra.

El sistema interno comprende todos los dispositivos complementarios al externo que permiten reducir los efectos electromagnéticos de la corriente del rayo en el espacio a proteger.

Nos referiremos al sistema interno de protección estableciendo los conceptos básicos siguientes:

### 1) Equipotencialidad

Permite reducir las diferencias de potencial producidas por la corriente de la descarga atmosférica y constituye un medio muy importante para reducir el riesgo de incendio y de explosión y los riesgos de muerte por choque eléctrico.

Se consigue, conectando la armadura metálica de la estructura, la instalación metálica, los elementos conductores externos y las instalaciones eléctricas y de telecomunicación internos, mediante conductores de equipotencialidad o limitadores de sobre tensión.

### 2) Conexión equipotencial para instalaciones o equipamientos metálicos

Se realizará en los siguientes casos:

#### 2.1) Subsuelo o cerca del nivel del suelo (debajo):

Los conductores deben conectarse a una barra de conexión equipotencial, realizada y montada de forma que sea fácil de inspeccionar y deberá conectarse al sistema de tierra.

A dicha barra se unirán eléctricamente las canalizaciones de agua, gas, calefacción y parrarayo. Si las canalizaciones de gas o agua contienen uniones aisladas eléctricamente, deberán puentearse con conductores. Los conductores de conexión equipotencial tendrán una sección transversal según la tabla.

Tabla. Secciones mínimas de los conductores de conexión por los que puede circular una parte importante de la corriente de descarga atmosférica.

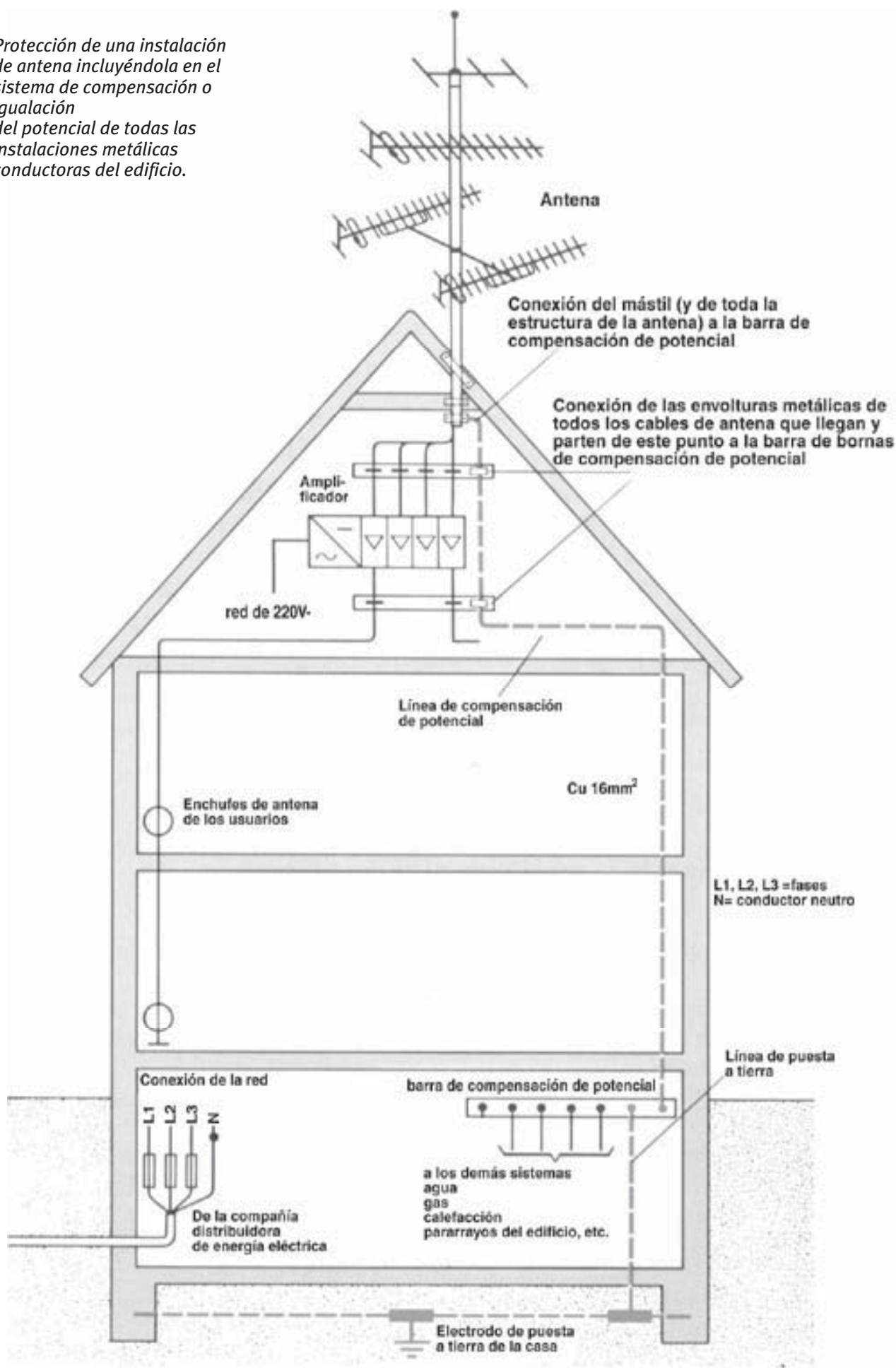
Nivel de protección	Material	Sección transversal (mm <sup>2</sup> )
Todos	Cu	16
	Al	25
	Fe	50
	Acero-Cobre	16

### 3) Sistemas de Puesta a Tierra

Desde el punto de vista de la protección contra el rayo, la mejor solución es un único sistema de puesta a tierra integrado en la estructura (por ejemplo: protección de descarga del rayo, protección de las instalaciones eléctricas de baja tensión e instalación de telecomunicaciones). La disposición del electrodo de tierra en caso de resistencias a tierra de 5 a 10 ohms, que se logra con jabalinas de 3 metros de profundidad en suelos de 15 a 20 ohms.m de resistividad, satisface los requerimientos de la protección de descarga del rayo.



*Protección de una instalación de antena incluyéndola en el sistema de compensación o igualación del potencial de todas las instalaciones metálicas conductoras del edificio.*



## Anexo A

### Pasos para el cálculo de una instalación eléctrica domiciliaria.

Para la realización del presente cálculo se tuvo en cuenta la última edición del Reglamento de la AEA. ( 3/2006)

1.- **Superficie:** Se toma como base una unidad habitacional de hasta 130m<sup>2</sup> (ver plano de figura 1).

2.- **Demanda:** La demanda máxima simultánea es no mayor de 7000 VA.

3.- **Número de circuitos:** Según el reglamento, siendo una instalación de electrificación media, será como mínimo:

- Un circuito para bocas de alumbrado.
- Un circuito para toma corriente.
- Un circuito para usos especiales o general (alumbrado o tomacorrientes).

4.- **Número mínimo de puntos de utilización o bocas para alumbrado y tomacorrientes:**

4.1- Sala de estar y comedor:

Una boca de tomacorriente por cada 6 metros cuadrados de superficie (como mínimo 2 bocas).

Una boca de alumbrado por cada 18 metros cuadrados de superficie (como mínimo 1 boca).

4.2- Dormitorio menor a 10 m<sup>2</sup> (incluye placard):

Tres bocas de tomacorrientes general.

Una boca de alumbrado general.

4.3 - Dormitorio mayor a 10 m<sup>2</sup> (incluye placard):

Tres bocas de tomacorrientes generales.

Una boca para iluminación general.

4.4- Cocina:

Tres bocas de tomacorrientes de uso general, y dos tomacorrientes (mínimo) para electrodomésticos fijos.

Dos bocas de alumbrado general.

4.5- Baño:

Una boca de alumbrado general.

Una boca de tomacorriente general.

Nota: en toilette: el tomacorriente puede cargarse al circuito de iluminación con una grabación que lo indique.

4.6- Vestíbulo:

Una boca de alumbrado general.

Una boca de tomacorriente general por cada 12 m<sup>2</sup>.

4.7- Pasillos:

Una boca de alumbrado general por cada 5 m de longitud o fracción (mínimo una boca) y para pasillos de más de 2 m..

Una boca de tomacorriente por cada 5 metros de longitud (mínimo una boca)

4.8 - Lavadero:

Una boca de alumbrado general.

Dos bocas de tomacorrientes general.

**5.- Determinación de la carga o potencia máxima consumida simultánea.****5.1-Cálculo por unidad de vivienda:**

Circuito de alumbrado N° de bocas = 13

$66\% \times 150\text{VA} \times \text{N}^\circ \text{ bocas} =$

$= 0,66 \times 150 \times 13 = 1287 \text{ VA}$

Tomacorrientes  $2200\text{VA} \times \text{toma} = 2200 \text{ VA}$

Usos especiales:  $3300 \text{ VA} \times 1 = 3300 \text{ VA}$

Total: 6787 VA

**5.2- La caída de tensión entre el origen de la instalación (acometida) y cualquier punto de la utilización no debe superar:**

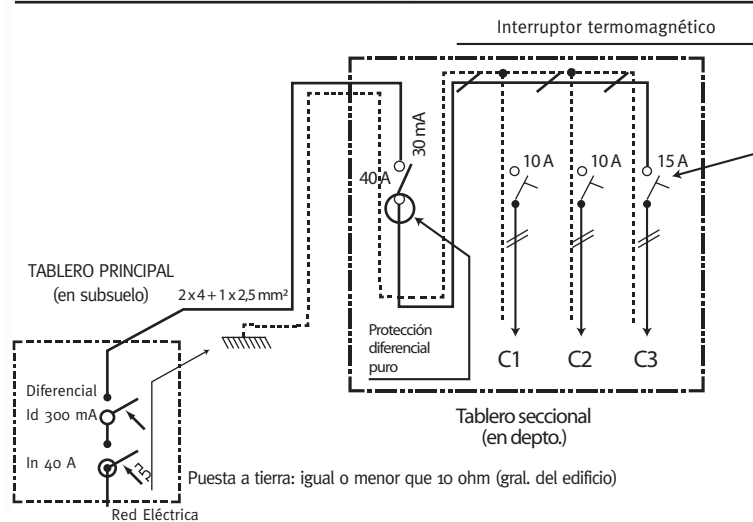
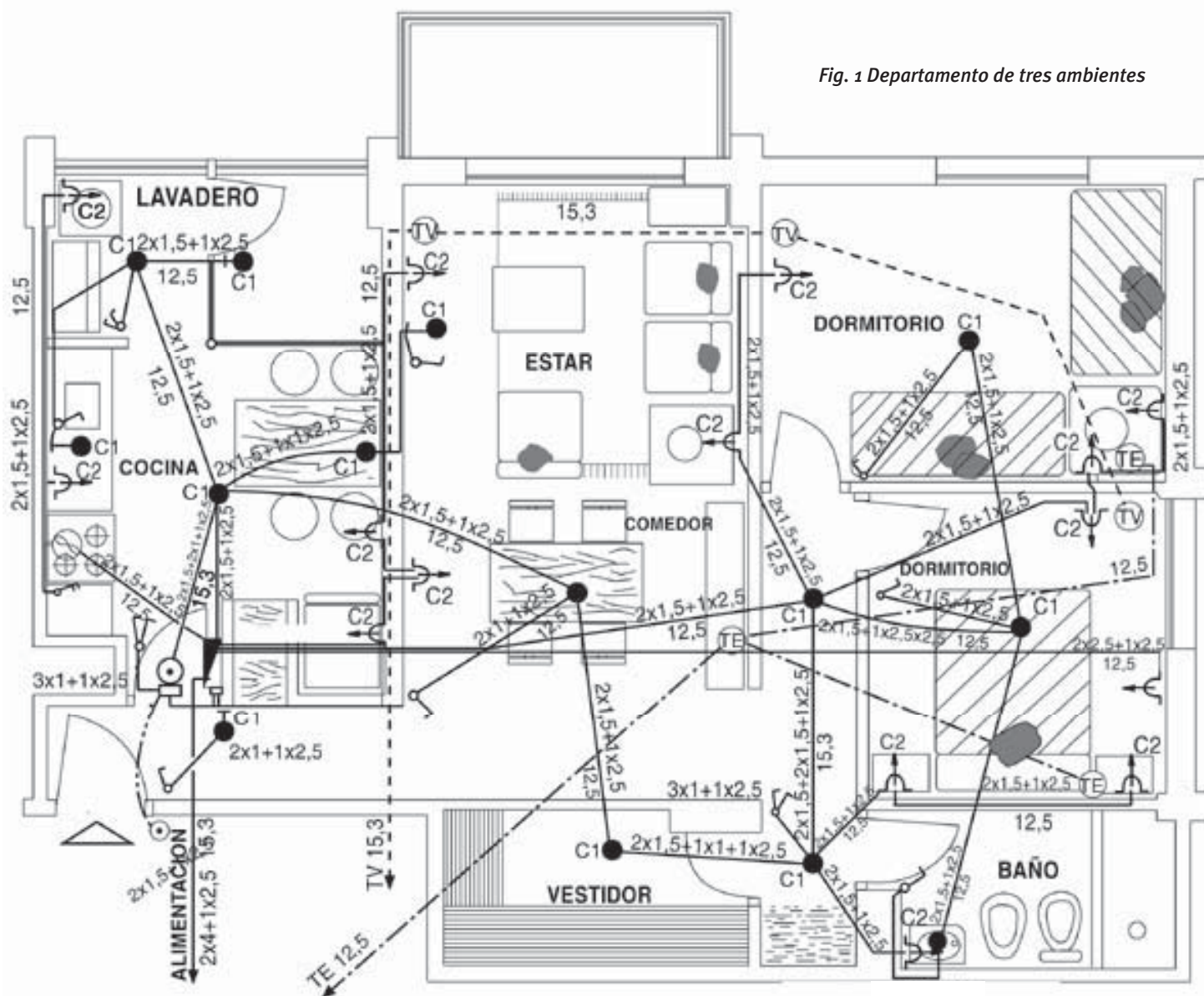
Para alumbrado = 3%

Para fuerza motriz = 5% a corriente normal

= 15% con corriente de arranque

Nota: Se calcula tomando en cuenta el consumo de todos los aparatos conectados simultáneamente.

Fig. 1 Departamento de tres ambientes



- ⋈ ACONDICIONADOR DE AIRE
- ⌋ TOMA BIPOLAR CON POLO A TIERRA
- ⌋ LLAVE INTERRUPTORA DE 1 PUNTO
- ⌋ LLAVE INTERRUPTORA BIPOLAR
- ⌋ LLAVE DE COMBINACION
- ⌋ BOCA DE PARED
- BOCA DE TECHO
- TELEFONO
- ANTENA DE TELEVISOR
- PULSADOR
- ⌋ CAMPANILLA
- EXTRACTOR
- ▬ TABLERO SECCIONAL

6.- Determinación de la sección de los conductores y las protecciones previstas para la instalación y para las personas y sus bienes.

### 6.1- Cálculo de la corriente de proyecto ( $I_p$ )

$$I_p = \frac{\text{Carga o potencia consumida}}{\text{Tensión de servicio}} = \frac{6787 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 30,85 \text{ A}$$

Nota: Considerando el incremento de consumo por aparatos como microondas y aire acondicionado de uso cada vez más frecuente en las casas-habitación, tomamos como carga general  $I_n' = 40\text{A}$ .

**6.2.a-** La sección del conductor de los distintos circuitos con consumos de 2200VA en algún tomacorriente y 3300 VA en el circuito especial (micro-ondas o similar) será de 2,5mm<sup>2</sup>, ya que esta sección cubre hasta 16 amper según los fabricantes de cables.

**6.2.b-** Respecto a las termomagnéticas de cada circuito, pueden usarse de 10A en los circuitos normales y de 15A en los especiales, con lo cual actuarán en caso de sobrecargas del 45%, no comprometiendo la temperatura de la aislación del conductor.

**6.2.c-** Respecto de la termomagnética del tablero principal (ubicado en el subsuelo) será de una intensidad nominal de 40A, con valores de sobrecorrientes de larga duración de 1,45  $I_n$  para actuar y de 5 a 10 veces la  $I_n$  en el caso de cortocircuitos de aparatos o similares.

**6.2.d-** Respecto de la corriente de cortocircuito ( $I_{cc}$ ) que se prevee debe abrir el interruptor principal y no será menor de 3000A.

Nota: Si la cercanía de un transformador de la compañía suministradora al tablero principal hace que la impedancia de cortocircuito sea baja, se deben prever interruptores termomagnéticos de  $I_{cc} = 6000\text{A} = 6\text{KA}$  (ver Anexo K)

**6.2.e-** Se coloca en el tablero principal como exige la nueva reglamentación de la AEA 3/2006, 1 diferencial de 300 mA,  $I_n = 40 \text{ A}$ .

**6.2.f-** En base a la fórmula de disipación de calor de un cable en el momento del cortocircuito sin que se afecte su aislación y tomando en cuenta la apertura del mismo en medio ciclo (10ms), o sea termomagnéticos que abren por el pasaje de cero de la onda de corriente:

$$S \geq \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{K}$$

Para  $I_{cc}$  (de cortocircuito) = 3000A

$t = 10\text{ms}$

$K =$  coeficiente térmico del cobre aislado en PVC = 114

$$S \geq \frac{3000 \sqrt{10^{-2}}}{114} = \frac{300}{114} = 2,63\text{mm}^2$$

Lo cual indica que las secciones de 2,5mm<sup>2</sup> son las correctas.

## 7.- Selectividad de las protecciones

Siendo que los circuitos C2 y C3 pueden ser afectados por cortocircuitos en aparatos a ellos conectados y también por fugas de corriente a tierra, a fin de evitar que toda la instalación quede sin tensión se protege a estos dos circuitos con diferencial de 30mA, 40A y 30ms y al principal por 300mA, 40A y 100ms.

Nota: La selectividad se logra por valor de corriente de disparo que es lo que declaran los fabricantes.

## 8.- Instalación de puesta a tierra.

**8.1-** La puesta a tierra debe hacerse próxima al tablero principal y con valor de 10 a 5 ohms preferiblemente. Ello se logra con una jabalina de acero-cobre de  $\varnothing 16\text{mm}$  y 1,5m de altura en la tierra, conectándose al tablero principal con un cable de  $10\text{mm}^2$  (en nuestro caso).

**8.2-** El conductor de tierra (verde-amarillo de  $4\text{mm}^2$ ) debe tenderse desde el tablero principal al tablero de la vivienda (seccional) y desde allí a los diferentes circuitos con cable de  $2,5\text{mm}^2$  hasta los tomacorrientes.

Nota: De esta manera y así solamente se garantiza que en el caso de defecto de la aislación de los aparatos de clase I (con carcasa metálica, por ejemplo: lavarropas, heladera, freezer, etc.), la descarga eléctrica circulará a través del conductor de protección de puesta a tierra y accionará el interruptor diferencial, abriendo el circuito.

En el caso de estar sólo el interruptor diferencial, la corriente de falla por defecto de aislación circula a través de la persona, con efectos muy dolorosos en el caso de pisos mojados y pies desnudos.

## Anexo B

## Determinación de la sección del conductor de una instalación eléctrica y su protección térmica.

## Protección Térmica

**Ejemplo I: Electrificación mínima - 3500 VA**

1er. Paso: Se calcula la corriente del proyecto (IP)

$$I_p = \frac{\text{Potencia consumida}}{\text{Tensión}} \left( \frac{\text{VA}}{\text{V}} \right) = \frac{3500}{220} = 15,9 \text{ A}$$

2do Paso: Se elige la corriente nominal de la termomagnética, igual ó mayor que IP. Elegimos  $I_n = 16\text{A}$

3er. Paso: Se entra en la tabla - (cables sin envoltura) y se elige una  $I_c$  igual ó mayor a la  $I_n$  (de la termomagnética). Se elige  $I_c = 18\text{A}$  que corresponde a 2,5mm<sup>2</sup> - Tabla 771.16.1 (X3).

4to. Paso: Se deben cumplir las dos condiciones que fija el Reglamento de Instalaciones de la AEA.

$$1 \text{ } I_p \leq I_n \leq I_c$$

$$2 \text{ } I_{\text{Fusión de la protección}} \leq 1,45 \text{ } I_c$$

Según los valores adoptados de corriente

$$\begin{array}{ccccccc} I_p & < & I_n & < & I_c & & \\ 15,9\text{A} & < & 16\text{A} & < & 18\text{A} & & \text{- correcto} \end{array}$$

$$I_{\text{Fusión de la térmica}} = 1,45 \text{ } I_n = 1,45 \cdot 16\text{A} = 23,2\text{A}$$

e

$$1,45 \cdot I_c = 1,45 \cdot 18\text{A} = 26,1\text{A}$$

Se cumple que  $23,2 \text{ A} < 26,1 \text{ A}$  - correcto

El conductor va a ser recorrido por 23,2 A y la protección térmica cortará la corriente antes de 1 hora.

No comprometiendo la vida del aislante.

**Ejemplo II: Incorrecta elección de la protección térmica del conductor.**

Si hubiésemos elegido una  $I_n = 20\text{A}$  en lugar de 16A, la ecuación 1 quedaría  $15,9 \text{ A} < 20\text{A} > 18\text{A}$  Incorrecta y en la ecuación 2

$$I_{\text{Fusión ó corte térmico}} = 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 20\text{A} = 29\text{A}.$$

En cambio el cable que debería soportar

$1,45 \cdot I_c = 1,45 \cdot 18 \text{ A} = 26,1$  y cortarse la corriente antes de 1 hora, se sobrecargará hasta 29A, superando los 70°C que se fijan para una aislación de PVC. (Ley de los 10°C de Montsinger) **y además con el interruptor de  $I_n = 20\text{A}$  puede circular una corriente de 1,13  $I_n = 22,6 \text{ A}$  y el Interruptor de Protección no cortará en ningún tiempo.**



## Protección magnética contra cortocircuitos (corta duración)

Conceptos.

La  $I_{cc}$  [KA] es la corriente de corto circuito del interruptor.

## Protección contra cortocircuitos (corta duración)

Conceptos.

La  $I_{cc}$  [KA] del interruptor termomagnético debe ser mayor que la  $I_{cc}$  máxima que pueda ocurrir en el punto donde se lo instale (corriente presunta).

$$S \text{ mm}^2 \geq \frac{I_{cc} \text{ max} \cdot \sqrt{t \text{ (seg)}}}{K}$$

$$0 < t < 5 \text{ seg}$$

$$K = 114 - \text{Cobre}$$

$$K = 74 - \text{Aluminio}$$

Ejemplo 1

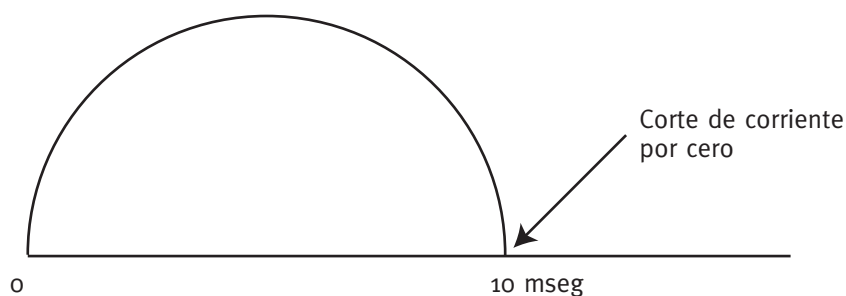
$$I_{cc} = 3000 \text{ A}$$

$$S = \frac{3000 \cdot \sqrt{0,01}}{114} = 2,6 \text{ mm}^2$$

Ejemplo 2

$$I_{cc} = 6000 \text{ A}$$

$$S = \frac{6000 \cdot \sqrt{0,01}}{114} = 5,2 \text{ mm}^2$$





Incorrecta interpretación de la protección magnética.

Clase del interruptor = C

Actúa entre:  $I_n \times 5$  e  $I_n \times 10$

Ejemplo

$I_n$ (A)	Interrumpe entre
15	$5 \times 15 = 75$ y $10 \times 15 = 150$ A
20	$5 \times 20 = 100$ y $10 \times 20 = 200$ A
30	$5 \times 30 = 150$ y $10 \times 30 = 300$ A

y lo hace en 100 mseg = 0,1 seg con un interruptor de 30 A - Tipo C - cortará el 100% en  $10 \times 30 = 300$  A

**Error:**

$$S = \frac{300 \cdot \sqrt{0,1 \text{ seg}}}{114} = 0,88 \text{ mm}^2$$

Nota:

En lugar de tomar la  $I_{cc}$  **KA** se toma la corriente de disparo de  $10 I_n$ .

**Correcto:**

$I_{cc}$ Presunta A	Sección mm <sup>2</sup>	Sección Normalizada mm <sup>2</sup>
3000	2,61	2,50
4500	3,95	4,0
6000	5,26	6,0

## Anexo C

## Conocimientos básicos de la protección de estructuras contra descargas eléctricas atmosféricas.

Referencias: Norma IEC - 61024-1-2 1era.  
Edición - 5/1998  
Norma IRAM - 2184-1/11/96

**Introducción:** Debe tenerse en cuenta, que un sistema de protección contra descargas eléctricas atmosféricas no puede impedir la formación de rayos. Además tal sistema no garantiza en forma absoluta la protección de la vida, bienes y estructura, pero sí, reducirá en forma significativa el riesgo de los daños producidos por el rayo.

**Definiciones:**

1) Sistema de Protección contra el Rayo (Spqr): Es un sistema completo que permite proteger una estructura contra los efectos del rayo; consta de un sistema externo y de un sistema interno de protección contra el rayo.

NOTA: En casos particulares, un Spqr podrá estar formado solamente por un sistema externo o por un sistema interno.

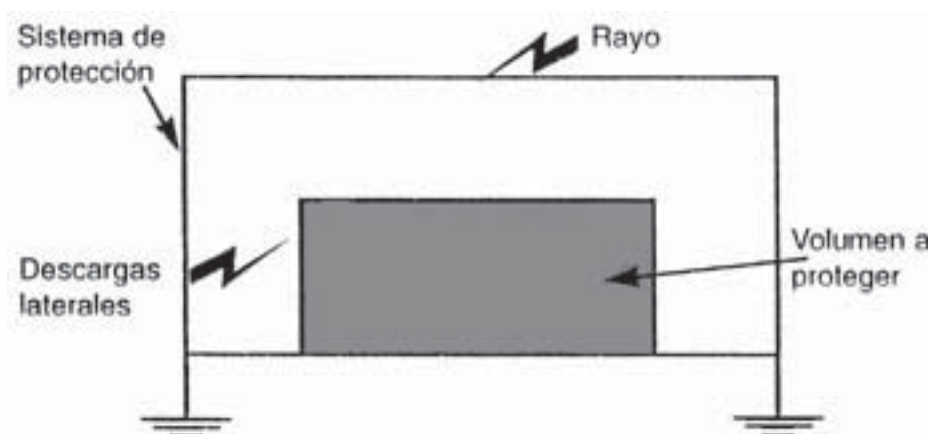
**A) Sistema Externo:** Comprende un dispositivo captor (terminal aéreo), las bajadas y un sistema de puesta a tierra.

**B) Sistema Interno:** Comprende todos los dispositivos complementarios al anterior (A) con el objeto de reducir los efectos electromagnéticos (voltajes inducidos) de la corriente de rayo dentro del espacio a proteger.

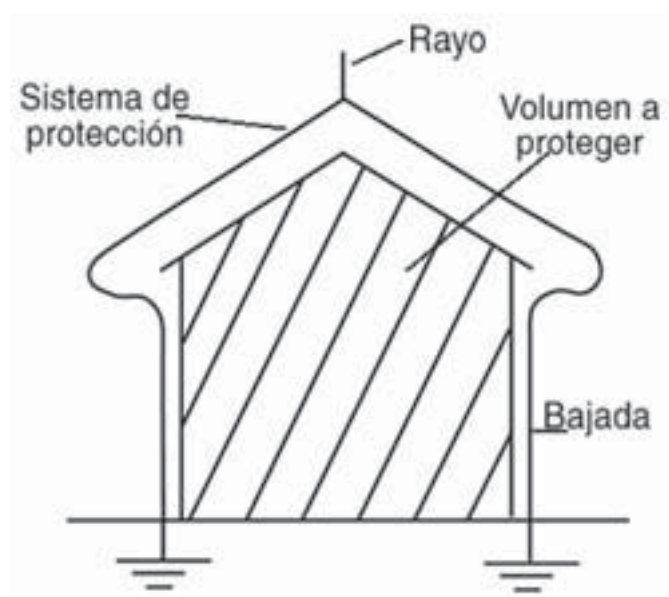
## 1) Tipos de Instalación de Protección en relación al volumen a proteger

**a) Sistema de Protección separado del volumen a proteger.**

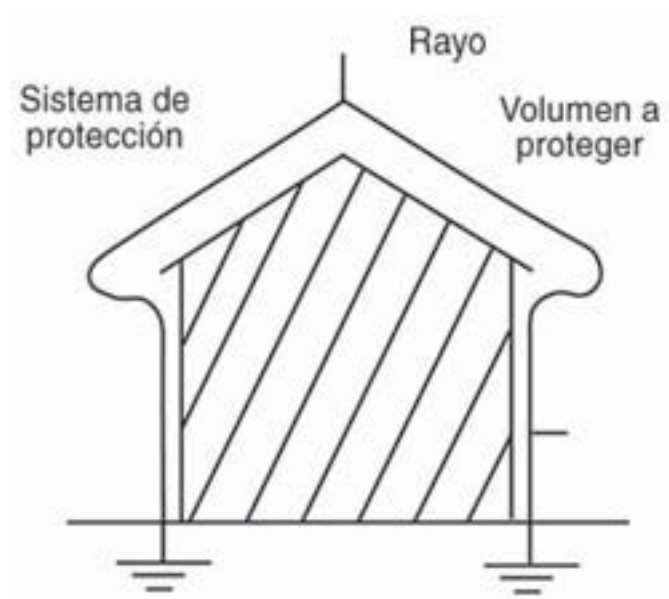
Los captosres y las bajadas están ubicados de tal manera que el trayecto de la descarga no tiene ningún contacto con el volumen a proteger **y evita las descargas laterales**.

**b) Sistema de protección parcialmente separado del volumen a proteger.**

Los captosres están ubicados de tal manera que el trayecto de la descarga atmosférica no tiene ningún contacto con el volumen a proteger **e impide las descargas laterales**, pero sin que los conductores de bajada estén aislados (separados) de tal volumen.



Sistema de protección No aislado del volumen a proteger.



NOTA: Descarga Lateral: Es la descarga de corriente que se manifiesta por el efecto de la diferencia de potencial eléctrico producido por la corriente del rayo.

## A- Sistema Externo de Protección contra el Rayo:

**Dispositivos Captor:** La probabilidad de que un rayo penetre en el espacio a proteger se reduce considerablemente con la presencia de un dispositivo captor bien diseñado.

Se pueden formar por cualquier combinación:

- 1) Varillas con puntas captoras.
- 2) Conductores horizontales tendidos, captores.
- 3) Mallas de conductores captores.

**A1) Colocación del captor:** Para el diseño de este se debe tomar el método del:

### A1-1- Ángulo de Protección

#### A1-2- Esfera Rodante o ficticia. Como principales

Las consideraciones a tomar son:

El método del **Ángulo de Protección** se usa para estructuras simples y pequeñas (no mayor de 20mt) El método de la Esfera Rodante es usado para estructuras complejas y más altas.

#### A1-1-Método de Protección en base al ángulo $\alpha$

Los captosres tales como; varillas, mástiles o alambres deberán ser posicionados tal que todas las partes de la estructura a ser protegidas estarán interior a la envoltura superficial generada por la proyección de los puntos de los captosres al plano de referencia (tierra) en un ángulo  $\alpha$  respecto a la vertical en todas las direcciones ver figuras 1, 2, 3a ,3b ,4.

El ángulo  $\alpha$  debe cumplir con tabla N°1

Siendo H la altura desde la parte superior del captor hasta la superficie sobre la que se asienta la estructura a proteger.

El ángulo  $\alpha$  es diferente para distintas alturas del captor hasta la superficie a ser protegida (Fig. 4).

Las Figs. 3 y 5 son para sistemas de protección aislados y las Figs.6 y 7 son para sistemas de protección no aislados.

Es posible decir que:

Un sistema de captor con varillas conductoras es preferible para un sistema de protección aislado y para estructuras simples o dimensiones pequeñas. **La altura de Captosres no aislados** de la estructura a proteger deberá ser **menor de 2 a 3 mts.**

#### Diseño de bajada de conductores:

La elección del N° y posición de los conductores de bajada deberá ser tomada en cuenta por el hecho, que si la corriente del rayo es distribuida en varios conductores a tierra, el riesgo de la descarga lateral y, los efectos electromagnéticos interiores en la estructura son reducidos.

Los conductores de bajada deberán ser de manera uniforme ubicados a lo largo del perímetro de la estructura a proteger. Una mejora en la distribución de corriente se logra por anillos de interconexión entre las distintas bajadas.

**Es deseable que las bajadas sean ubicadas tan lejos como sea posible de los circuitos internos y partes metálicas para evitar la necesidad de uniones equipotenciales con el sistema de protección.**

Se debe aplicar:

- 1) Conductores de bajada lo mas corto posibles.
- 2) La distancia promedio entre ellas se aprecia en tabla 3.
- 3) En las estructuras con aleros la distancia de seguridad deberá ser  $S > 2,5 + d$ . (mt.) para evitar la descarga a la persona.

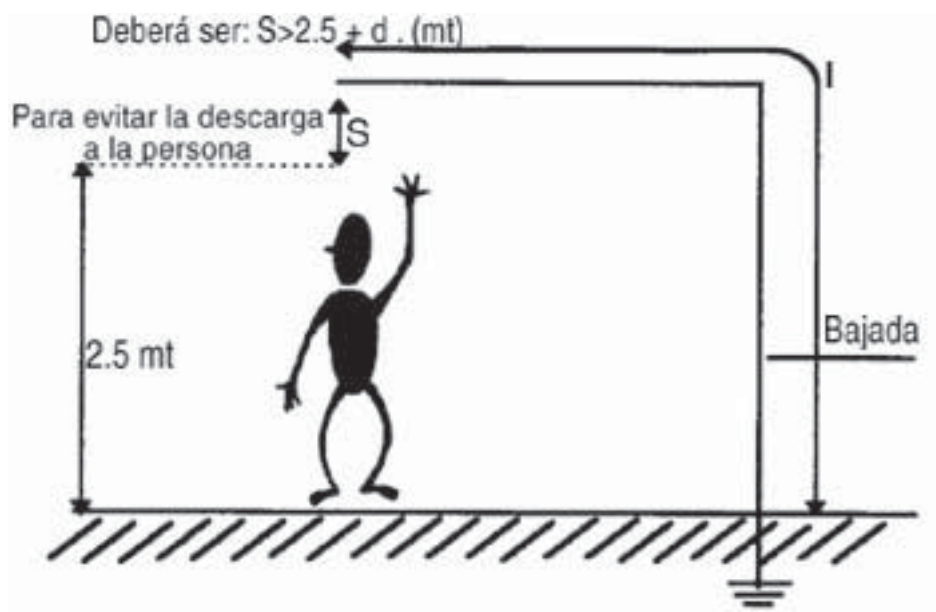


Tabla 3: Distancia entre conductores de bajada de acuerdo al nivel de Protección

Nivel de Protección	Distancia (m)
I	10
II	15
III	20
IV	25

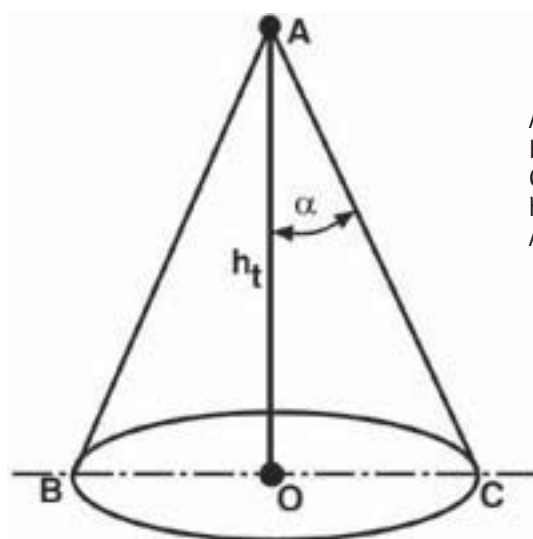


Fig. 1:  
Espacio de protección dentro del cono generado por un simple captor A.

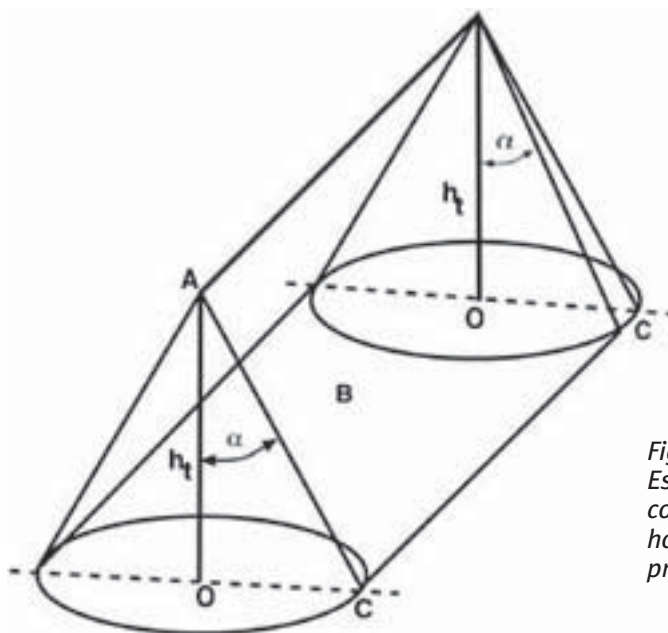
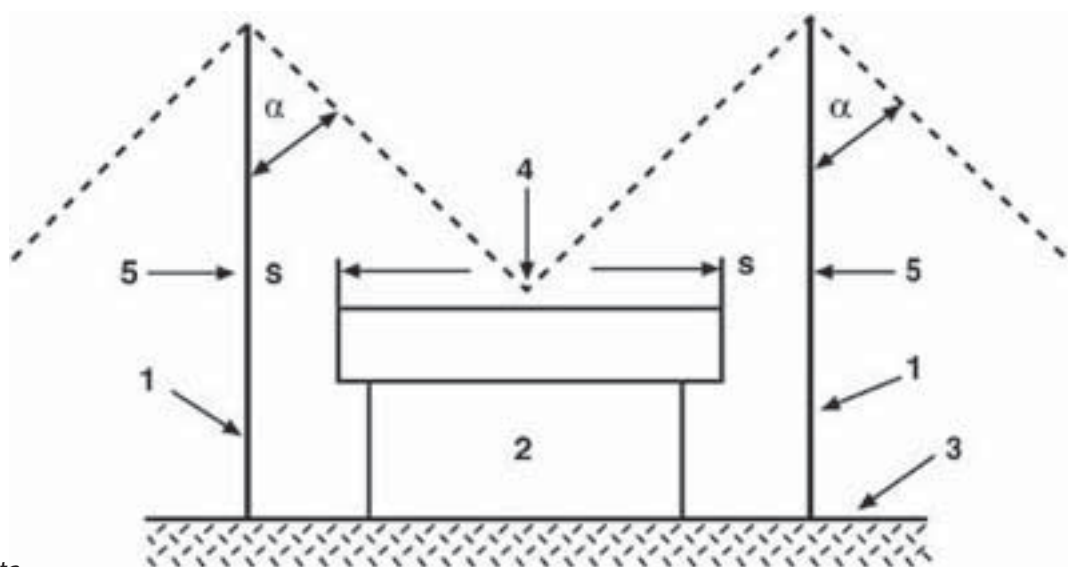


Fig. 2:  
Espacio protegido generado por un  
conductor  
horizontal de acuerdo al ángulo de  
protección que cumple con la tabla 1.



- 1 Captor de asta
- 2 Volumen a proteger
- 3 Plano de referencia
- 4 Intersección de los dos conos de protección.
- 5 Separación de seguridad de acuerdo a IEC  $\alpha$  Ángulo de protección

Fig. 3a:  
Corte del volumen de protección en un plano vertical al paso.

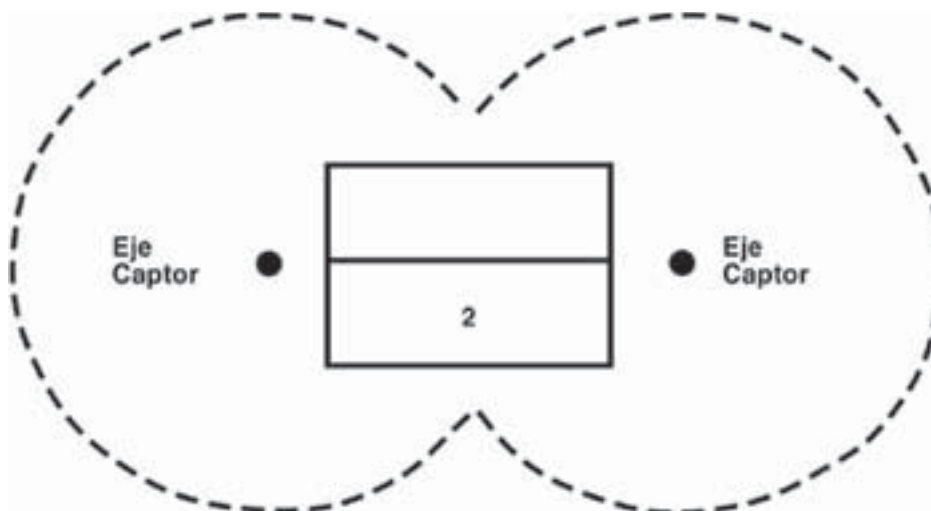
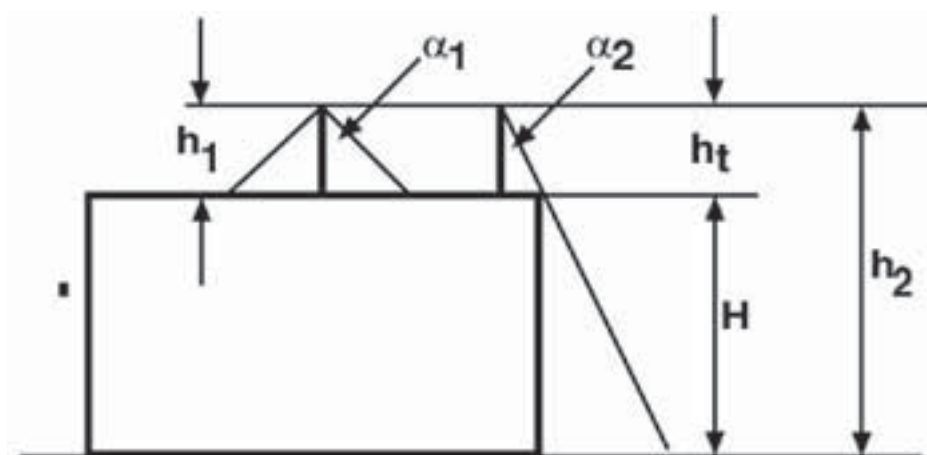
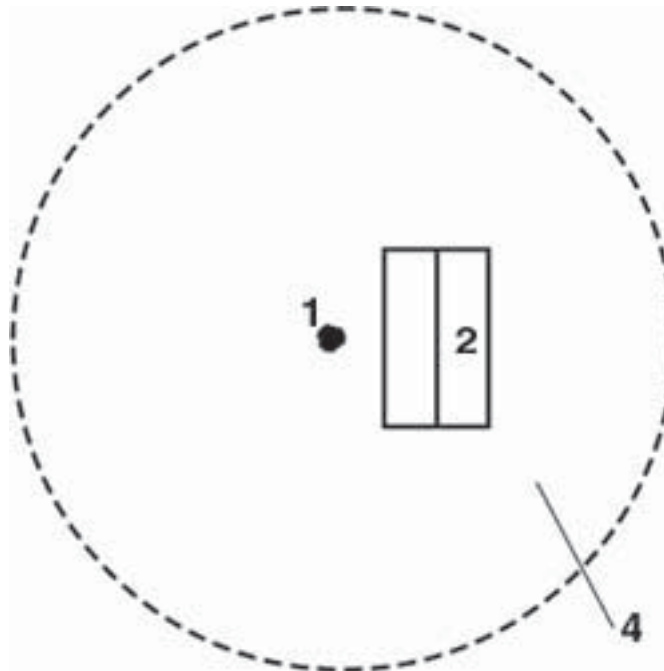
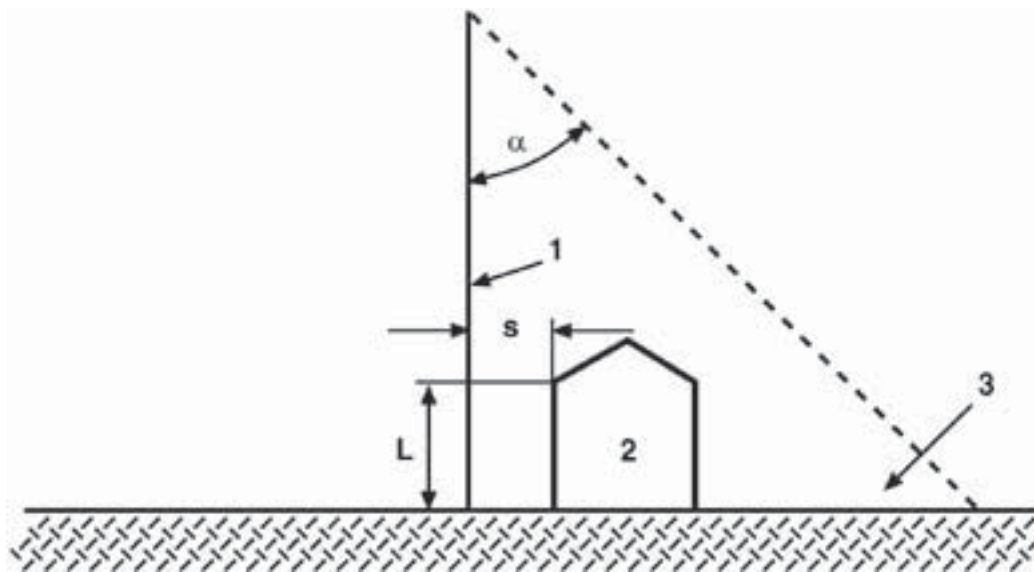


Fig. 3b:  
Proyección del volumen en el plano del piso. Sistema de protección externo usando (2) dos captosres verticales de acuerdo al ángulo  $\alpha$  de protección.



$h_1$  es la altura física del captor aéreo

NOTA: El ángulo  $\alpha$  de protección 1 corresponde a la altura del captor  $h_1$ , sobre la superficie del techo.  
El ángulo  $\alpha$  de protección 2 corresponde a la altura sobre el suelo,  $h_2 = h_1 + H$

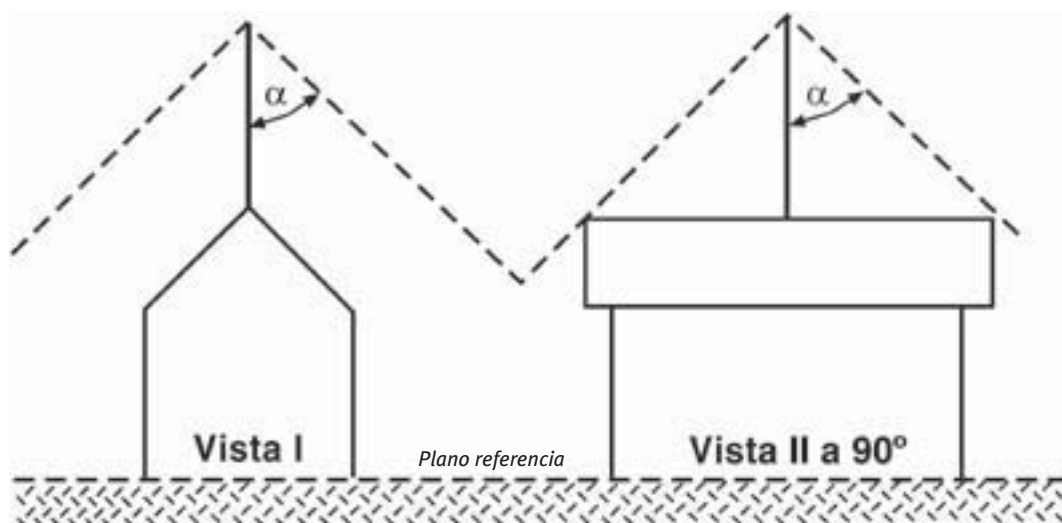


- 1 Mástil de captor.  
 2 Estructura a proteger.  
 3 Plano de referencia.  
 4 Área de protección sobre el suelo.  
 L Longitud para hallar la distancia de seguridad.  
 Ángulo de protección.  
 s Distancia de separación de acuerdo a  $s \geq d = K_i K_c \cdot L$  (m)

NOTA: El mástil se instalará tal que la estructura completa esté dentro del captor de protección.

*Fig. 5:  
Sistema de protección aislado usando un mástil como captor.*

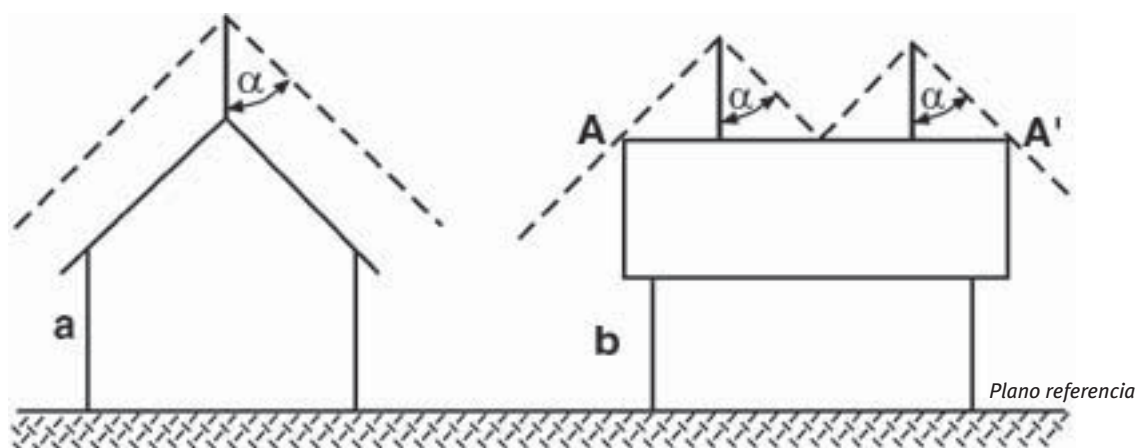




Angulo de protección =  $\alpha$

La parte superior del captor no será más alto que el valor dado en Tabla 1, sumado el suelo como referencia.

Fig. 6:  
Ejemplo del diseño de un Sistema de Protección no aislado sobre una estructura de techo usando el criterio del ángulo  $\alpha$



Angulo de protección =  $\alpha$

La estructura completa (a y b) deberá ser interna al cono de protección que produce el captor.

Fig. 7:  
Ejemplo del diseño de un Sistema de Protección no aislado con captor tipo asta de acuerdo al método del ángulo de protección ( $\alpha$ )

## Aplicación del Método de la Esfera Ficticia

Este método deberá usarse cuando la altura (h) del captor al plano de referencia es mayor que el radio de la esfera ficticia (R) según la siguiente **Tabla Nº1**

Nivel de protección	h(m) R (m)	20	30	45	60
		$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$
I	20	25	-	-	-
II	30	35	25	-	-
III	45	45	35	25	-
IV	60	55	45	35	25

Aplicando este método, el posicionamiento de un captor es correcto sí, ningún punto del espacio a ser protegido está en contacto con la esfera de radio R(m), cuando esta rueda hacia la tierra alrededor y sobre la parte superior de la estructura en todas las direcciones posibles. Por lo tanto la esfera tocará solamente la tierra y/o el sistema captor.

Los conductores captosres del Rayo serán colocados en todos los puntos ó segmentos de la estructura a proteger en contacto con la esfera ficticia. **Ver figura A1.**

**Las figuras 11. 12** muestran la aplicación de la esfera rodando en diferentes estructuras.

**Las figuras 14, 15, 16 y 17** ejemplifican casos de la tabla 1.

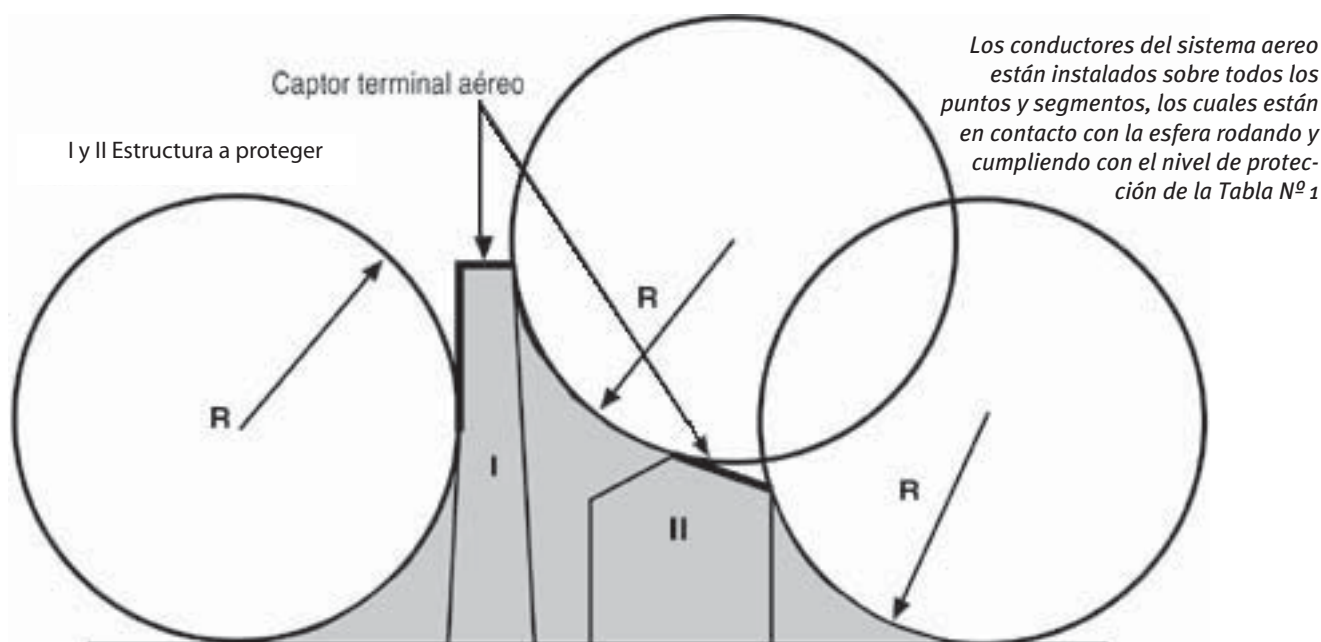
**La Fig. 14** muestra un edificio de 45mts. de altura (I) en donde al hacer rodar la esfera de R=20m hasta tierra, nos pone en contacto con la misma la zona marcada en trazo grueso, que debe por lo tanto ser cubierta con captosres, conductores y bajadas a tierra. Con ello logramos el nivel I de protección.

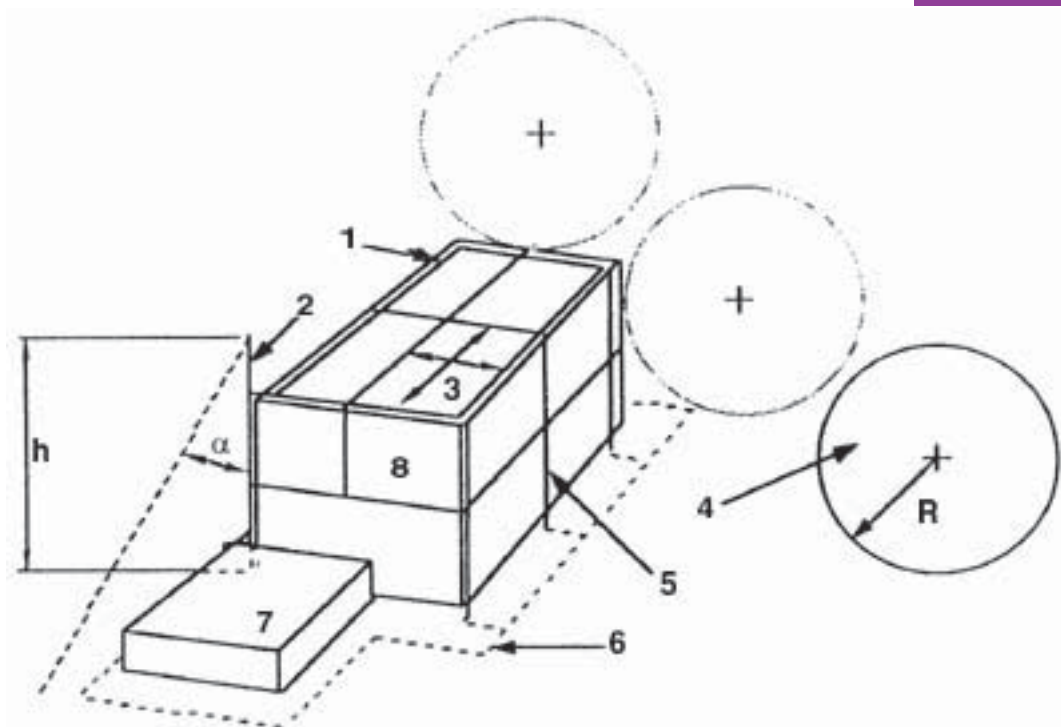
**La Fig. 15** muestra el mismo edificio en donde le hacemos rodar la esfera de R=30m hasta tierra y nos pone en contacto una zona menor, que debe ser cubierta con captosres conductores y bajadas a tierra. Con ello logramos un nivel de protección inferior al anterior caso o sea el nivel II.

**La Fig. 16.** muestra un edificio de 60m de altura (I) en donde al hacer rodar la esfera de R=20m hasta la tierra nos pone en contacto 40m de altura, que deben ser protegidos para lograr el nivel I de protección.

Si protegieramos con una esfera de R=30m y la hacemos rodar hacia la tierra, la zona protegida abarca 30m de altura del edificio, el resto debe cubrirse con captosres conductores a tierra, pero el nivel de protección alcanzado será el II.

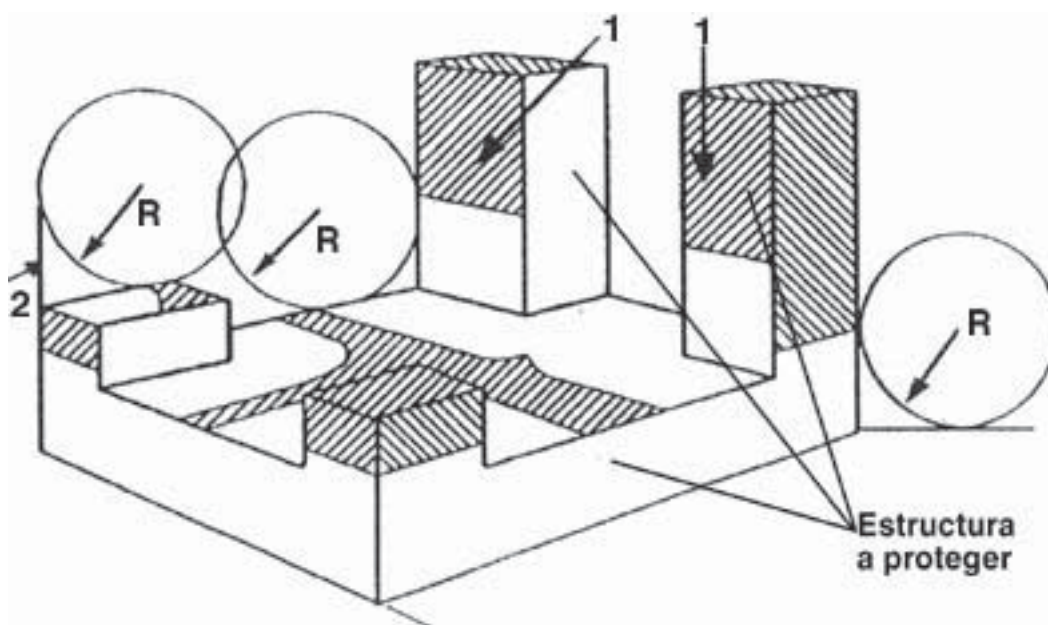
Figura A1





- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1. Alambre de intercepción del rayo - | 2. Mástil de intercepción del rayo -                  |
| 3. Tamaño de la malla de protección - | 4. Esfera redonda -                                   |
| 5. Conductor de bajada -              | 6. Electrodo de tierra -                              |
| 7 y 8. Estructura a proteger          | h. Altura del terminal aéreo sobre el nivel de tierra |
| α. Ángulo de protección               | R. Radio de la esfera de acuerdo a la tabla I         |

*Fig. 11:  
Estructura general de elementos captadores (1, 2 y 3). diseño de un sistema de captor de acuerdo al método de la esfera ficticia.*



- |   |
|---|
| 1. La zona sombreada que está expuesta a los rayos es la que necesita protección de acuerdo a Tabla N°1 |
| 2. Mástil sobre la estructura.  |
| R. Radio de la esfera según Tabla 1   |

*Fig. 12*

Ejemplo de Tabla 1

$h=45\text{m}$

$R=20\text{m}$

Nivel de protección

I= Edificio a proteger

Ancho= 10m

alto=45m

Nota: Zona de protección con captores, mayor que en el Nivel II

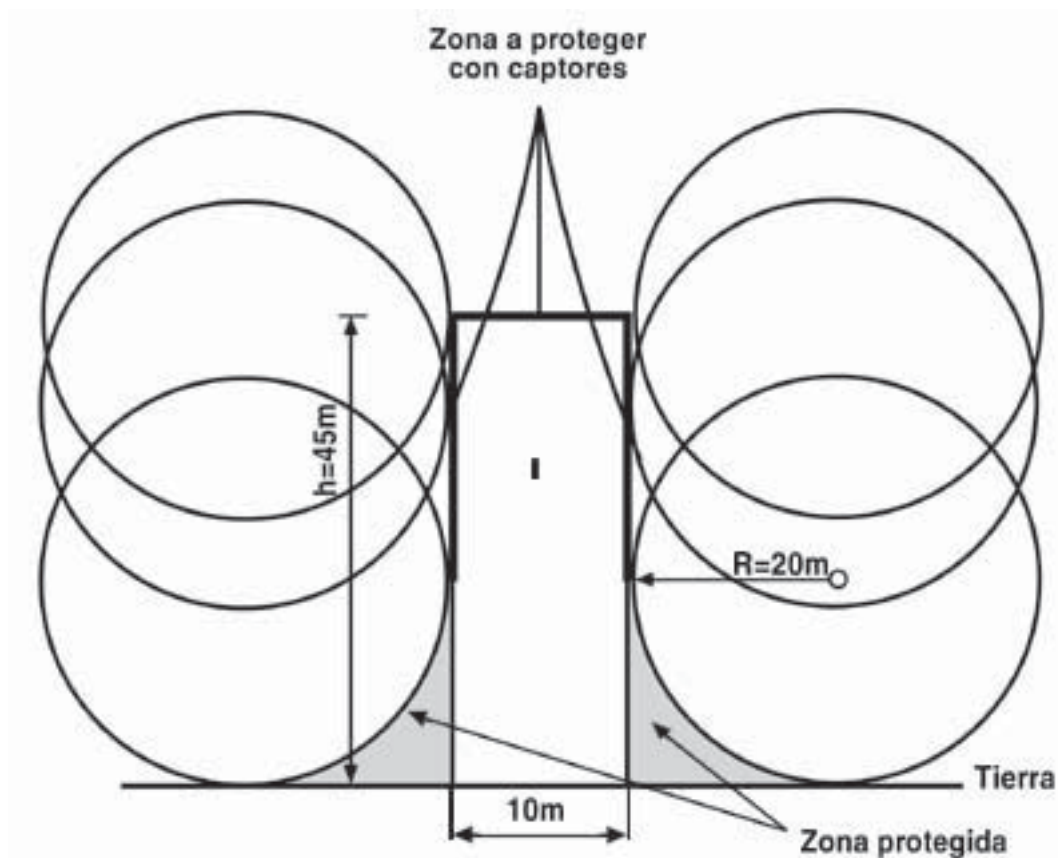
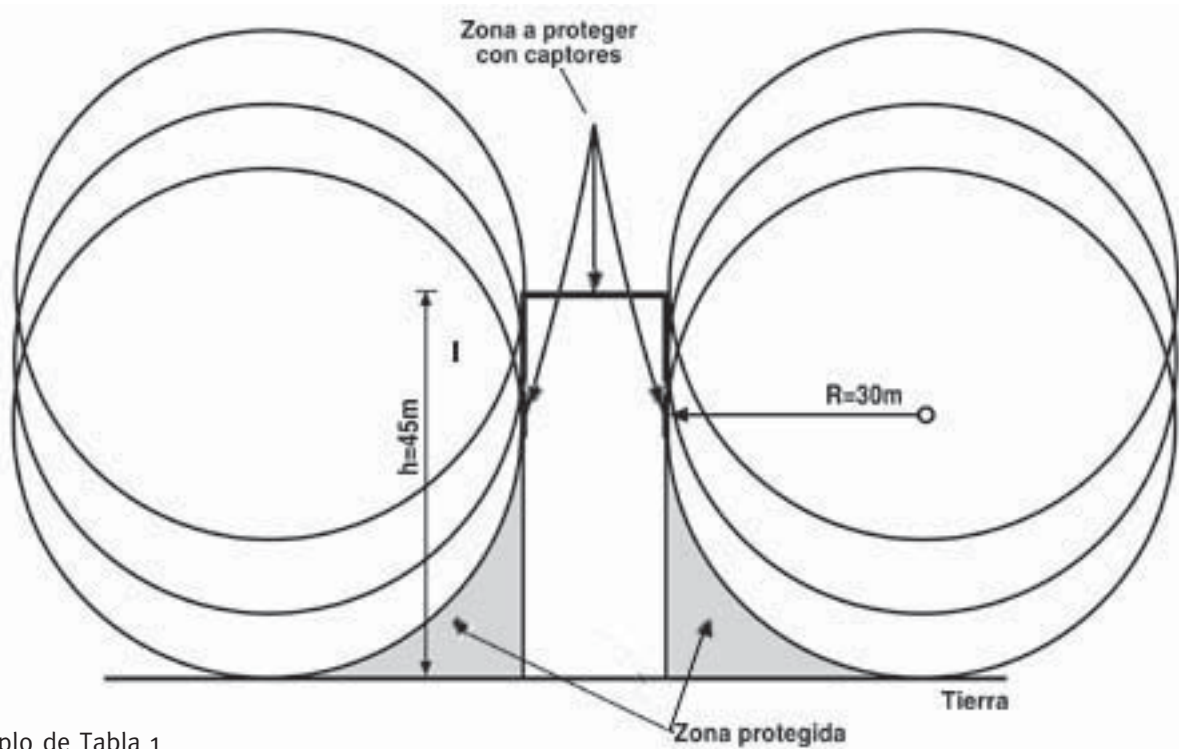


Fig. 14



Ejemplo de Tabla 1

$h=45\text{m}$

$R=30\text{m}$

Nivel de protección

I= Edificio a proteger Ancho= 10m

alto=45m

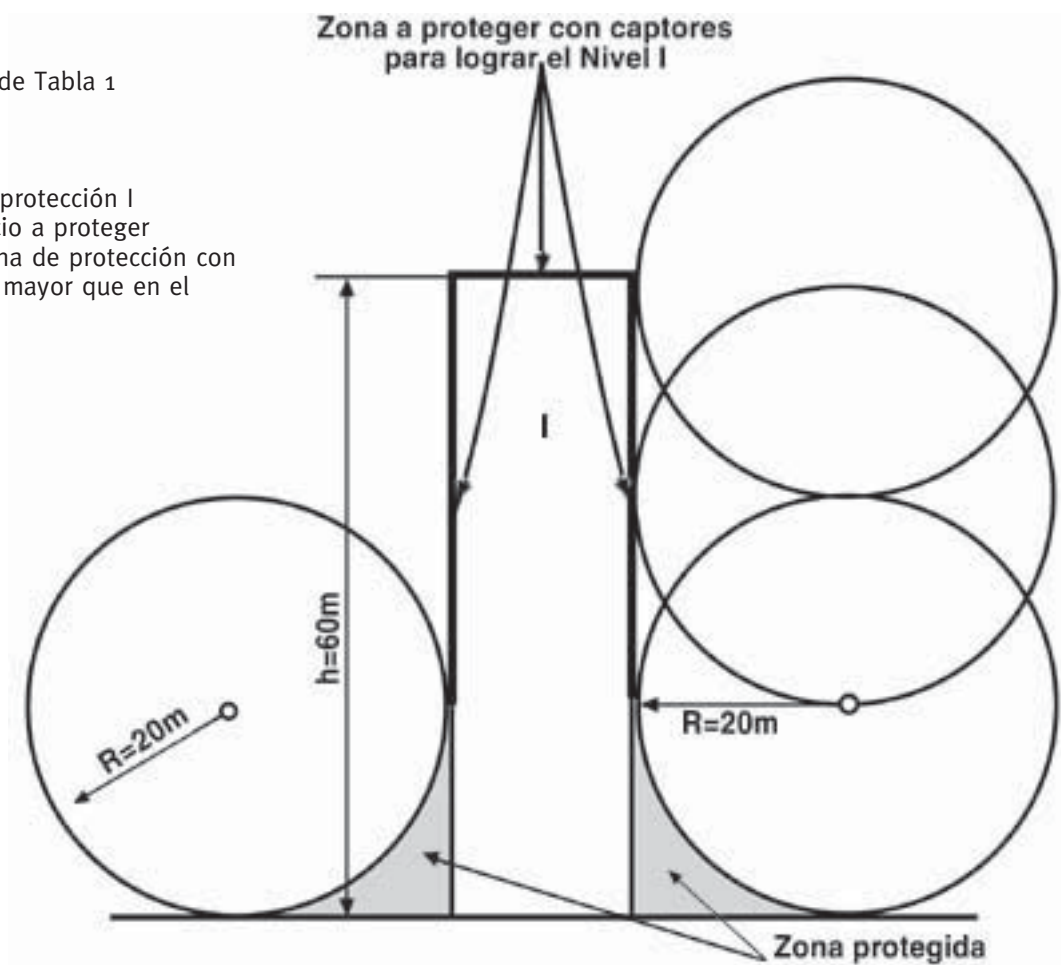
Fig. 15



Ejemplo de Tabla 1  
 $h=60\text{m}$   
 $R=20\text{m}$

Nivel de protección I  
 I = Edificio a proteger  
 Nota: Zona de protección con  
 captosres mayor que en el  
 Nivel II

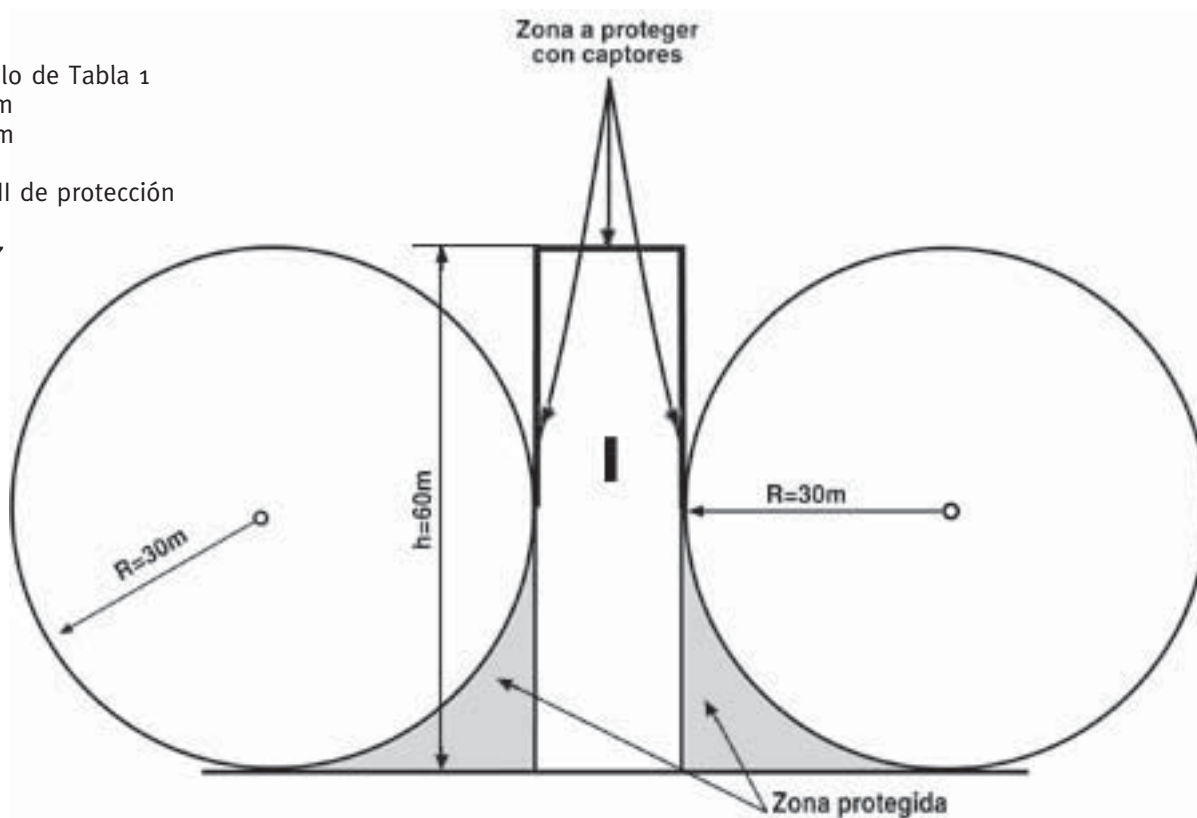
Fig. 16



Ejemplo de Tabla 1  
 $h=60\text{m}$   
 $R=30\text{m}$

Nivel II de protección

Fig. 17



## B - Sistema Interno de Protección contra el Rayo

## A) Conexión Equipotencial

## Concepto Generales

La equipotencialidad constituye un medio muy importante para reducir el riesgo de incendio, de explosión y los riesgos de muerte por el choque eléctrico producido en el espacio a proteger.

Se obtiene la equipotencialidad conectando el Sistema Externo de **Protección contra el Rayo** con:

- La estructura metálica del edificio.
- Las instalaciones metálicas.
- Los elementos conductores externos.
- Las instalaciones eléctricas y de Telecomunicación.
- Cañería de agua. Por medio de conductores eléctricos o limitadores de sobretensión.

Si no se instala una protección externa contra el rayo se dispondrá de uniones equipotenciales entre los puntos antes mencionados pero se necesita protección contra los efectos del rayo a través de limiyadores de sobretensión en las acometidas y tableros principales.

## I) Conexión Equipotencial para Instalaciones o Equipamientos Metálicos.

Se realiza en los casos siguientes:

## A) En el subsuelo o cerca del nivel del suelo:

La barra de compensación de Potencial debe conectarse al sistema de tierra. Para estructuras grandes se podrán montar varias barras de compensación interconectadas entre sí.

## B) Donde la distancia (s) de una parte metálica hasta el conductor de bajada de protección a tierra, sea inferior a (d) distancia de Seguridad.

$$d = k_i \cdot \frac{kc}{km} \cdot L \text{ (m)}$$

$k_i$ : Depende de Sistema de Protección elegido

Nivel de Protección	$K_i$
I	0,10
II	0,075
III y IV	0,050

$kc$ : Depende de la geometría de las partes metálicas estructurales, que posibilitan, la descarga del Rayo a tierra, no solo a través del equipamiento metálico, sino también de otros caminos de la estructura conductora a tierra. Estos valores han sido calculados para distancias de los conductores de bajada entre sí de 20m en: Fig. 3, 4, 5.

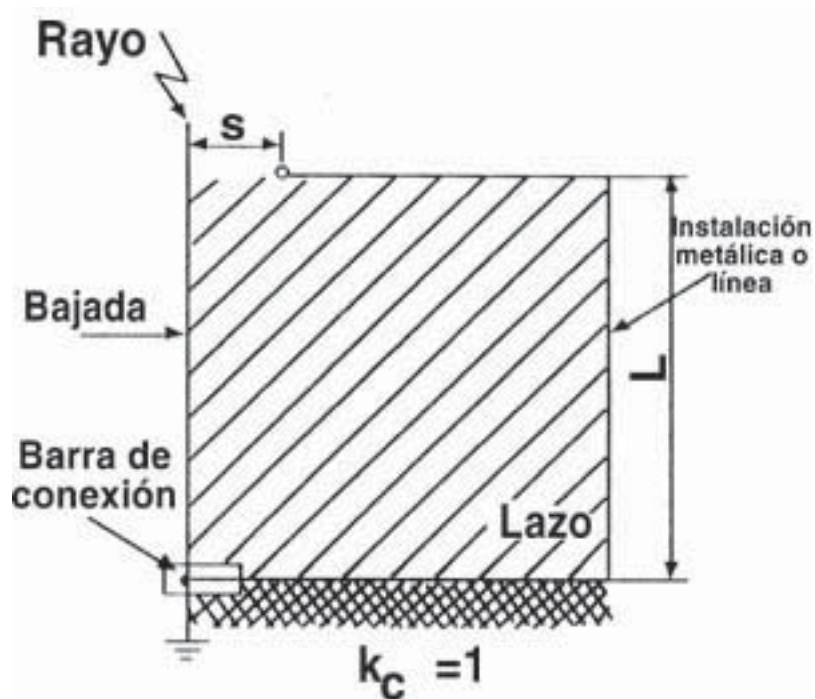


Fig. 3:  
Proximidad de instalaciones al spcr. Valor del coeficiente  $k_c$  en una configuración unidimensional.

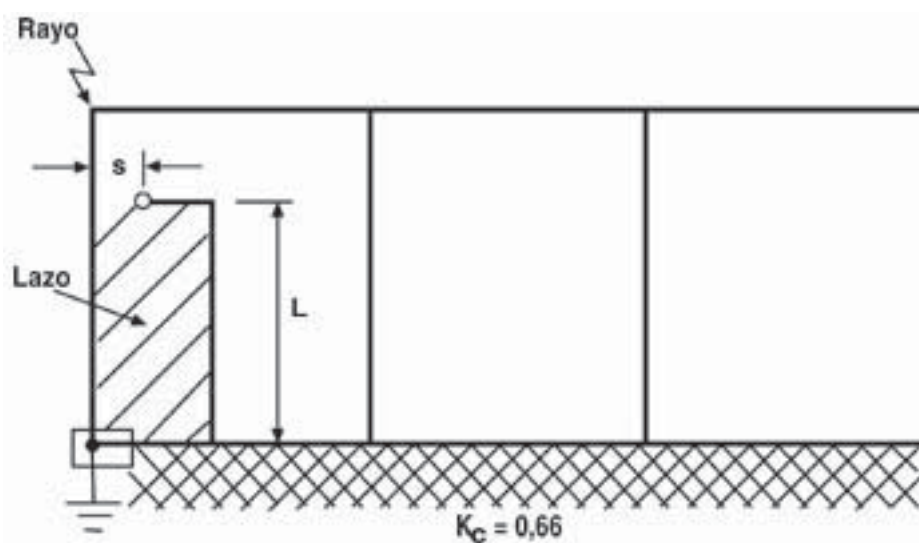


Fig. 4:  
Proximidad de instalaciones al spcr. Valor del coeficiente  $k_c$  en una configuración bidimensional.

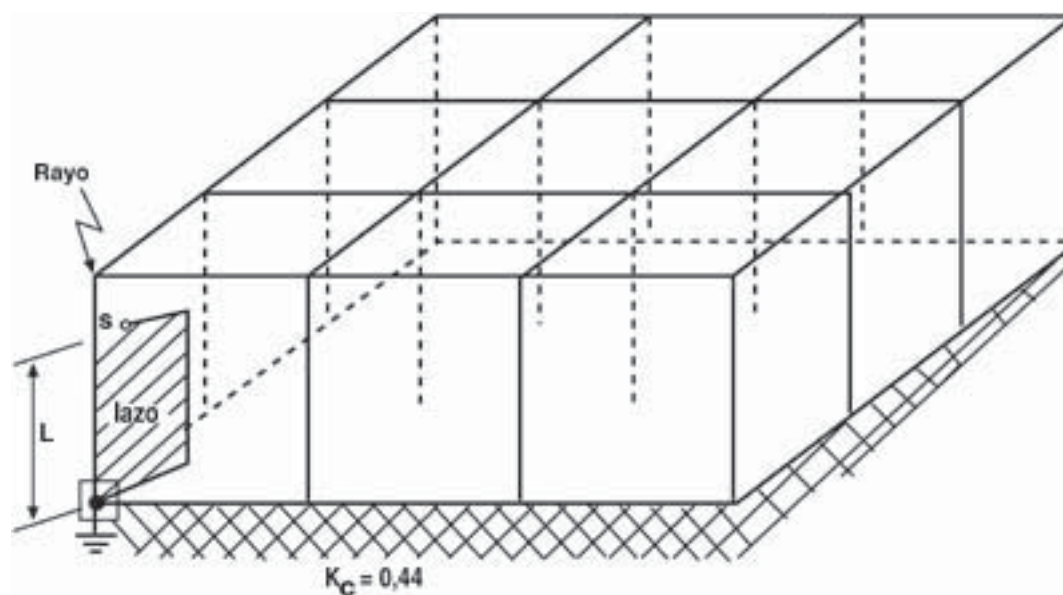


Fig. 5:  
Proximidad de instalaciones al *spr*. Valor del coeficiente  $k_c$  en una configuración tridimensional.

km - Depende del material separador.

Tabla 9

Material	km
Aire	1
Sólido	0,50

L(m) - Longitud de la bajada desde el punto en que se considera la proximidad y riesgo de descarga, hasta el punto de conexión equipotencial más próximo a tierra.

## II) Conexión Equipotencial de masas (Elementos conductores externos)

Se realizará la conexión equipotencial de las masas, tan cerca como sea posible del punto de penetración en la estructura a proteger. Hay que esperar que la mayor parte de la corriente de descarga atmosférica pase por las conexiones equipotenciales.

## III) Conexión Equipotencial de las Instalaciones Eléctricas y de Telecomunicación.

Se realizará una conexión equipotencial de las Instalaciones mencionadas tan cerca como sea posible del punto de penetración de la estructura. Si los conductores están apantallados (Blindados) o están dentro de un conducto metálico, basta unir estos blindajes, con la condición, que dicha unión sea de muy baja resistencia, tal que no ocasione caídas de tensión peligrosas para el cable o para el equipamiento.



**Tabla 7:**  
**Materiales para uniones equipotenciales donde puede circular una parte esencial de la descarga atmosférica.**

Nivel de Protección	Material	Sección Transversal (mm <sup>2</sup> )
I al IV	Cobre	16
	Aluminio	25
	Hierro	50
	Acero-Cobre	16

IV) Si las canalizaciones de gas ó de agua contienen incluidas uniones aisladas, estas deberán puentarse con limitadores de sobretensión.

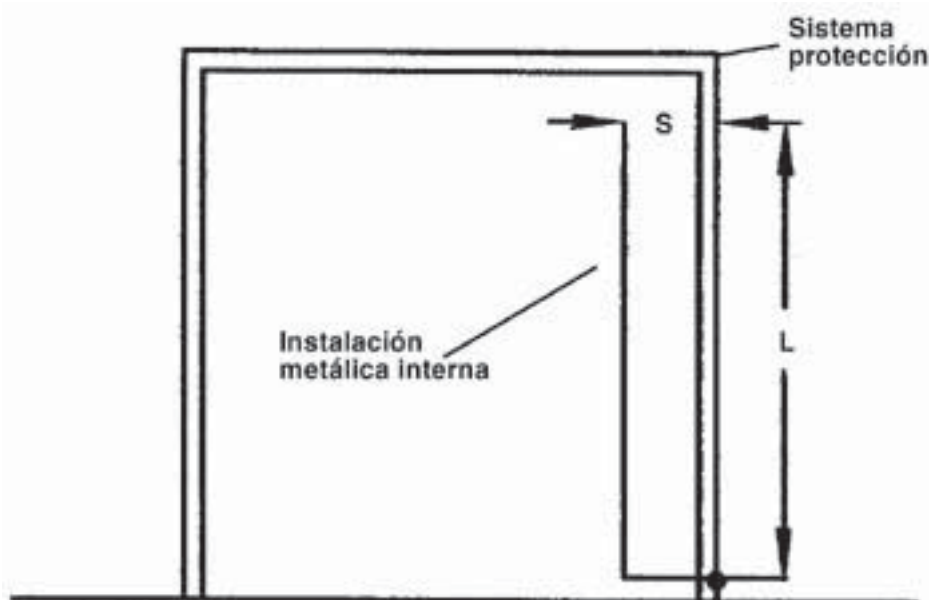
B) Distancia de Seguridad: Una adecuada distancia de separación (s) que supere a la determinada por la Fórmula:

$$d \text{ (distancia) de seguridad} = k \frac{kc}{km} \cdot L \text{ (m)}$$

deberá ser mantenida entre el Sistema de protección contra el Rayo (Spqr) y todas las partes conductivas conectadas por las uniones equipotenciales y al sistema de protección de tierra.

En el caso de estructuras industriales, las partes conductivas de la estructura y los techos pueden usarse generalmente como una pantalla electromagnética y como conductores de bajada natural por medio de uniones equipotenciales.

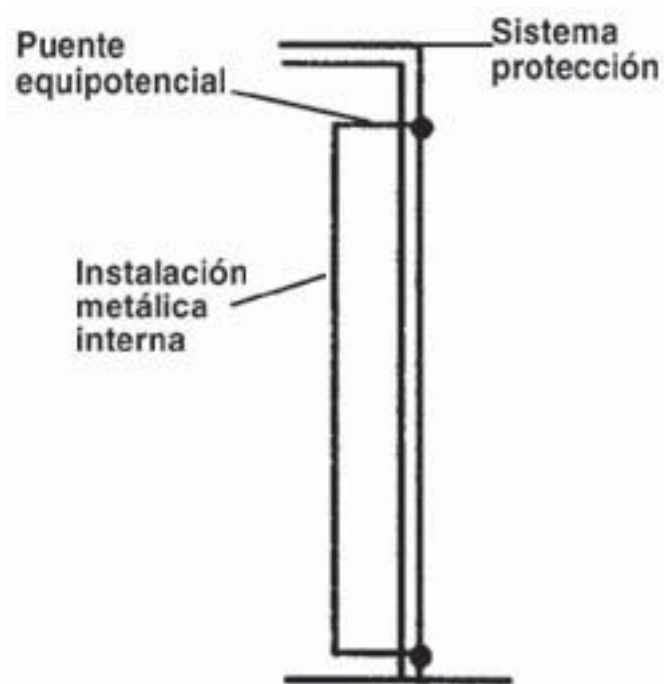
En aquellas otras estructuras externas que no cuentan con elementos conductivos, tales como la madera o similar, deberá tomarse la distancia L(m) de recorrido del rayo desde el punto más factible que caiga, hasta la unión equipotencial más cercana conectada al sistema de tierra, a través de los conductores de bajada.



S= Distancia de separación

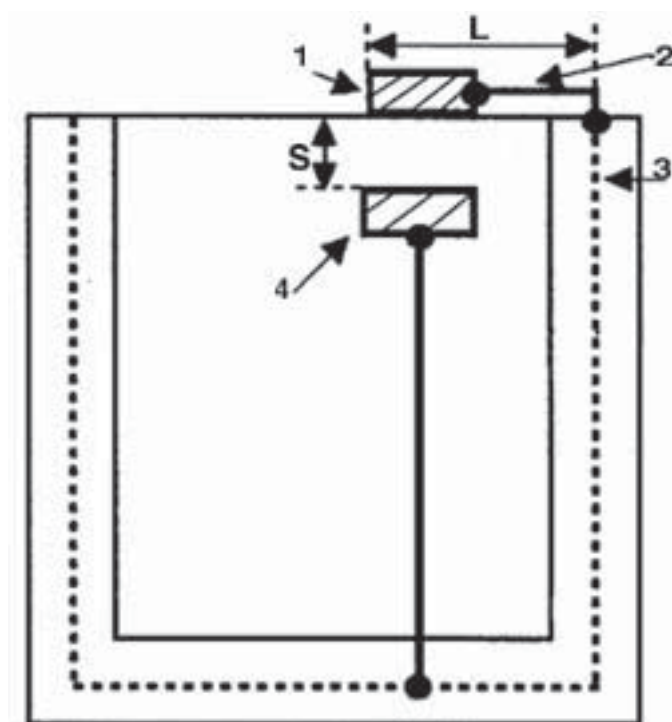
L= Longitud para evaluar la distancia de seguridad d.

*Fig. 6*  
*Distancia de separación entre el sistema de protección y las instalaciones metálica internas*



*Protección equipotencial cuando  $S < d$ .*

Donde no es posible mantener la distancia (s) mayor que la distancia de seguridad (d) a lo largo del recorrido del rayo a tierra, un puente de la instalación al Sistema de Spcr debe ser realizado.



- 1) Conducto o soporte metálico en el techo.
- 2) Conductor de unión equipotencial.
- 3) Refuerzo de acero en pared de concreto.
- 4) Parte metálica interna de la estructura.
- L) Longitud para evaluar la distancia de seguridad (d).
- S) Distancia de separación  $S \geq d$
- d) Distancia de seguridad

*Fig. 7:  
El refuerzo de acero de la estructura es usado como conexión equipotencial.*

Conductores (metálicos) sobre techo y las conexiones a los captosres pueden ser fijados al techo usando espaciadores y soportes conductivos o no conductivos. Los conductores pueden estar posicionados sobre la superficie de la pared si la misma esta hecha de material no combustible.

Las Figs. 8, 9 10, 11 muestran ejemplos al respecto.

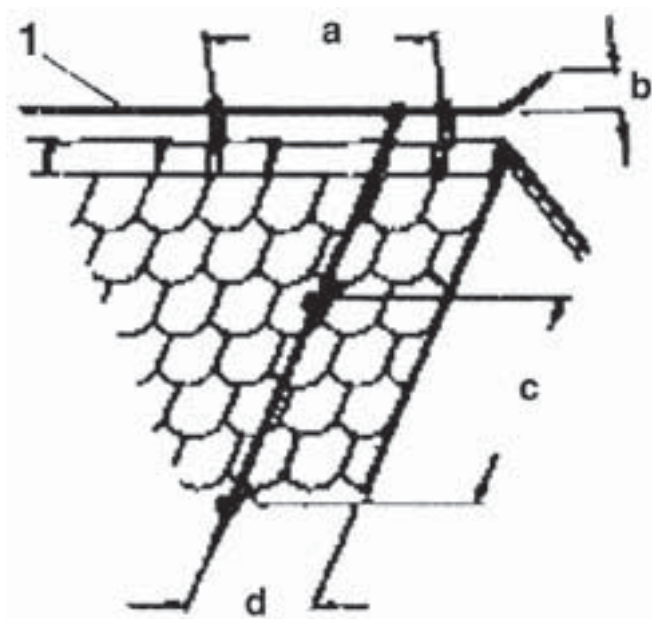


Fig. 8:  
Construcción de un captor aéreo horizontal 1  
sobre la cumbrera de un techo a dos aguas y el conductor de bajada del techo.

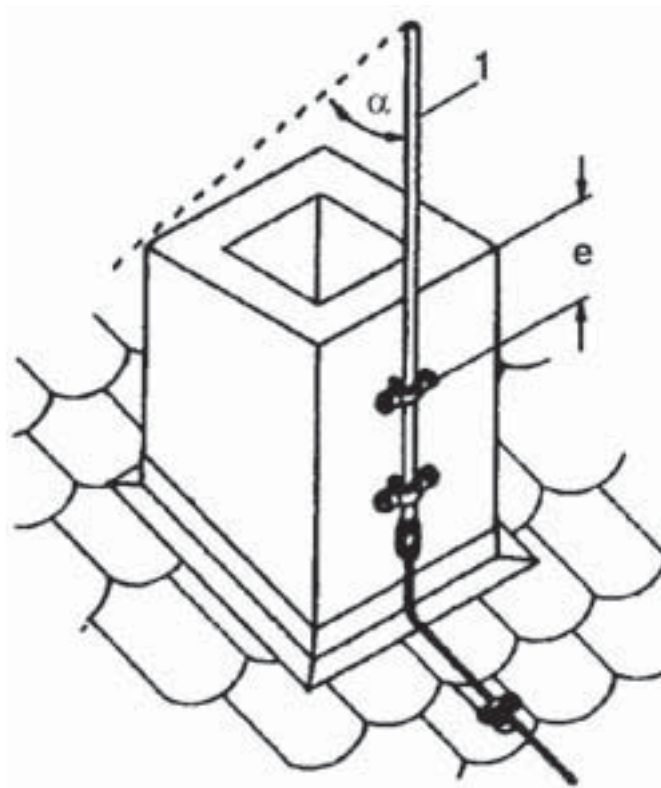


Fig. 9:  
Construcción de un captor vertical 1 para protección de  
una chimenea usando el método del ángulo ( $\alpha$ ) de protección.

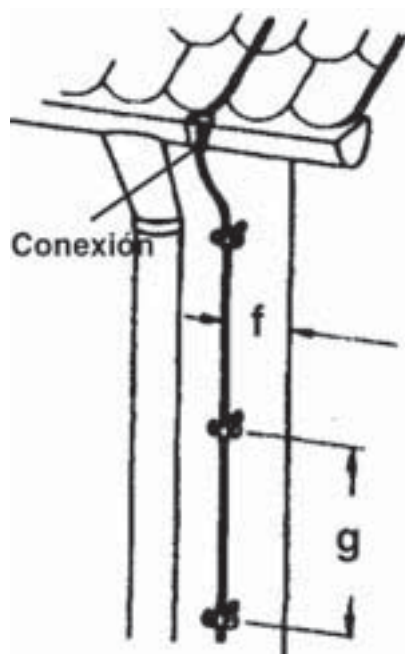


Fig. 10:  
Construcción de un conductor de bajada  
con conexión a la canaleta.

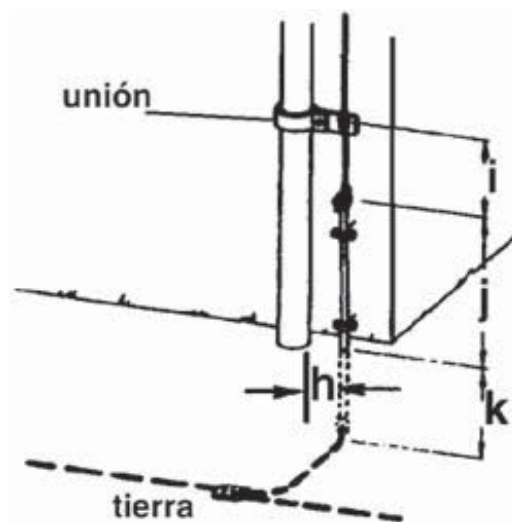
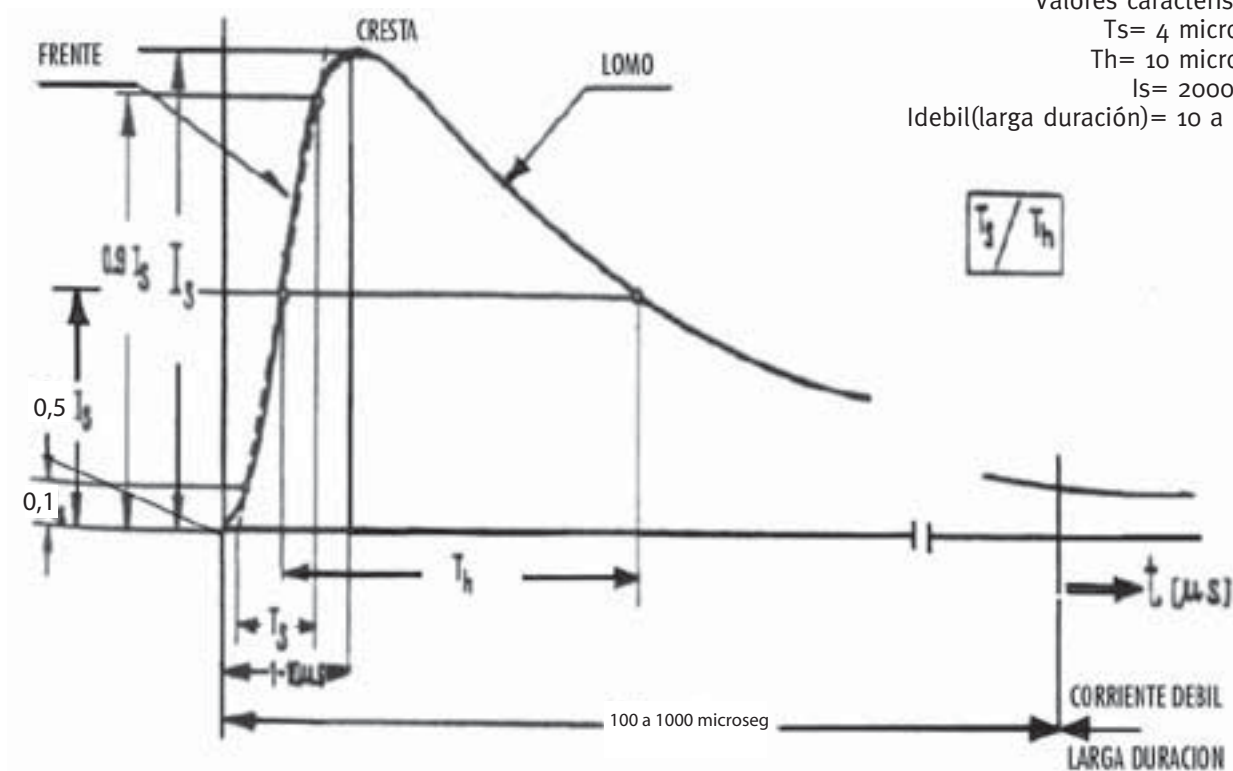


Fig. 11:  
Construcción del punto de encuentro (prueba) en un  
conductor de bajada y unión al tubo de escurrimiento de agua.

## Bases para un diseño de protección contra rayos

### 1) Forma de onda de la corriente del rayo (fig. 1)



**II) Posición:**

Se deben colocar pararrayos según fig. 2, en las partes más elevadas, por ejemplo en las cumbreras de los techos o en caso de techos planos en los bordes del mismo, a una distancia no mayor de 50 cm de las esquinas, o ángulos pronunciados.



Fig. 2

**III) Bajada:**

- Las bajadas a Tierra deben hacerse a distancias no mayores a 10 mt. (máximo nivel de protección).
- La Sección mínima del conductor de bajada debe ser de 35 mm<sup>2</sup> para cobre o acero-cobre.
- Se colocarán dos (2), mínimas, en ángulo opuesto y preferentemente en los ángulos de la construcción.

**IV) Sistema de Tierra:**

Los sistemas de Tierra deben tener una sección mínima de 100 m<sup>2</sup> para jabalinas de cobre y una profundidad no inferior a 5 mt.

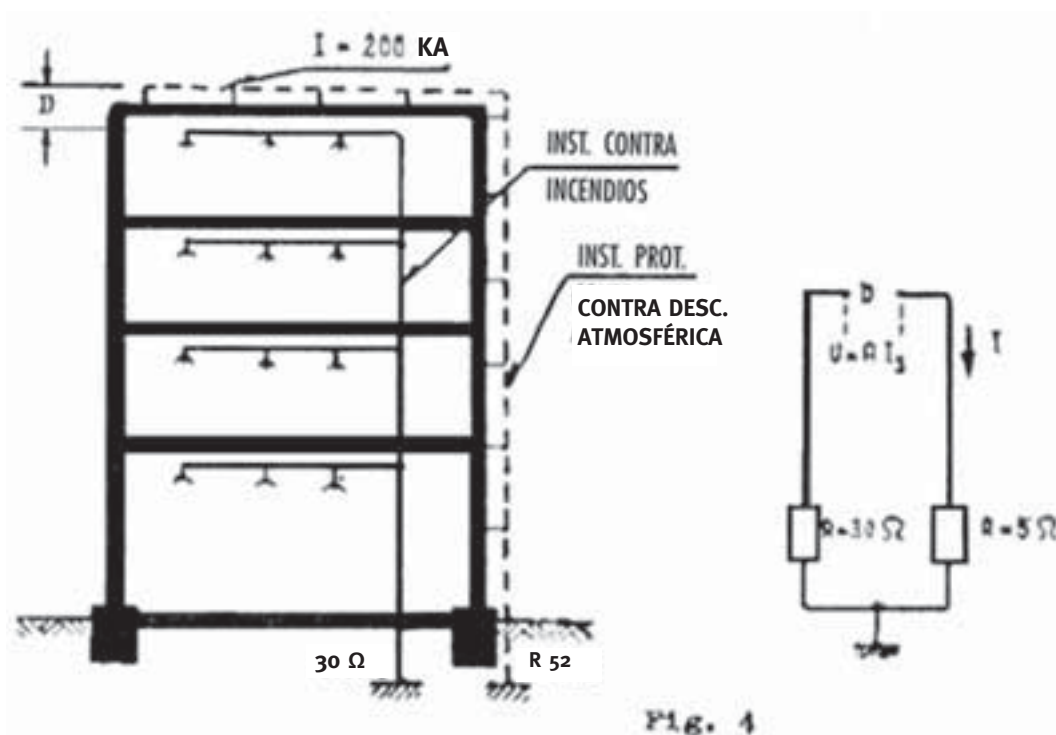
**V) Resistencia de Tierra:**

Cuando las distancias entre las bajadas de la protección contra el rayo y el punto de la estructura metálica interna son críticas, existe el peligro de descarga internas, y para evitarlo deben cumplirse las siguientes condiciones:

**Condición 1:**

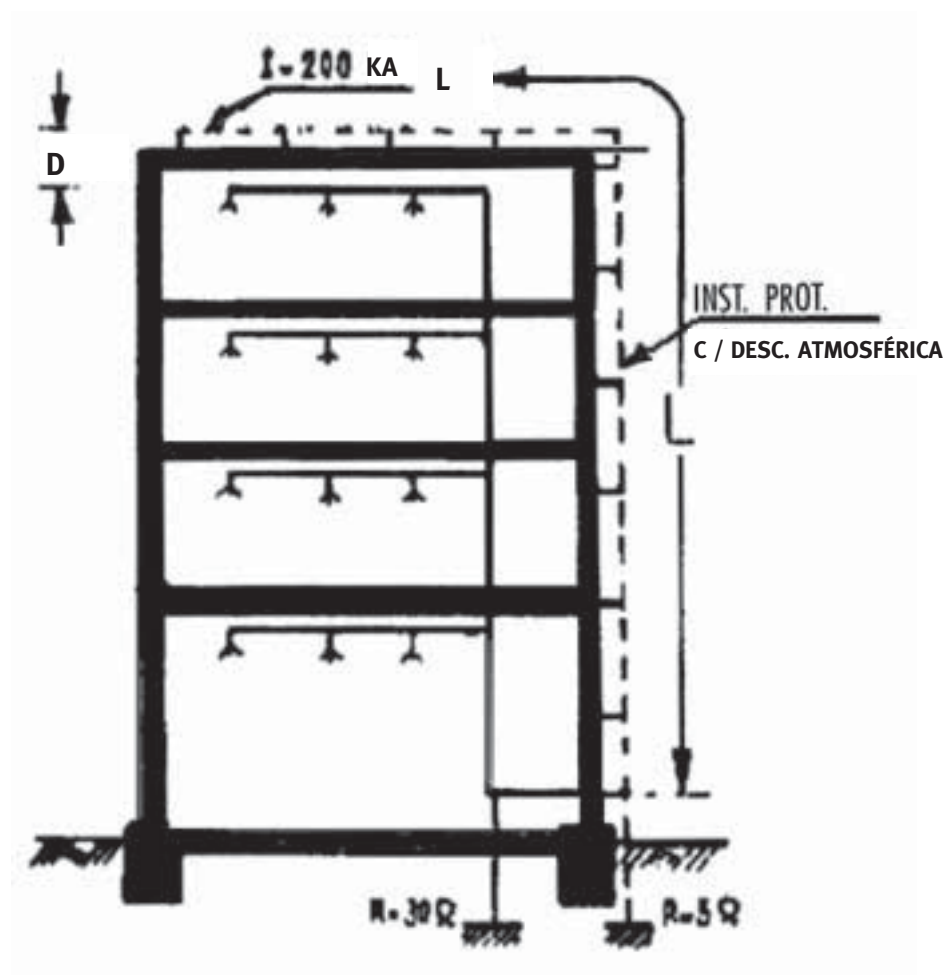
La distancia mínima debe ser  $\geq 0,2 \cdot R_{\text{total}}$  a tierra en metros (figura 4)

$$D[m] \geq 0,2[m/\Omega] \cdot R[\Omega]$$

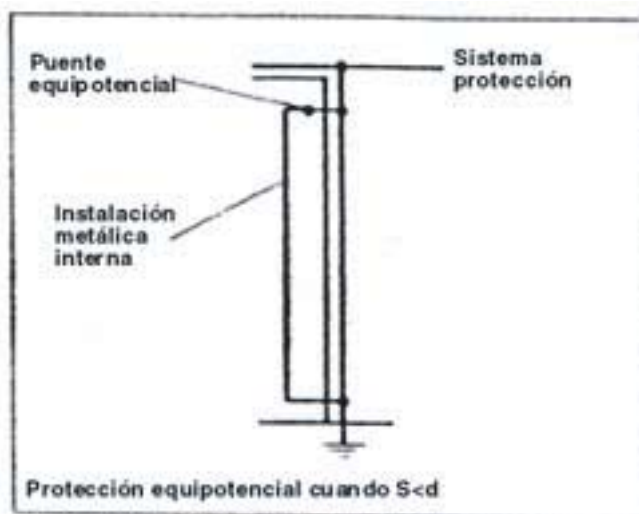
**Condición 2:**

La distancia mínima  $D$  debe ser  $\geq$  que  $0,1 \cdot$  longitud medida sobre la instalación protectora, entre el punto mayor de aproximación y la tierra más próxima (figura 5).

$$D[m] \geq 0,1 \cdot L[m]$$



Nota: De no satisfacer las condiciones 1 y 2 debe hacerse una conexión equipotencial, entre la estructura interna, punto más próximo, y la estructura de protección (figura 6).



#### Referencias:

Norma IRAM 2184-1-11/1996

Norma IEC 1024-1-1990

"La protección de Edificios contra Descargas Atmosféricas" Ing. H. C. Buhler.



## ANEXO D

- a) Método de medición de un diferencial de 30 mA.
- b) Riesgos Eléctricos en la Industria.
- c) Nuevos usos del interruptor Siglo XXI, Siglo XXII y Bauhaus.

## a) Método de medición de un Diferencial de Corriente de 0,03 A=30 mA

1- La Norma IRAM o IEC establece que los valores que debe dar el diferencial son:

1-1- Corriente que acciona y corta la alimentación igual a 30 mA - (100%)

1-2- Corriente que no acciona, 15 mA

1-3- La calibración se hace en forma automática y los valores de corte deben variar máximo de 6 mA, lo cual indica que el relé diferencial es confiable.

Nota:

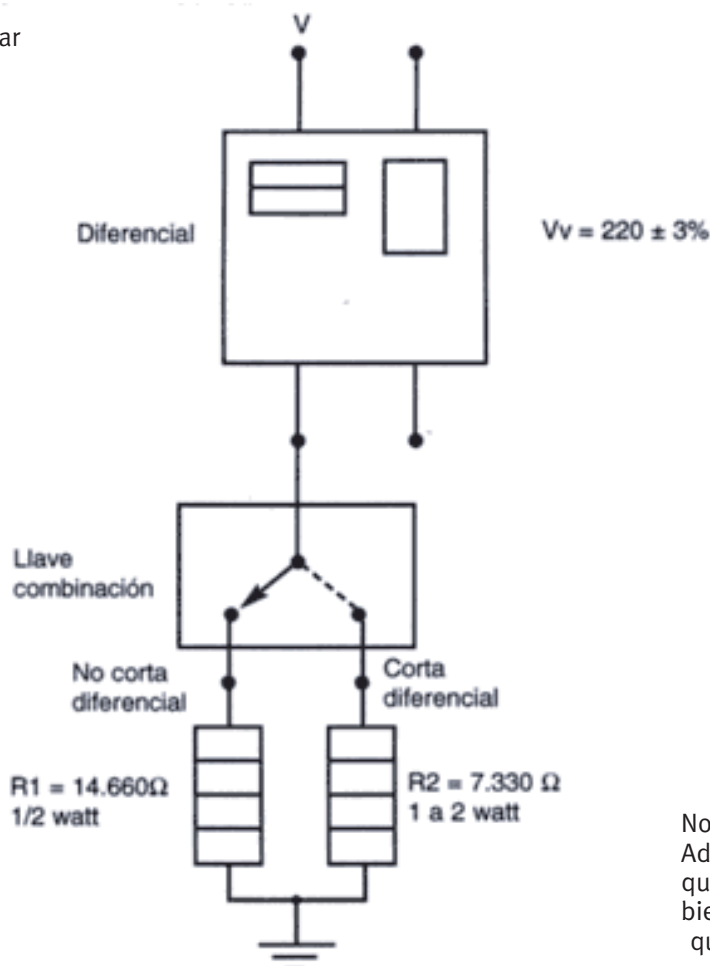
a) Con un buen Tester Electrónico, de 0,5% o mejor, para medir la tensión de línea y resistencia de calibración se puede calificar el producto:

$R_1 = 7.330 \text{ Ohm}$  para  $I = 30 \text{ mA}$   
 $R_2 = 14.660 \text{ Ohm}$  para  $I = 15 \text{ mA}$

Para diferencial de  $I_d: 300 \text{ mA}$

$R_1 = 733 \text{ Ohm}$  para  $I = 300 \text{ mA}$   
 $R_2 = 1466 \text{ Ohm}$  para  $I = 150 \text{ mA}$

## 2) Circuito a realizar



Nota:

Además de comprobar que el Diferencial esta bien calibrado, se demuestra que no es electrónico.



## b) Riesgos Eléctricos en las Industrias

### 462- Seccionamiento y maniobra

1- Todo circuito debe poder ser seccionado sobre cada uno de los conductores activos, con excepción del conductor de protección.

2- Deben ser previstos medios apropiados para **impedir toda puesta bajo tensión intempestiva de los equipos**. Estos medios comprenderán una o más de las medidas siguientes:

- Maniobra con cerradura
- Avisos de advertencia
- Ubicación en un local o bajo carcasa, cerrada o con llave.

3- Deben ser previstos medios apropiados para la descarga de la energía eléctrica almacenada en los campos eléctricos y/o magnéticos.

### 463- Interrupción para Mantenimiento Mecánico de Equipos:

1- Deben preverse medios de interrupción cuando el mantenimiento mecánico de máquinas y mecanismos con alimentación eléctrica pueda suponer un riesgo de daño corporal.

Ejemplos de tales instalaciones:

- Gruas
- Ascensores
- Escaleras mecánicas
- Cintas transportadoras
- Máquinas herramientas
- Bombas, etc

2- Deben ser previstos medios apropiados **para impedir la puesta en servicio en forma imprevista de los equipos** durante su mantenimiento mecánico.

Estos medios pueden ser, entre otros, los siguientes:

- Maniobra con cerradura
- Avisos de advertencia
- Ubicación en un local accesible solamente a través de cerradura
- Ubicación bajo una carcasa o envoltura

### 464- Interrupción de urgencia:

1- Deben ser previstos medios de interrupción para toda parte de la instalación con el fin de suprimir un peligro inesperado. Ejemplos.

- Bombeo de líquidos inflamables
- Sistema de ventilación
- Grandes computadoras
- Lámparas de descarga gaseosa operadas en Alta Tensión
- Depósitos en grandes edificios
- Laboratorios eléctricos y de investigación
- Salas de calderas, etc.

2- Cuando exista riesgo de choque eléctrico, el interruptor de emergencia interrumpirá todos los conductores activos con excepción del de protección.

3- Se tomarán medidas para que en una única maniobra resulten interrumpidos todos los alimentadores apropiados.

4- Los medios de parada de emergencia deben ser previstos cuando movimientos mecánicos producidos eléctricamente puedan dar lugar a la aparición de peligros. Ejemplos en:

- Escaleras mecánicas
- Ascensores
- Montacargas
- Cintas transportadoras
- Puertas con comando eléctrico
- Máquinas herramientas, etc.

#### 465- Comandos de motores

1- Los circuitos de estos deberán estar concebidos de forma de **impedir un arranque automático de un motor eléctrico** luego de una parada debido a una caída de tensión o de una falta de tensión, si tal arranque es capaz de provocar daños.

2- Cuando sea previsto el frenado por cortacorrente de un motor, se deberán tomar todas las precauciones para evitar la inversión del sentido de rotación al final del frenado, **si tal inversión puede provocar algún daño**.

3- Cuando la seguridad de las personas, seres vivos o propiedades, dependa del sentido de rotación de un motor, deben tomarse medidas **para evitar el funcionamiento en sentido inverso**, provocado, por ejemplo por la desaparición de una fase o la alteración de las secuencias de fases.

### Riesgos eléctricos ocasionados por cortocircuitos y maniobras de conexión y desconexión

#### I) Diferencias entre instalaciones domiciliarias e industriales.

Estudio en la Facultad de Ingeniería de La Plata, indican que los CC originados en las instalaciones domiciliarias oscilan, en el interior de la vivienda, entre 300 a 500 A.

Cálculos realizados en una PyME,  $I_n = 180$  A (trifásica), indican a 35 m del tablero principal una lcc presunta de 5000 A (entre fases).

#### II) ¿Qué características deben tener los sistemas de conexión y desconexión de máquinas y equipos para evitar los riesgos eléctricos y de incendios originados por: CC, inversión de marcha, etc. en ambientes de polvo inflamable o similar?

**No deben conectarse o desconectarse fichas a un tomacorriente con tensión aplicada.**

Se logra por:

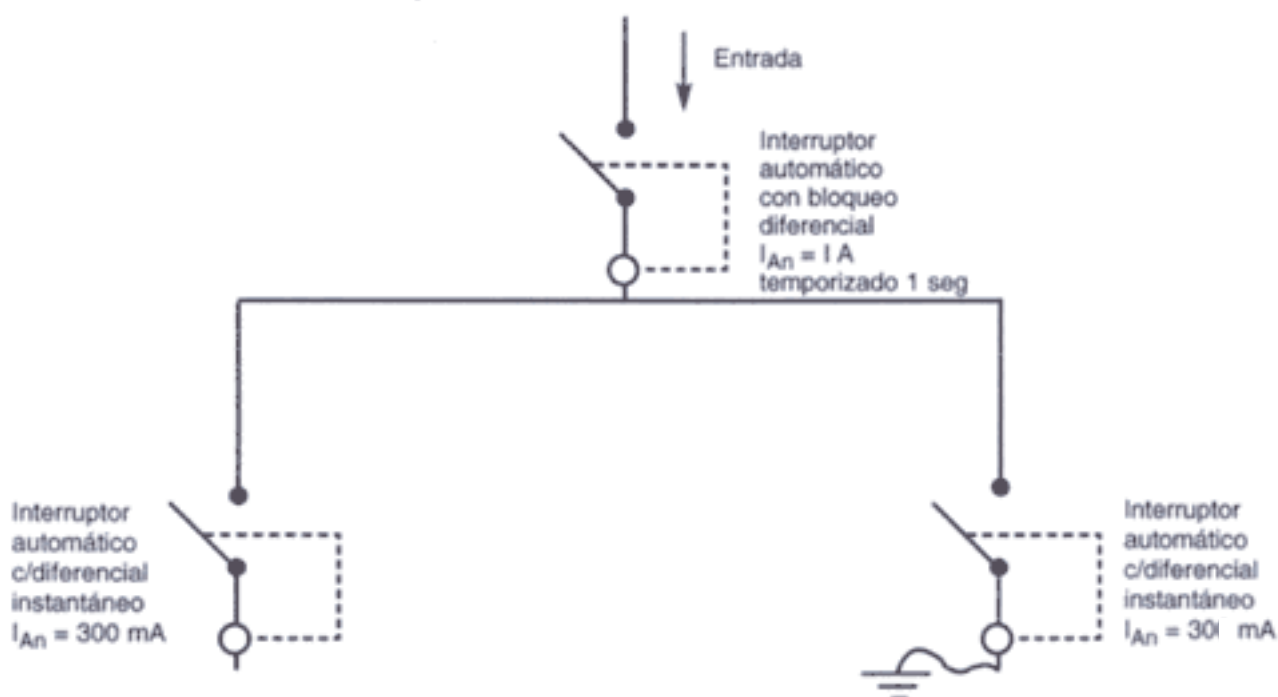
- 1- Interrumpir el interruptor termomagnético o contactor que alimenta el tomacorriente en forma manual y enclavarlo mecánicamente.
- 2- Colocar un tomacorriente con enclavamiento mecánico que solo admita el ingreso o retiro de la ficha, sin tensión.
- 3- Colocar un tomacorriente con un enclavamiento eléctrico, que luego que está introducida la ficha, permite a través de un contacto NA cerrar el circuito de la bobina del contactor.

#### III) ¿Cómo protegerse en la industria contra contactos indirectos?

El interruptor diferencial conocido de  $I_{an} = 30$  mA para instalaciones domiciliarias, es difícil de utilizar por

su elevada sensibilidad en Industrias.

Existen otros interruptores que teniendo una sensibilidad media o mayor, permite realizar una selectividad vertical.



Tipos de diferenciales tetrapolares para la industria (sin toroides)

30 mA	}	25 A
300 mA-s		40 A
500 mA-s		63 A

30 mA	}	80 A
300 mA-s		100 A
500 mA-s		125 A

Tipos de diferenciales relé con transformador separado

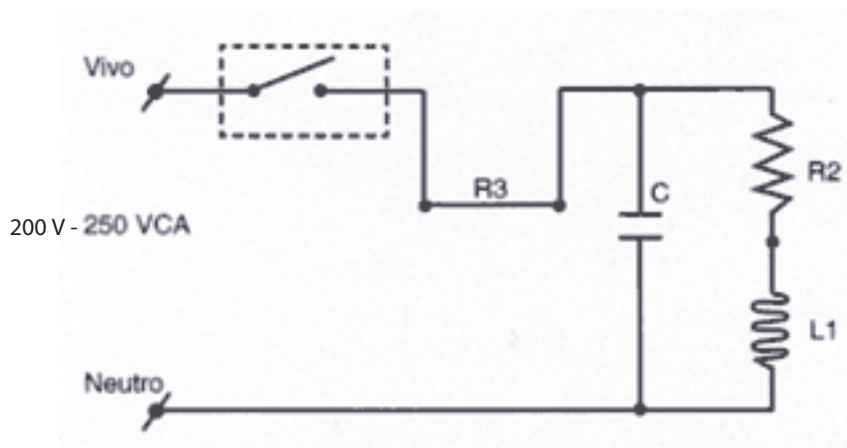
Instantáneos:  $I_{an}$  - 30; 100; 300 mA; 1 y 3 A, ó Temporizados: 0.030; 0,2; 1 y 3 seg

## c) Nuevos usos del interruptor Siglo XXI, Siglo XXII y Bauhaus.

## 1) Alcance

Respondiendo a la Norma IEC 60669-1-02, los interruptores deben tener la capacidad de conectar y desconectar circuitos de iluminación con cargas de capacitores en paralelo para corregir el Factor de Potencia ( $\cos \phi$ ) a 0.85 o más.

Esto se cumple si el interruptor realiza 10.000 operaciones de cierre y apertura sobre un capacitor de 140 mF y un circuito R y L en paralelo y una corriente total de 10 Amper.



## 2) Circuito de prueba

$C = 140 \text{ mF} - 220 \text{ VCA} - R_3 = 0,25 \text{ ohms}$

$R_2$  y  $L_1$  valores necesarios para lograr  $\cos \phi = 0,90 \pm 0,05$

Declaraciones del fabricante:

$I_{nx} = 10 \text{ A}$

$I_n = 10 \text{ A}$

## 3) Utilización

Esto equivale a poder comandar un circuito de alumbrado que tenga las siguientes características:

Tipo de luminarias	Potencia	Nº de Tubos
Fluorescente	*40	32
Fluorescente	65	20
Fluorescente	*105	12
Mercurio	125	14
Mercurio	250	8
Mercurio	400	4
Sodio alta presión	250	4
Sodio alta presión	400	4

NOTA: Afectar un coeficiente de seguridad de un 24%

## ANEXO E

## Requisitos de seguridad en ambientes de trabajo expuestos a explosiones.

## Ambientes de trabajo expuestos al peligro de explosiones

Una mezcla de gases combustibles con aire, que se enciende por temperatura excesiva y se propaga espontáneamente, es Explosiva.

Esto es válido para vapor - niebla o polvo.

A la temperatura mínima que logra dicha explosión se la llama Temperatura de Encendido.

Se llama temperatura de Inflamación en cambio de un líquido a aquella que produce vapores sobre el mismo, capaz de generar una mezcla explosiva con el aire.

Los gases y vapores pueden estar en contacto con superficies con una temperatura que en ninguna condición de trabajo debe superar el 80 % de la temperatura de encendido.

Los gases y vapores se clasifican en grupos explosivos de G1 a G5 ó T1 a T6

**Requisitos constructivos de aparatos eléctricos, protegidos contra explosión**

1) Blindaje a prueba de presión: Símbolo "d"

- Impide que la explosión interior se transmita.
- Resisten las partes blindadas, la explosión interna.

2) Blindaje por sobrepresión interna: Símbolo "p"

- Se impide la penetración en el interior, de la atmósfera explosiva externa.

3) Blindaje por inmersión en Aceite: Símbolo "o"

- Impide la formación de arcos.

4) Blindaje en Arena: Símbolo "q"

- Carcasas o cables rellenas de arena fina

5) Seguridad aumentada: Símbolo "e"

- Protección con un alto grado de seguridad.
- Evita temperaturas inadmisibles y chispas o arcos en el interior o exterior de un aparato eléctrico, en condiciones de trabajo anormal.

6) Seguridad intrínseca: Símbolo "i"

- Un circuito o parte del mismo en el que no se producen chispas o efectos térmicos, al producirse un defecto en uso normal. Hay dos categorías:

Ia: Los aparatos no deben provocar la ignición ni en el caso de producirse (2) dos efectos.

Ib: Idem, pero en el caso de producirse (1) un efecto.

**2.5.2. Clasificación de los materiales eléctricos según la temperatura máxima.****Normas IRAM - IAP - IEC 79-14**

Clase de temperatura	Temperatura Superficial máxima del aparato (°C) A	Temperatura de Encendido del gas o vapor
T1	450	450
T2	300	300
T3	200	200
T4	135	135
T5	100	100
T6	85	85

Nota: A  $\leq$  80 % B

**3) Clasificación de áreas peligrosas atmósferas gaseosas, de vapor o niebla IRAM (IEC-70-10)**

Zona 0: Abarca las áreas en las cuales existe durante largos períodos una atmósfera explosiva peligrosa.

Zona 1: Abarca las áreas en las cuales hay que contar con que las áreas peligrosas se producen de vez en cuando.

Zona 2: Abarca las áreas en las cuales hay que contar con que las áreas peligrosas aparecen pocas veces y son de poca duración.

**Atmósferas de polvo**

A las áreas con peligro de explosión a causa de polvos inflamables se aplica la siguiente clasificación:

Zona 10: Abarca las áreas en las cuales existen atmósfera explosivas durante mucho tiempo o con mucha frecuencia.

Zona 11: Abarca las áreas en las cuales existen atmósferas explosivas de vez en cuando y brevemente por remolino de polvo depositado.

**Ejemplos Zona 11:**

Industrias: Químicas, farmacéutica, pintura, maderas, cuero, alimentos, y textiles.

Establecimientos: agrícola, leche en polvo, molinos, turbamagnesio, almacenes, puertos y en general.

Instalaciones: para manipulaciones de hulla y de carbón en polvo.

**7) Protección eléctrica.**

Los circuitos y aparatos eléctricos conectados a una red y situados en zonas peligrosas, se deben equipar con protecciones para asegurar su desconexión automática en el menor tiempo posible. En caso de sobrecarga, cortocircuito y de fallas a tierra, se desconectará solamente la parte de la instalación averiada, sin la posibilidad de la reconexión automática.

En caso de material eléctrico trifásico, se debe prever que pueda soportar una sobrecorriente operando como monofásico o bifásico.

**8) Seccionamiento y apertura de emergencia**

La instalación debe tener como mínimo un dispositivo de seccionamiento, colocado en áreas no peligrosas (ver estación de servicio).

Los materiales eléctricos que pueden continuar operando para prevenir riesgos adicionales (iluminación, ventilación), no están incluidos en la apertura de emergencia del circuito, estarán en un circuito separado.

**9) Requisitos especiales para máquinas rotativas**

Cada máquina deberá protegerse contra calentamientos inadmisibles provocados por sobrecargas originados por la falta de fases o baja tensión.

**10) Requisitos para conexión y desconexión de máquinas o dispositivos eléctricos en áreas de atmósferas peligrosas. DIN - VDE 0165-2.91**

Atmósferas con polvos

Zona 11: Los aparatos (tomacorrientes y fichas) no deben permitir acumulación de mezclas explosivas de polvo y aire, ni depósitos de polvo. Protección mínima IP54.

Los tomacorrientes serán contruidos de tal manera que la ficha se dirija hacia abajo, desviación máxima del plano vertical de 30° y el proceso de conexión y desconexión, solo se hará sin tensión.

Si la ficha no esta introducida, la base debe estar cubierta por una tapa de tal manera que se cumpla el grado de protección IP54. No se permitirán Bases Múltiples, ni adaptadores.

Debe indicarse la temperatura de la superficie en funcionamiento, si esta supera los 80°C.

Zona 2: (Atmósfera gaseosa)

Son admisibles los aparatos que en funcionamiento normal no producen chispas, arcos o temperaturas inadmisibles (superiores a la de inflamación del gas o vapor).

Si los llegan a producir, estos se pueden emplear si sus carcasas o envolturas cumplen como mínimo con IP54 y si una presión interior, relativa a la atmósfera de 4 mbar necesita de más de 30 seg. Para bajar a 2 mbar (carcasa contra vapores). Las bases y clavijas deben ser con enclavamientos que solo permitan conectar y desconectar sin tensión. Los aparatos que se conectan deben indicar temperatura de superfcie, si superan los 80° C.

## Anexo F

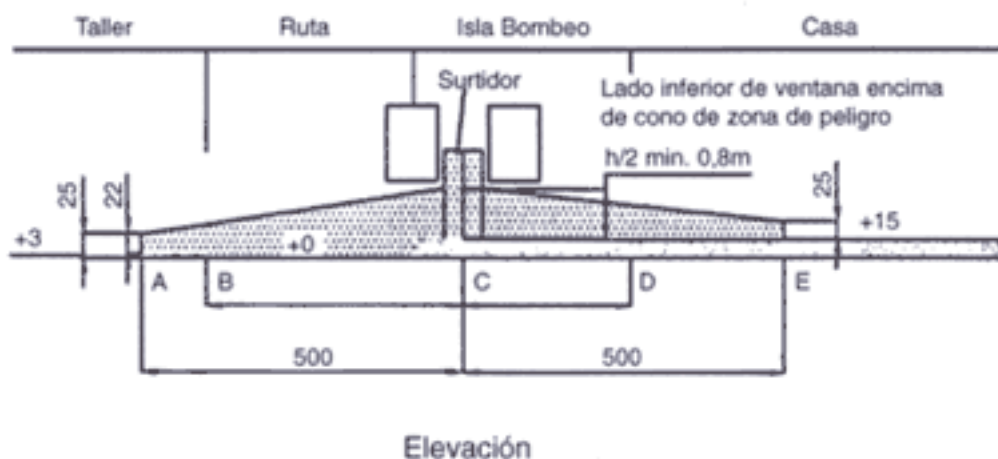
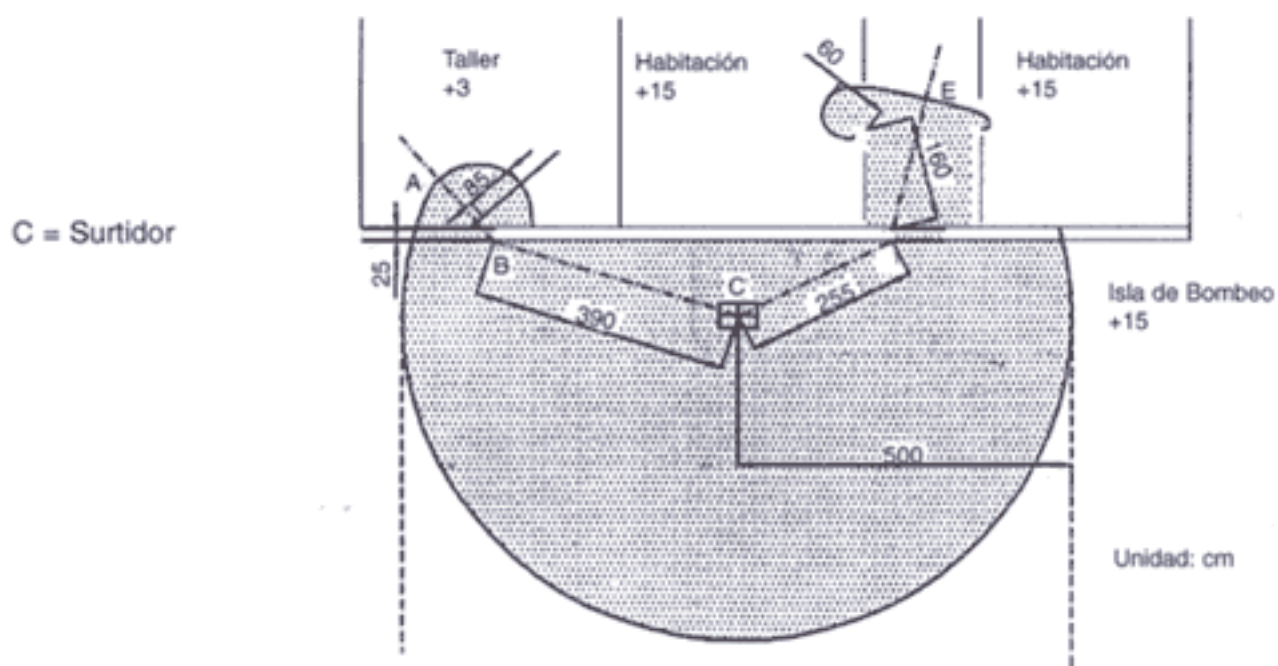
- a) Instalación eléctrica en estaciones de servicio-VDE-0165  
b) Condiciones básicas de seguridad en instalaciones de garages

a) Condiciones básicas de protección para instalaciones eléctricas en estaciones de servicio. (Según VDE-0165)

a) Una definida área alrededor del surtidor de nafta es clasificada como área de riesgo de explosión. Esta zona es definida como un cono con una base cilíndrica centrada alrededor del eje del surtidor.

La altura de esta zona en el eje del surtidor, es como mínimo 0,8 m con radio de 5 m y una altura en el perímetro de la circunferencia de 0,25 m.

Si el kiosco de atención al público que se provee de combustible o cualquier otro ambiente son parte o un total dentro de la zona delimitada por el cono, entonces estos ambientes se clasifican como área de riesgo de explosión. (ver figura).





**I) El tendido de la Instalación Eléctrica en dicha zona deben considerar:**

Cajas de empalmes

Cables de conexión en la caja

Interruptores de protección

Motores

Luminarias, etc.

Que deben ser apropiados para gases inflamables o vapores (G3) y si ellos están dentro de cajas a prueba de explosión, cumplir con la clase I.

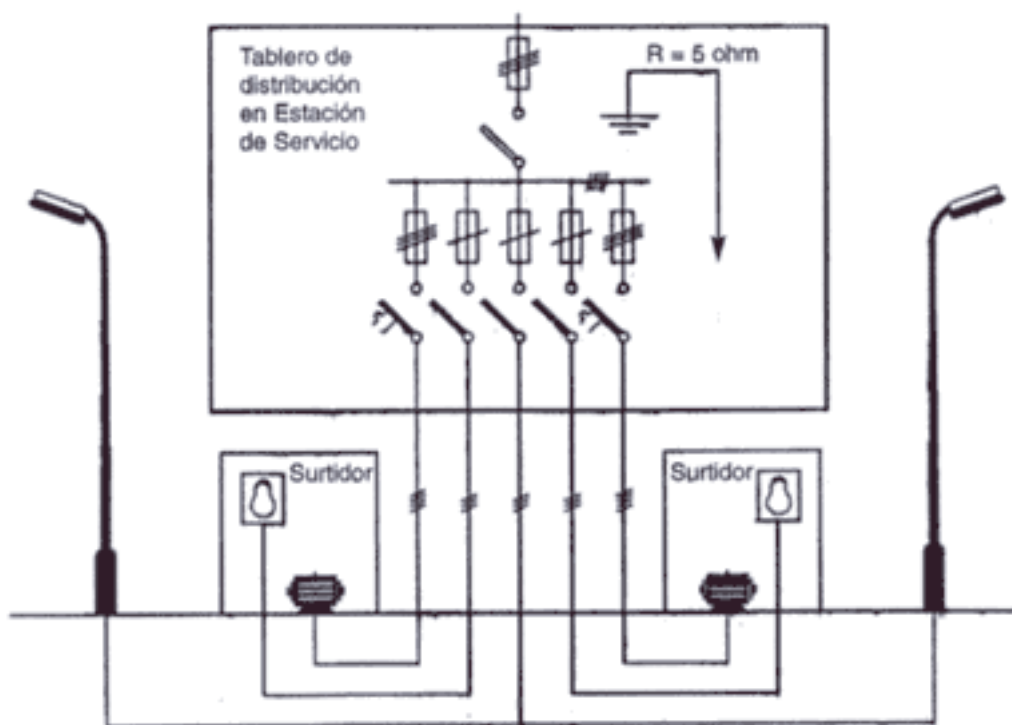
Las luminarias instaladas fuera de la zona de riesgo de explosión deben ser a prueba de salpicaduras IP44.

Los cables serán con cubierta de malla metálica y esta conectada al conductor de protección (verde-amarillo) en el comienzo o final del cable, cables sin cubierta de malla metálica solamente pueden usarse cuando cumplen absolutamente como ser a prueba de combustibles.

Cuando los cables pasan a través de las Fundaciones del surtidor o si se tienden en canales, estos deben rellenarse con arena o epoxi y sellados en ambos extremos para prevenir el derrame de la fuga del combustible.

Solamente conductores a prueba de petróleo en las cajas de conexión pueden ser usados en la fundación de la estación de servicio en la excavación debajo del surtidor de combustible.

IV) Cada bomba del surtidor tiene su propio circuito para potencia e iluminación. Ninguna otra instalación eléctrica, por ej: iluminación exterior o del kiosco y otras debe conectarse a aquellos circuitos del surtidor (ver figura).



Un solo cable, con múltiples conductores debe ser utilizado para la línea de abastecimiento al surtidor, tanto para los motores como para la iluminación e incluyendo el conductor de protección (verde-amarillo)

V) La interrupción de la corriente, ya de interruptores como de dispositivos de protección de sobre carga, se alojará en tableros de distribución los cuales sean fácilmente accesibles exteriormente a la zona de riesgo de explosión. Deben estar claramente señalizados con identificadores durables, los circuitos que protegen y alimentan a la bomba de los surtidores.

VI) Los motores deben ser protegidos contra excesivo calentamiento, se recomiendan que incorporen protecciones térmicas por sobrecarga.

Todos los equipos dentro de la zona de riesgo debe cumplir con las exigencias de protección contra explosivos.

VII) Un interruptor principal debe ser instalado exteriormente a la zona de riesgo, capaz de interrumpir la Instalación Eléctrica completa en el evento de un peligro.

VIII) Protecciones adicionales contra contactos indirectos deben ser implementadas, los cuales dependerán del sistema de alimentación, pero con sistema de neutro de estrella a tierra y, colocando todas las masas al conductor de protección, que se conecta con un sistema de puesta a tierra no superior a 5 ohm. La utilización de un interruptor diferencial no superior a 300 mA, permite una adecuada protección contra contactos indirectos y riesgo de incendios.

IX) Se debe facilitar la medición de la resistencia de la resistencia de aislación a tierra, y ello es posible desconectando el conductor neutro en el tablero de distribución. Ambos conductores, el neutro y el de protección (verde-amarillo) en cada circuito debe ser claramente indicados

## Garages

### b) Consideraciones básicas de seguridad en instalaciones eléctricas según Normas VDE.

- 1) Los garages deben ser iluminados solamente por luz eléctrica. La iluminación debe ser proyectada de tal manera que sus salidas, accesos de emergencia y alrededores estén suficientemente iluminados.
- 2) En grandes garajes cerrados y medianos bajo tierra, una segura instalación de iluminación debe ser provista, tal de asegurar una adecuada iluminación debe ser provista, tal de asegurar una adecuada iluminación en las salidas o escapes. Esta debe también ser operada de una fuente de potencia alternativa y segura, la cual sea independiente de la energía de la compañía suministradora y que actúe automáticamente en caso de falla.

Esta fuente alternativa o de emergencia debe proyectarse para una operación mínima de (1) una hora. La intensidad de iluminación del sistema de seguridad debe ser mínimo de 1 lux.

#### Garages simples

Para garages hasta 100 m<sup>2</sup> de superficie se aconseja instalar iluminación sobre la pared cerca del motor del vehículo.

La instalación de iluminación exterior debe ser realizada de forma que pueda accionarse fácilmente desde la entrada del garage tanto como de la casa cercana. Tomacorrientes deben instalarse para cargar las baterías o alimentar lámparas portátiles u otros equipos (Lavaderos, etc.) Deben ser del tipo con cubiertas IP44 que actúan cerrándose automáticamente cuando se retira la ficha e impiden el acceso al dedo de prueba, además deben instalarse en recesos para proteger contra daños mecánicos.

#### Garages medianos y grandes

Garages con áreas desde 100 a 1000 m<sup>2</sup>, como grandes. Estos garages deben estar siempre bien ventilados y si la ventilación natural no es apropiada, debe instalarse un sistema de ventilación.

Este sistema debe dar un cambio de aire a 1,5 m, arriba del nivel del piso de por lo menos de 6 m<sup>3</sup>/hora y por m<sup>2</sup>

de área utilizable para garages medianos y no menos de 12 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> para grandes.

El sistema de ventilación debe tener (2) dos unidades independientes, una operando por el sistema de energía principal y la otra por el auxiliar o de seguridad, este debe accionar automáticamente en caso de la falla del principal. La instalación de un sensor de monóxido de carbono que haga actuar automáticamente al sistema de ventilación se considera necesaria.

En los niveles de 100 parte por millón (100 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) el sensor debe activar a los sistemas de ventilación (que pueden actuar ambos simultáneamente) para evitar daños a la salud.

Las instalaciones eléctricas situadas en las zonas de salida de los sistemas de ventilación y de iluminación de carteles indicadores, en caso de fallas de la alimentación principal deben garantizar los niveles de 1 lux mínimo. Se debe considerar como apropiado para evitar riesgos para las personas, la instalación de un sistema de alarma contra fuego conjuntamente con un extinguidor automático del mismo para garages medianos y grandes.

La fuente alternativa de emergencia es necesaria en todas las circunstancias donde un sistema de ventilación es utilizado para evitar daños a las personas, en el caso de falla de la fuente principal de energía también se accionará el sistema de iluminación de seguridad ó emergencia.

Las cargas dentro de la instalación se clasifican como esenciales y no esenciales. Las correspondientes a iluminación incluyendo los carteles indicadores de circulación son de tipo esencial.

En grandes garages pertenecientes a: Hoteles, Edificios administrativos, shoppings, en los cuales hay una fuente de energía eléctrica de emergencia, esta puede ser utilizada para el garage.

Las condiciones de operación de instalaciones importantes deberán monitorearse a través de un central, por ejemplo: un tablero con un sistema de indicación. Las fallas pueden ser indicadas por señales visuales y/o sonoras.

La intensidad de iluminación para garages deberá ser por lo menos de 30 lux.

Las cubiertas plásticas de iluminación deben ser selladas con una protección IP54. donde instalaciones eléctricas estén situadas en zonas de lavado de coches, las aplicaciones de accesorios eléctricos deben responder a un IP55 y debe considerarse lo que el reglamento de la AEA mencionada en su Cap. N° 8.2 donde se especifica:

Las cañerías serán estancas utilizándose para sus conexiones y empalmes dispositivos de protección contra la penetración de agua.

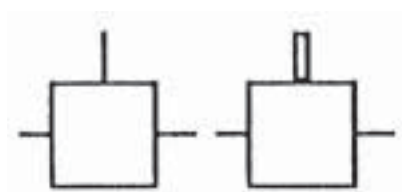
Los aparatos de maniobra, protección y tomascorrientes, deberán tener como mínimo protección IPX5, ó bien se instalaran en el interior de cajas y gabinetes que les proporcionen una protección equivalente.

Los artefactos de alumbrado, motores y aparatos eléctricos, también tendrán IPX5 como protección mínima.

## Anexo G

## Símbolos Gráficos Electrotécnicos para Instalaciones Eléctricas de Inmuebles y Similares

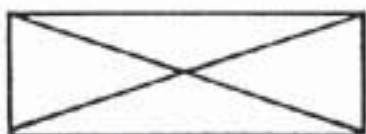
Adoptados por



Caja de derivación



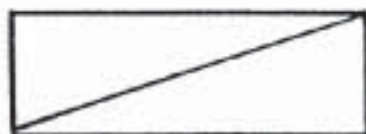
Botón de campanilla



Tablero de distribución, principal



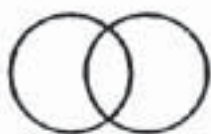
Perrilla de campanilla



Tablero de distribución, secundaria



Botón de campanilla para piso



Transformador



Campanilla



Cuadro indicador Ej.: de 4 líneas



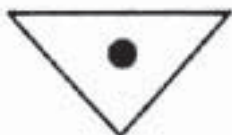
Boca, para teléfono de servicio externo



Boca, para teléfono de servicio interno



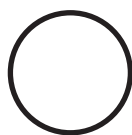
Interruptor automático (disyuntor),  
de tiempo para escalera



Botón para interruptor automático  
(disyuntor) de tiempo, para escalera.



Caja para medidor



Boca para fuerza motriz o calefacción

Instalación de alumbrado  
a fuerza motriz



Boca de luz vigía



Iluminación por gargantas



Boca trifásica 20A



Extractor de aire

Instalación de campanillas

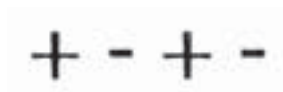


Caja de paso

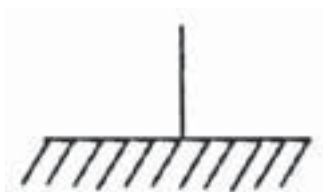
### Instalaciones de pararrayos



Punta de recepción



Conductor de cobre



Toma de tierra

### Instalación de Busca personas

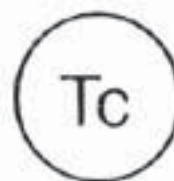


Busca personas con luces  
y zumbador, el número indica  
la cantidad de luces

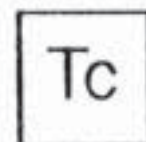
### Instalación de teléfonos



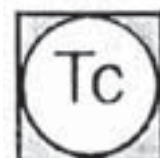
Central de teléfonos



Teléfono de conferencia



Teléfono de conferencia con micro-altavoz



Teléfono maestro  
de conferencia con micro-altavoz



Teléfono de portería

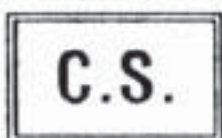


Portero eléctrico

## Instalación de control de serenitos



Avisador de control sereno



Central de control

## Instalaciones de señales luminosas



Lámpara piloto de 1 color



Lámpara piloto de 2 colores



Lámpara de grupo en pasillos



Toma con botones para 2 colores

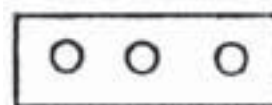


Toma con 1 perilla de llamada

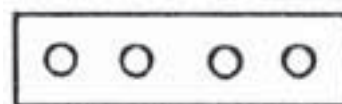
## Instalaciones de señales luminosas



Toma con 2 perillas de llamada



Botonera de llamadas



Tablero de anulación para llamadas



Línea de alumbrado



Línea de Fuerza Motriz o Calefacción



Línea señales



Línea telefónica para servicio externo



Línea telefónica para servicio interno



Línea subterránea



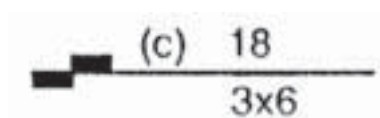
Circuito de dos conductores



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 6mm<sup>2</sup> de sección, en caño de acero de 18mm 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:

- (a) Cañería de acero
- (b) Sobre aisladores
- (p) Conductor protegido



Línea que conduce energía, hacia arriba



Línea que conduce energía, desde arriba



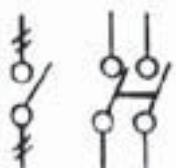
Línea que conduce energía, hacia abajo



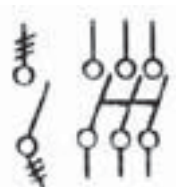
Línea que conduce energía desde abajo



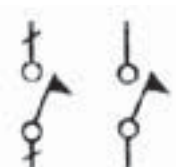
Interruptor en aire, unipolar



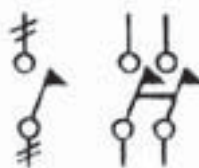
Interruptor en aire, bipolar



Interruptor en aire, tripolar

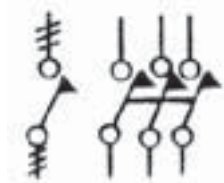


Interruptor automático (disyuntor) en aire, unipolar

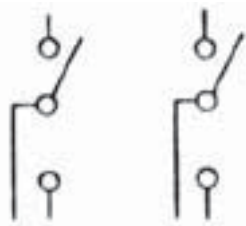


Interruptor automático (disyuntor) en aire, bipolar

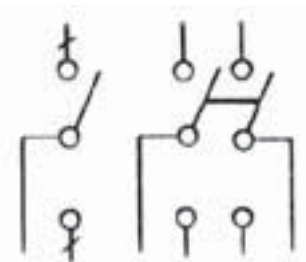




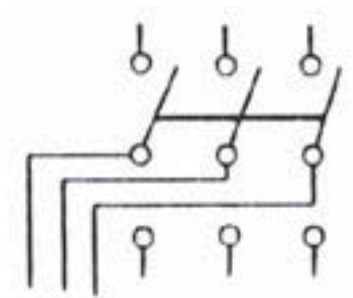
Interruptor, automático  
(disyuntor) en aire, tripolar



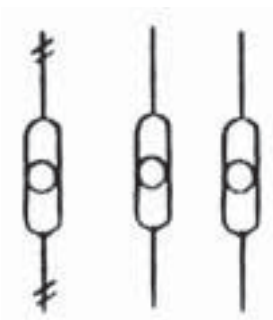
Conmutador de palanca, unipolar



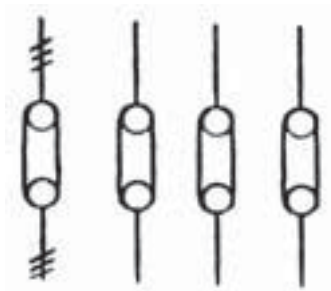
Conmutador de palanca, bipolar



Conmutador de palanca, tripolar



Cortacircuito fusible  
a ficha o rosca, bipolar



Cortacircuito fusible a cartucho, tripolar



Llave interruptora, unipolar



Llave interruptora, bipolar



Llave interruptora, tripolar



Llave interruptora, doble



Llave interruptora triple



Llave conmutadora de cambio



Llave conmutadora inversora



Tomacorriente,  
con contacto a tierra



Tomacorriente,  
para fuerza motriz  
o calefacción



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

## Conexiones de puesta a tierra y masa equipotenciales.



Tierra, Símbolo general

NOTA: Se puede agregar información suplementario a la categoría de la tierra o a la forma de la tierra si ella no fuera evidente

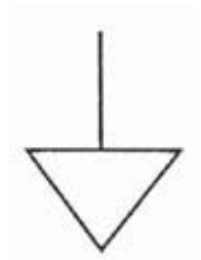


Tierra sin ruido  
Tierra libre de interferencias

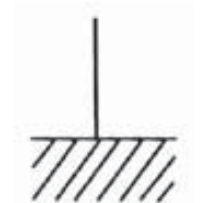


Tierra de protección

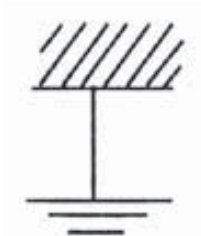
NOTA: Este símbolo puede ser usado en lugar del símbolo primero para indicar una conexión de tierra que tenga una función de protección contra descargas eléctricas, en caso de falla de la aislación.



Equipotencialidad



Puesta a masa, Si no existe ambigüedad, el rayo puede omitirse completamente o parcialmente. Si se omite el rayado, el trazo que representa la masa será mas gruesa.



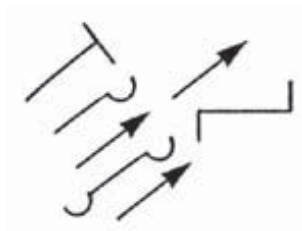
Masa puesta a tierra



Falla

Este símbolo también se utiliza en placas o aparatos para indicar "Tensión peligrosa". Si se desea hacer figurar en esquema la existencia del mismo, se emplea el símbolo anterior.

Ejemplo: Indicación de una falla a masa.



Signos distintos para:  
Regulación  
Regulación escalonada  
Regulación continua  
Regulación escalonada automática  
Regulación automática



Aislante dieléctrico  
NOTA: Se emplea solamente en los casos en que se trate de evitar ambigüedad.



Pantalla  
NOTA: El tipo de pantalla puede indicarse agregando una nota o el símbolo químico del material que la compone.

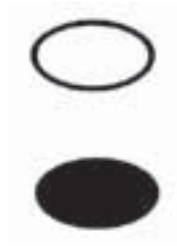


Línea de separación.  
Cualquier combinación de trazados cortos y largo; por ejemplo la indicada.



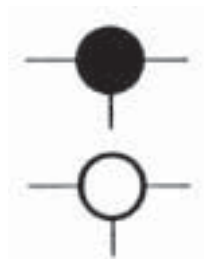
Imán permanente.

## Bornes y conducción de conductores.

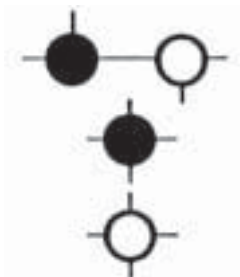


Conexión fija de conductores

El punto negro se recomienda para las conexiones fijas y el blanco para las conexiones removibles de conductores, por ejemplo: Bornes



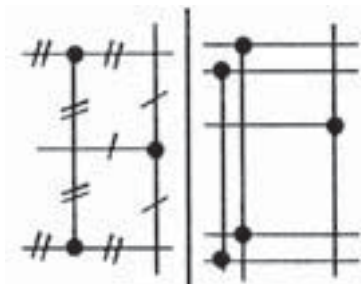
Derivación



Derivación Doble

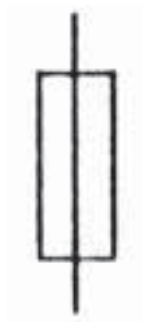


Cruce de dos conductores o de dos canalizaciones sin conexión eléctrica.

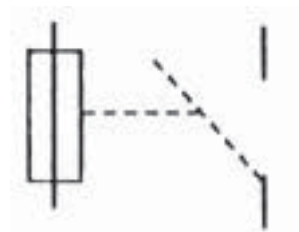


Ejemplo:  
Conductores o canalización que cruzan, algunas con conexión eléctrica y otras sin conexión eléctrica

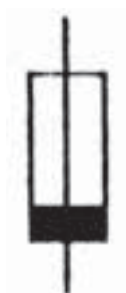
## Cortocircuitos fusibles e interruptores fusibles.



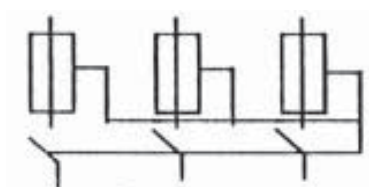
Cortacircuitos fusibles,  
símbolo general.



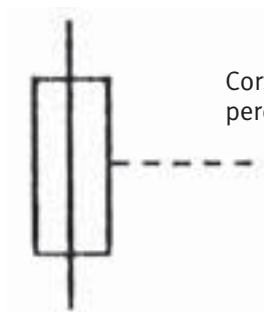
Cortacircuitos fusible  
con percutor con  
circuito de señal-  
ización independiente.



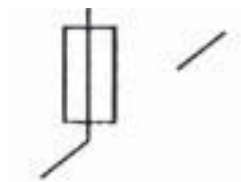
Extremo de cortacircuitos  
fusibles que,  
después de la fusión  
queda bajo tensión,  
se indica por un trazo  
reforzado.



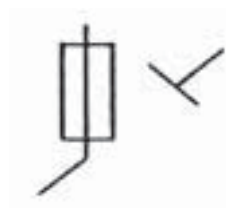
Interruptor tripolar de  
apertura automática  
por cualquiera de  
fusibles con percutor



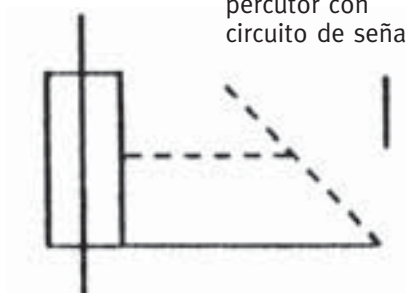
Cortacircuitos fusible con  
percutor.



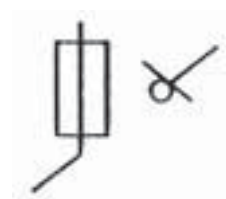
Interruptor - fusible



Seccionador - fusible



Cortacircuitos fusible con  
percutor con  
circuito de señalización,  
en  
conexión  
con punto  
común.



Seccionador bajo  
carga - fusible

## Intensidad de fusibles en función de la intensidad de los motores

Intensidad a plena carga del motor	Para motores con inducido en cortocircuito arranque directo		Para motores con inducido en cortocircuito con arrancador o motores con anillos con resistencia de arranque	
Ampere	Fusibles Normal Ampere	Fusibles Retardado Ampere	Fusibles Normal Ampere	Fusibles Retardado Ampere
1	4	4	-	-
2	6	4	-	-
4	15	6	10	6
6	20	10	15	10
8	25	15	15	15
10	25	15	20	15
12	35	20	20	15
14	50	25	25	20
16	50	30	25	20
18	50	35	25	20
20	50	35	25	25
24	60	50	30	25
28	80	50	35	35
32	80	50	35	35
36	80	60	50	50
40	100	60	50	50
45	100	80	50	50
50	125	80	60	60
55	125	80	60	60
60	125	80	60	60
65	125	80	80	80
70	125	100	80	80
75	125	100	80	80
80	160	100	80	80
85	160	100	100	100
90	160	100	100	100
95	160	100	100	100
100	160	100	100	100

Magnitud		Unidad		Relaciones
Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo	
Intensidad de corriente	I	Ampere	A	$1A = \frac{1V}{1\Omega}$ $1A = \frac{1C}{1seg}$
		Miliampere	mA	$1mA = 0,001A$
Fuerza electromotriz Tensión	E U	Volt	V	$1V = 1A \times 1\Omega$ $1V = \frac{1C}{1F}$
		Kilovolt	kV	$1kV = 1000V$
Resistencia	R	Ohm	$\Omega$	$1\Omega = \frac{1V}{1A}$ $1k\Omega = 1000\Omega$
		Kiloohm		
		Megohm	M $\Omega$	$1M\Omega = 1.000.000\Omega$
		Microhm	$\mu\Omega$	$1\mu\Omega = 0,000.001\Omega$
Potencia (para corr. alt.: Potenc. activa)	P	Watt	W	Para c. cont.: $1W = 1V \times 1A$ Para c. alt.: $1W = 1V \times 1A \times \cos \varphi^*$ $1W = \frac{1cv}{736}$ $1cv = 75 \text{ kgm/seg}$
		Kilowatt	kW	$1kW = 1000W$ $1CV=0,736kW$
Potencia aparente Potencia reactiva	{	Volt-Ampere	VA	$1VA = 1V \times 1A$ $1VA = \frac{1W}{\cos \varphi^*}$
		Kilovolt-Ampere	kVA	$1kVA = 1000 \text{ VA}$
Energía	W	Watt-hora	Wh	$1 \text{ Wh} = W \times 1h$ $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ Joule}$ $1 \text{ Wh} = 367 \text{ kg} \times \text{m}$
		Kilowatt-hora	kWh	$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh}$ $1 \text{ kWh} = 869 \text{ calorías}$
Capacidad	C	Farad	F	$1F = \frac{1C}{1V}$
		Microfarad	$\mu F$	$1\mu F = 0,000.001 \text{ F}$
Inductancia	L	Henry	H	$\frac{\oint}{I} = \frac{\text{Flujo magnético}}{\text{Corriente}} = \frac{\text{Maxhuel}}{\text{Amper}}$
Frecuencia	f	Hertz	Hz	$1Hz = 1 \text{ ciclo/seg}$ $1\text{kilociclo} = 1000\text{ciclos}$

## Formularios datos y tablas de utilidad práctica

Diámetro interno en mm y designación comercial de caños de acero normales

Designación Comercial en Pulgadas	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4	1 1/2	2
Tipo pesado: Diámetro interior (mm)	15,8	-	20,9	-	26,6	35	40,9	25,5
Tipo semipesado (RS): Diámetro Interior (mm)	9,8	12,6	15,3	18,5	21,7	28	34	46
Tipo Liviano (RL): Diámetro Interior (mm)	10,7	13,9	17	20,9	23,4	29,2	35,6	47,8

Aproximada relación de sección de conductores entre mm<sup>2</sup> y galga AWG (de EE.UU.)

mm <sup>2</sup>	Tamaño alambre AWG
0.5	20
0.75	18
1.0	-
1.5	16
2.5	14
4	12
6	10
10	8
16	6
25	4
35	2



## Formularios para el cálculo de caída de tensión y sección de conductores

**1º Para corriente continua y alterna, distribución bipolar.  
(Carga no inductiva)****a) Conocida la intensidad**

$$\text{Caída de tensión (Volt)} = \frac{2 \cdot L \cdot I}{c \cdot s}$$

$$\text{Sección del conductor (mm}^2\text{)} = \frac{2 \cdot L \cdot I}{c \cdot e}$$

**b) Conocida la potencia**

$$\text{Caída de tensión (Volt)} = \frac{2 \cdot L \cdot P}{c \cdot s \cdot U}$$

$$\text{Sección del conductor (mm}^2\text{)} = \frac{2 \cdot L \cdot P}{c \cdot e \cdot U}$$

**2º Para corriente alterna trifásica  
(Carga simétrica)****a) Conocida la intensidad**

$$\text{Caída de tensión (Volt)} = \frac{L \cdot I}{c \cdot s}$$

**b) Conocida la potencia**

$$\text{Caída de tensión (Volt)} = \frac{L}{c \cdot s} \cdot \frac{P \cdot \sqrt{3}}{U \cdot \cos \varphi}$$

$$\text{Sección del conductor (mm}^2\text{)} = \frac{L}{c \cdot e} \cdot \frac{P \cdot \sqrt{3}}{U \cdot \cos \varphi}$$

**Las abreviaturas empleadas significan:**

L = Distancia simple entre los puntos en que se mide la caída de tensión (metros).

I = Intensidad de corriente, en Ampere, de línea.

c = Conductibilidad eléctrica (cobre c = 58).

s = Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>.

e = Caída de tensión (en el caso de corriente trifásica, la caída que experimenta la tensión por fase).

P = Potencia en Watt.

U = Tensión de servicio en Volt (en el caso de corriente trifásica es la tensión entre fases).

## Conversión de fracciones de pulgadas y decimales de pulgadas a mm

Pulg.	Deci- males	mm	Pulg.	Deci- males	mm	Pulg.	Deci- males	mm	Pulg.	Deci- males	mm
1/64	0.015	0.396	17/64	0.266	6.746	33/64	0.516	13.096	49/64	0.766	19.446
1/32	0.031	0.793	9/32	0.281	7.143	17/32	0.531	13.492	25/32	0.781	19.842
3/64	0.047	1.190	19/64	0.297	7.540	35/64	0.547	13.890	51/64	0.797	20.239
1/16	0.063	1.587	5/16	0.313	7.937	9/16	0.563	14.287	13/16	0.813	20.637
5/64	0.078	1.984	21/64	0.328	8.334	37/64	0.578	14.683	53/64	0.823	21.033
3/32	0.094	2.381	11/32	0.344	8.730	19/32	0.594	15.080	27/32	0.844	21.429
7/64	0.109	2.778	23/64	0.359	9.127	39/64	0.609	15.477	55/64	0.859	21.827
1/8	0.125	3.175	3/8	0.375	9.525	5/8	0.625	15.875	7/8	0.875	22.225
9/64	0.141	3.571	25/64	0.391	9.921	41/64	0.641	16.271	57/64	0.891	22.621
5/32	0.156	3.968	13/32	0.406	10.318	21/32	0.656	16.667	29/32	0.906	23.017
11/64	0.172	4.365	27/64	0.422	10.715	43/64	0.672	17.064	59/64	0.922	23.414
3/16	0.188	4.762	7/16	0.438	11.112	11/16	0.688	17.462	15/16	0.938	23.812
13/64	0.203	5.159	29/64	0.453	11.508	45/64	0.703	17.858	61/64	0.953	24.208
7/32	0.219	5.556	15/32	0.469	11.905	23/32	0.719	18.255	31/32	0.969	24.604
15/64	0.234	5.952	31/64	0.484	12.302	47/64	0.734	18.652	63/64	0.984	25.002
1/4	0.250	6.350	1/2	0.500	12.700	3/4	0.750	19.050	1	1.000	25.400

## Esquema de conexiones.



Llave de un Punto 6900

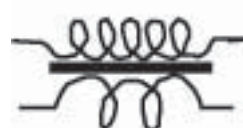

Llave de Combinación  
6901-7001-8001-9001


Pulsador 6902-8002-9002


Tomacorriente Bipolar  
6905 c/tierra

Tomacorriente Bipolar  
con Polo a Tierra 6904

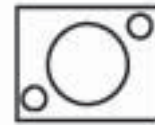

Lámpara o Carga



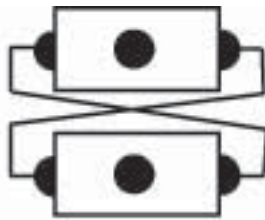
Transformador



Campanilla



Porta arrancador



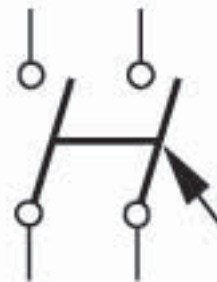
4 Vías



Porta fusible



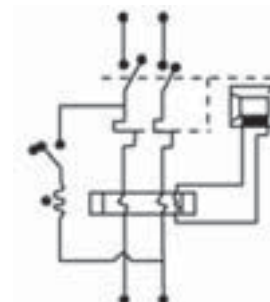
Porta lámpara simple  
para lámpara fluorescente



Interruptor automático termo-magnético bipolar  
(con protección de sobrecarga y cortocircuito)



Porta lámpara combinado  
para lámpara fluorescente



Interruptor automático diferencial bipolar  
(con protección diferencial-sobrecargas y cortocircuito)

## Circuitos de combinación.

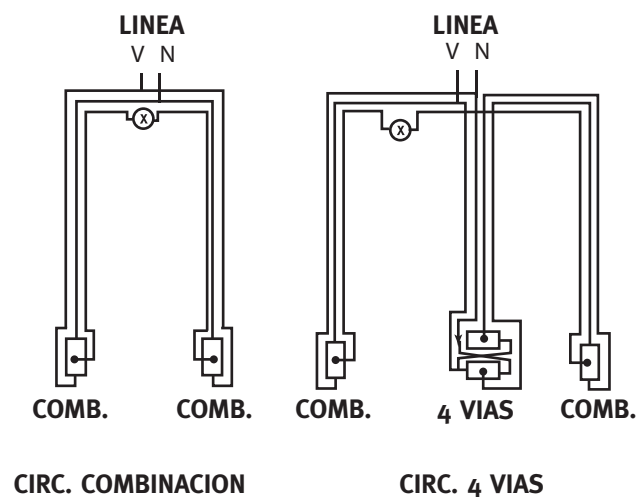
A continuación incluimos esquemas de circuitos realizados con llaves de combinación, las cuales, conectadas dos entre sí, permiten el comando de luces u otra carga desde 2 sitios distintos.

Agregando 1 llave de “4 vías” se podrá comandar una o varias luces desde 3 sitios distintos, e intercalando 2 llaves de “4 vías”, desde 4 sitios. Para el comando de luces desde más de 4 sitios, deberá intercalarse en el circuito 1 llave de “4 vías” por cada punto de mando adicional requerido.

Cuídese de no realizar las conexiones en la forma incorrecta que muestran los esquemas de la derecha, en los que el polo neutro va también a llave. Lo correcto es que este polo vaya conectado directa y únicamente a las luces o cargas, haciendo que las llaves corten siempre el polo vivo.

Incluimos también circuitos con intercalación de Tomas Bipolares y con Polo a Tierra.

Forma incorrecta de conexión.

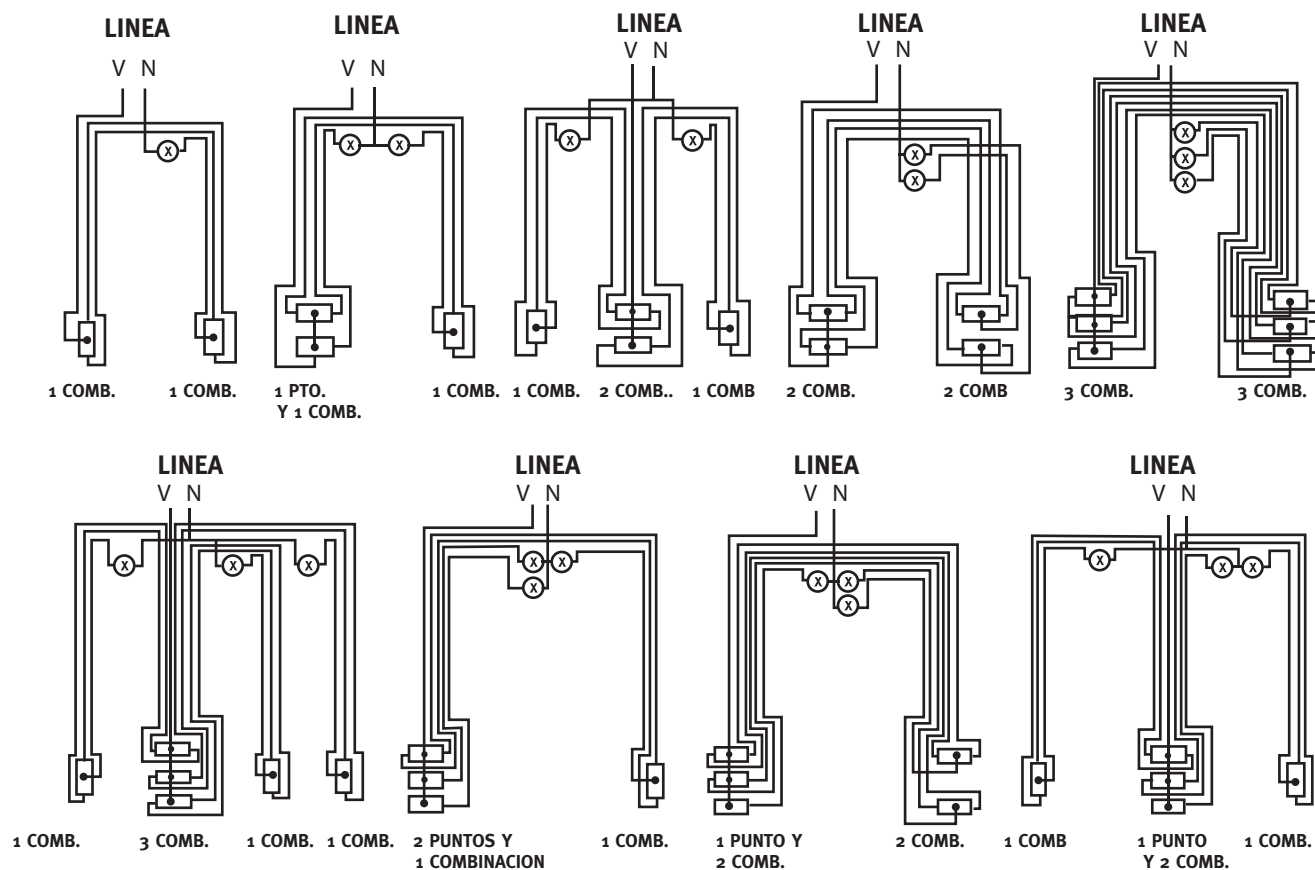


**V: Polo Vivo**

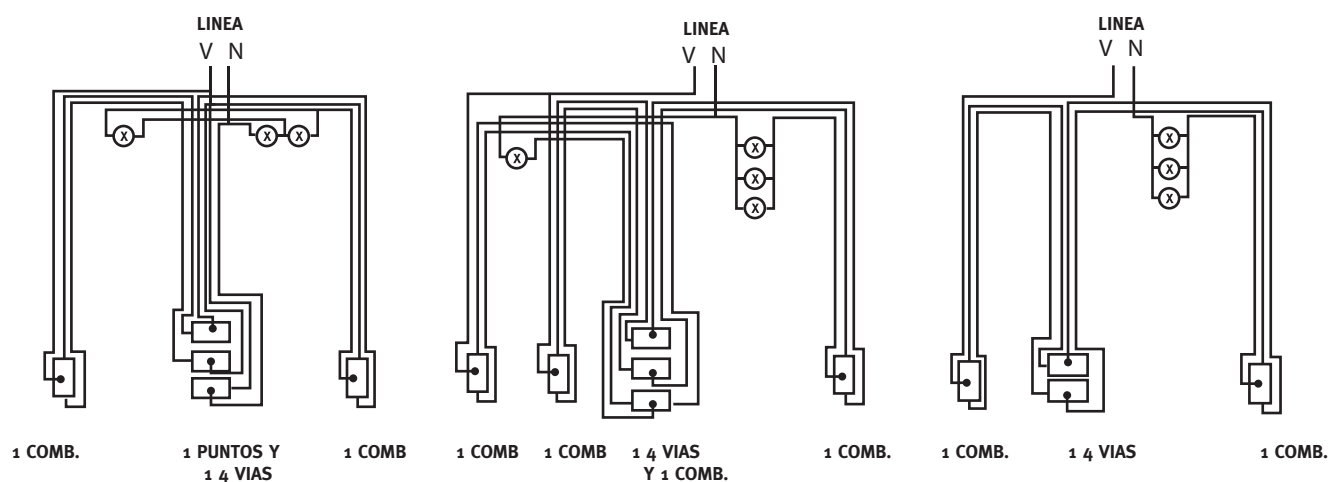
**N: Polo Neutro**

## Circuitos básicos de combinación

Alternativa: Interruptor de combinación múltiple Cambre 6946 (Instalación simplificada)



Con llaves de 4 vías.

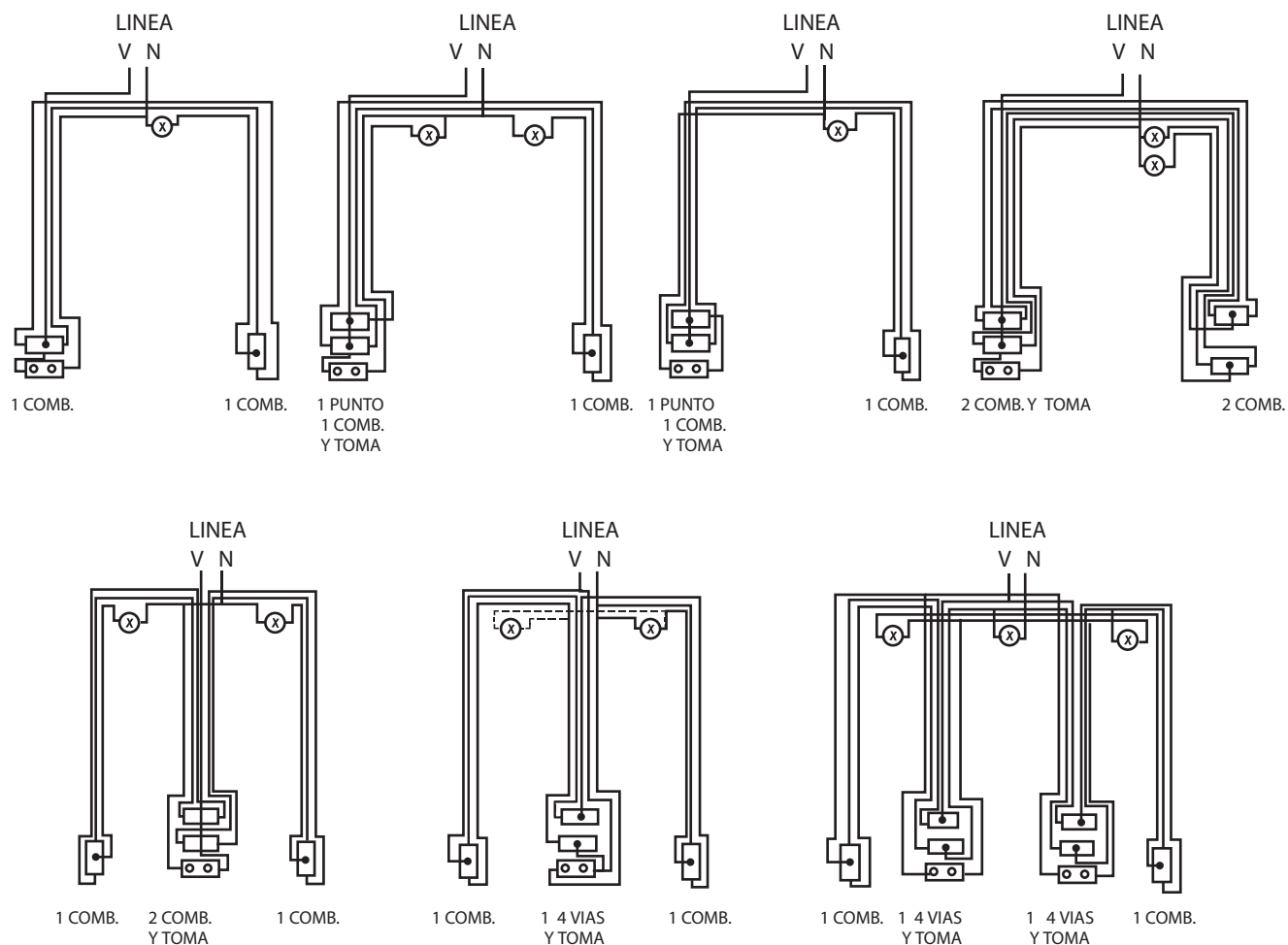


3 ESTACIONES

4 ESTACIONES

3 ESTACIONES

## Llaves de combinación y tomas bipolares

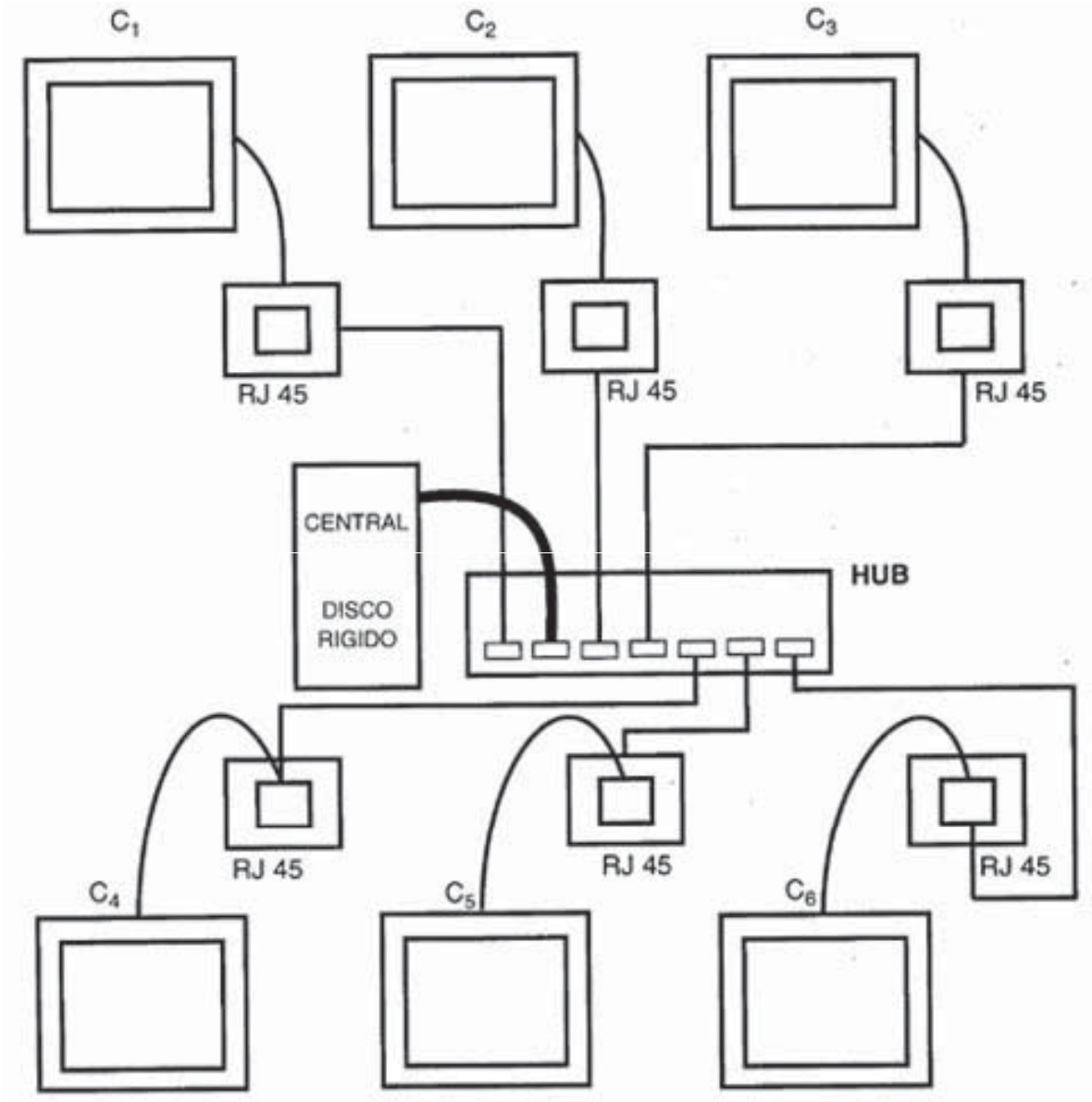


**Nota:** todas las tomas deben llevar tierra

Anexo H

Algunas aplicaciones de productos Cambre.

Toma interconexión de redes RJ 45



C1 a C6 - Pantalla PC

IEC DUS 11801	Clasificación: <b>CAT 5</b>	
	- Frecuencia permitida	=<100 mhz
	- Nivel permitido de datos	=<100 MBIT/S
	- Atenuación transversal de llamada	40DB
	- Pérdida de inserción (aF max)	0.4DB
		<b>RJ45 ISO 8877</b>

Estos valores son para cables de impedancia 100 o 120 ohm ± 15% hasta 90 m desde el toma.

## Interruptor por radiación infrarroja con temporizador Código Cambre 6942

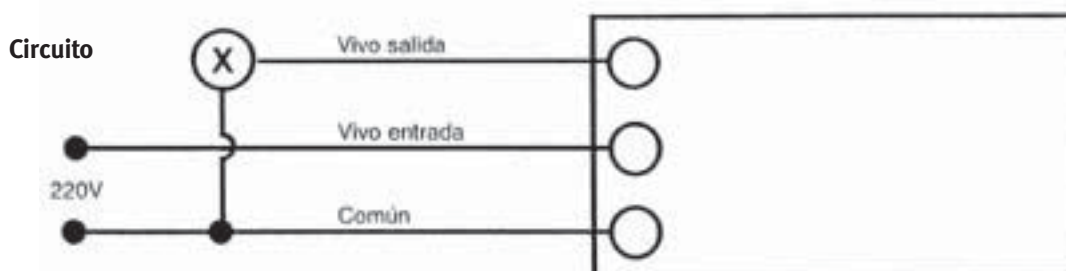
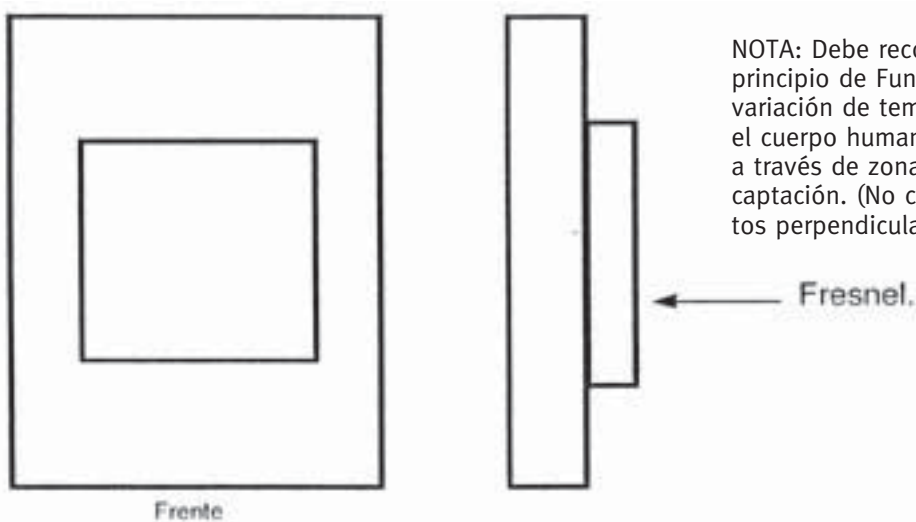
Para encender una luz o accionar un relé se requiere solo el movimiento de una persona delante del sensor del interruptor (Fresnel) en un ángulo determinado ( $110^\circ$ )

Aplicada a:

- 1) Luz de paller - pasillos.
- 2) Entrada de cosas - garajes.
- 3) Escaleras con poca visibilidad.
- 4) Extractor de aire y baños.
- 5) Luces de baños.
- 6) Detección de personas intrusas.

NOTAS:

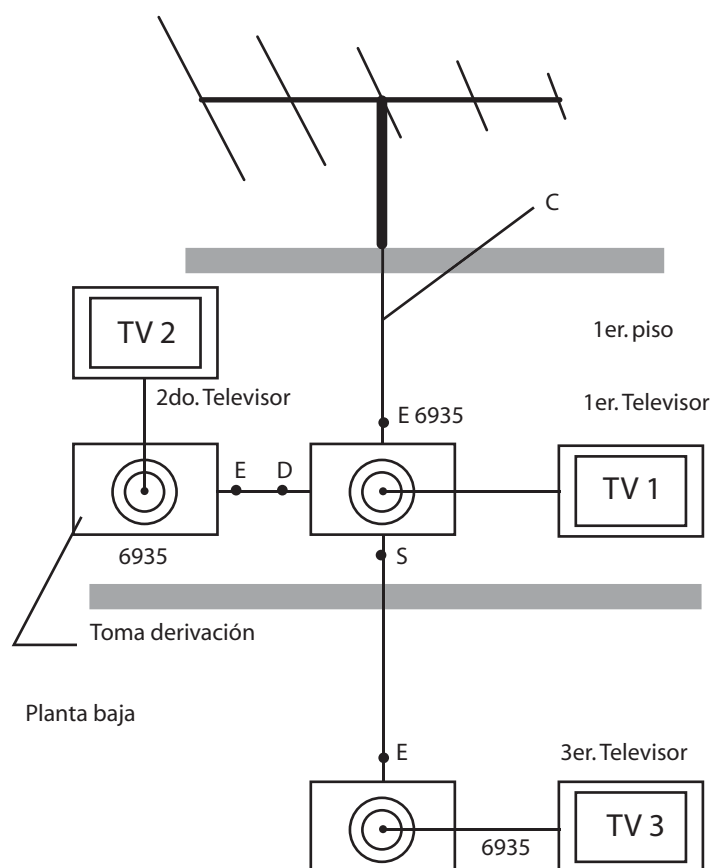
- 1) Potencia de control:  
No superar a 1500 Watt -  $\cos Q=1$   
No superar a 1000 Watt -  $\cos Q=0.7$
- 2) Acciona con 220VCA de tensión de línea = 10%.
- 3) Distancia de captación a máxima sensibilidad: 5,5 a 6 mt.
- 4) Tiempo de actuación regulable: 15 seg. a 10 minutos.
- 5) Sensibilidad regulable.
- 6) Aplicación de embutir, en caja de 10 x 5 cm.





## Circuitos de instalación de toma con atenuación (Código 6935)

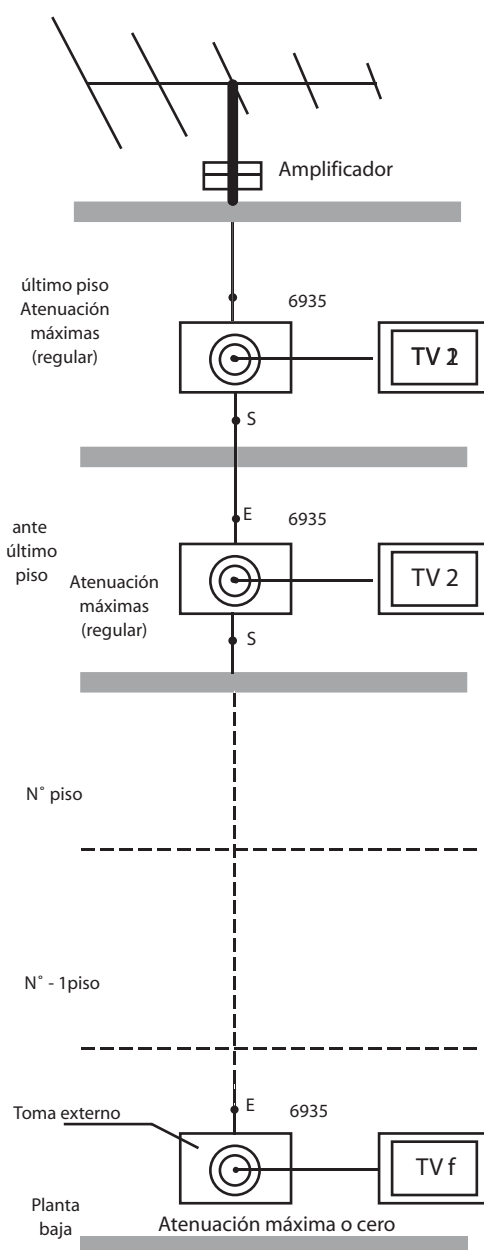
## A) Casa Unifamiliar



E- Borne de entrada  
 S- Borne de salida  
 D- Borne de derivación  
 C- Cable coaxil 75 ohm/mt

## NOTA:

- 1) Para derivar al 2do. televisor, salir del toma 6935 en el borne de derivación y cortar R5
- 2) Para pasar al 3er. televisor, salir del borne de salida del 1er. toma.

**B) Edificio con Antena Colectiva**

Toma derivación:

En casa unifamiliar: Se corta R5 y no se atenúa.

En Edificio con Antena Colectiva:

Se corta R5 y se regula atenuación según ubicación del toma al amplificador.

Toma Extremo:

Se deja R5 y se prueba con atenuación mínima (sin cortes).

## Consideraciones generales

- a) Un cable coaxial de buena calidad (RG59) - 75/mt pierde aproximadamente 0,2db por mt, a esta pérdida debe agregarse la de otros componentes de la instalación, como, mezcladores, derivadores, tomas, etc.
- b) La pérdida de un toma es en promedio de 1db.
- c) Terminado el cálculo de las pérdidas de señal, se calculan las ganancias para colocar el amplificador adecuado en la bajada de la antenna y lograr en el último televisor de la planta baja que la señal de llegada sea (60 a 75db).
- d) Hay amplificadores de 15 y de 30 decibeles (db) de ganancia.
- e) El toma 6935, si no se corta, ni el puente ó las (4) resistencias tiene mínimo de atenuación ~ 2bd y cortando se obtienen:

### Atenuación

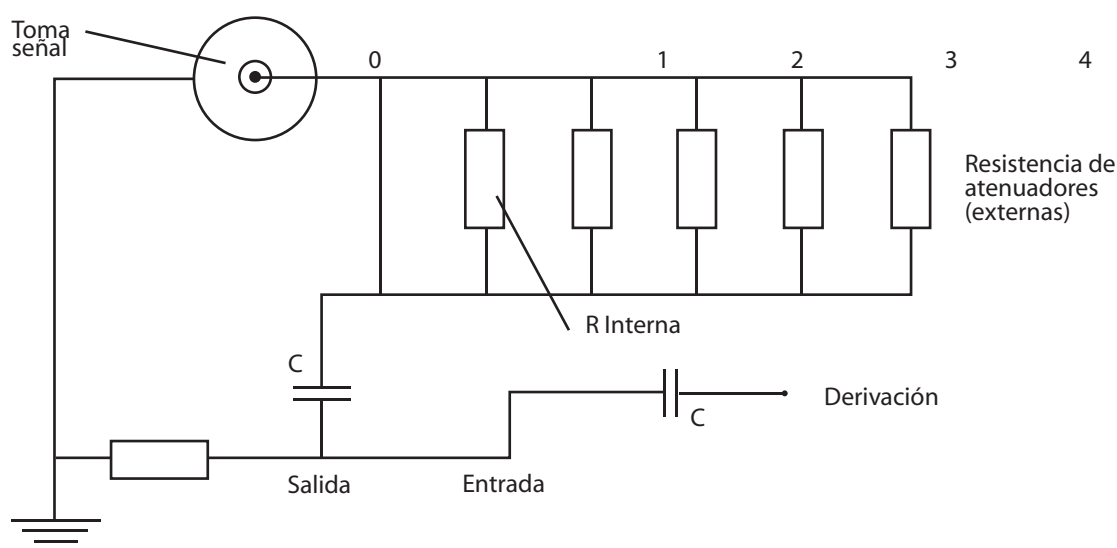
Cortar en 0 .....	3db - pisos inferiores
Cortar en 0 y 1.....	6db - pisos intermedios
Cortar en 0,1 y 2 .....	10db - pisos intermedios
Cortar en 0,1,2 y 3 .....	15db - pisos superiores
Cortar en 0,1,2,3 y 4 .....	20db - pisos superiores

- f) En el caso de llegar una señal débil (excesiva pérdida ó atenuación) se pierde el color y la definición de la imagen, algo similar ocurre cuando está saturada. En este caso estamos con un televisor cerca del amplificador y no tenemos suficiente atenuación.

### Dimensiones:

Doble módulo, permite en la caja de (10x5) embutida, colocar otros (2) dos módulos cualquiera de la línea Siglo XXI, ó, de la línea Bauhaus (Interruptor 6011) ó uno (1) código 6021.

## Circuito de conexión



## Interruptor de combinación múltiple (código 6946)

NOTA: Este producto soluciona los circuitos complicados de Pág. 90 para 3 y 4 estaciones.

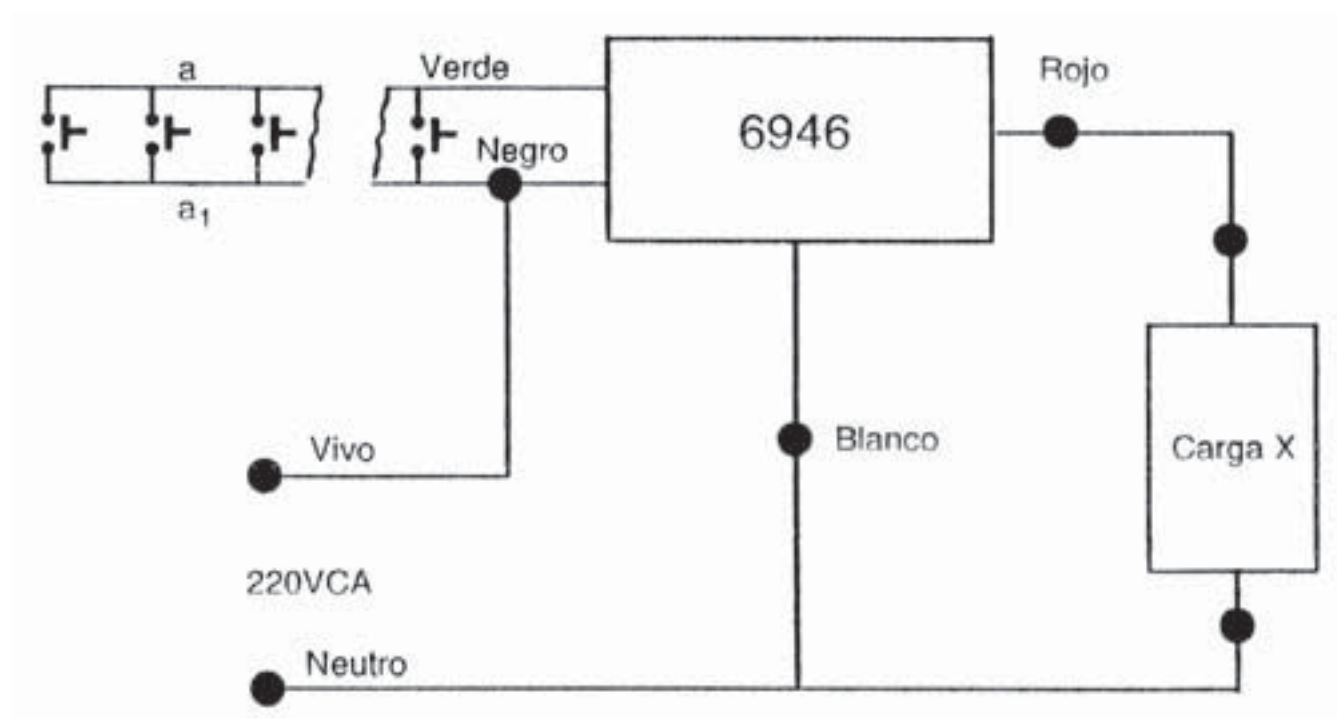
**Aplicación:** Este interruptor (enciende y apaga desde varios lugares de la instalación; con un cableado muy simple, dos conductores (a y a1)

$$\text{Una carga de } X = \begin{cases} 1200 \text{ Watt} - \text{ Lámparas incandescentes} \\ 800 \text{ Watt} - \text{ Lámparas dicroicas} \\ 400 \text{ Watt} - \text{ Tubos fluorescentes} \end{cases}$$

**Maniobra:** El encendido y apagado se realiza con varios pulsadores (de la línea Cambre) colocados en la instalación.

**Ventajas:** Simplifica el conexionado que se realiza únicamente con dos (2) conductores de 0,5mm<sup>2</sup> en donde se conectan en paralelo los pulsadores.

**Dimensiones:** Doble módulo, permite en la caja de (10x5) embutida, colocar otros (2) dos módulos cualquiera de la línea Siglo XXI (Línea de Lujo) ó de la Serie Condor (Interruptor 9000) ó uno (1) código 8000.



## Protección de baja tensión y sobre tensión (6944)

**Aplicación:** Este producto se utiliza para;

I) Proteger en caso de baja tensión (menos de 180VCA) a motores de; heladeras-freezer, lavarropas, que por ser fijos y sin atención del usuario, pueden sobrecalentarse y aún quemarse.

II) Proteger en caso de sobre tensión (más de 240VCA) a televisores, centro musicales, video caseteras que con tensiones de (280 a 380VCA) pueden quedar inutilizadas, por levantamiento de neutro, etc.

**Actuación:**

a) Actúa automáticamente por fuera de los límites mencionados (180 a 240VCA) y corta la alimentación, y se enciende el led rojo.

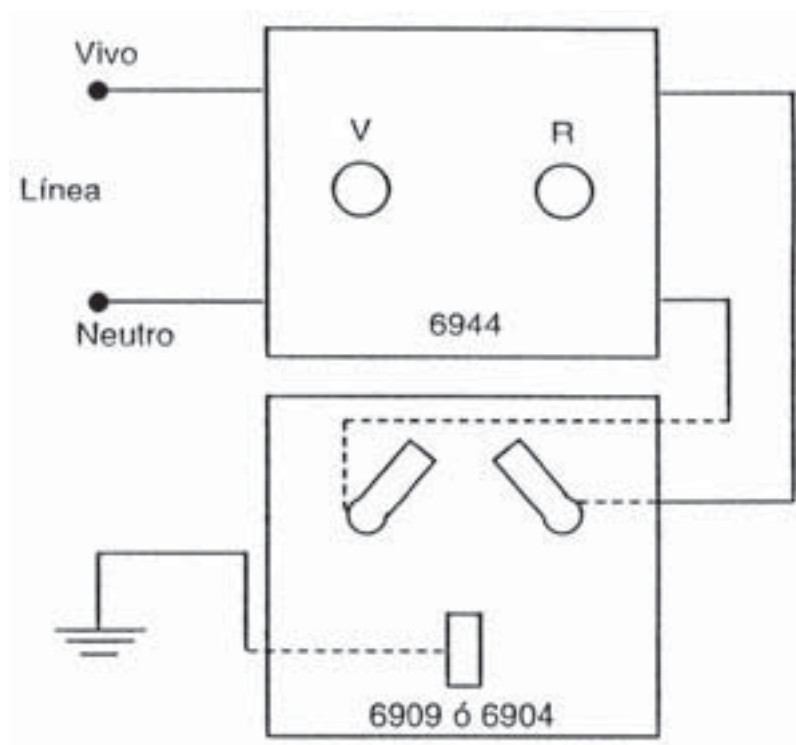
b) Cuando vuelve la tensión entre dichos límites conecta automáticamente y se enciende el led verde.

c) Si baja la tensión a menos de 180VCA no corta hasta pasado los 10 segundos y si vuelve la tensión a más de 180VCA no enciende hasta pasado un tiempo de 1 a 1 1/2 minuto.

(No actúa ante transitorios)

d) Si se eleva la tensión bruscamente por encima de 240VCA, corta instantáneamente (1 seg.) y también en el caso de bajar de 240VCA, se demora 1 a 1/2 minuto en reconectarse.

e) Al conectarse inicialmente está en rojo 1 a 1/2 minuto y luego pasa a verde.



**Máxima carga:** 0,75HP ó 550VA

**Dimensiones:** Doble módulo, se monta con toma corriente 6909 ó 6904 en caja de 10x5 embutida en la Línea Siglo XXI ó de la Línea Bauhaus.

## Nuevo uso del interruptor Siglo XXI ó Bauhaus

Respondiendo a la Norma IEC 669-1-93 los interruptores tienen que tener la aptitud de encender y a pagar circuitos de iluminación con cargas de capacitores en paralelo (para corregir el Factor de Potencia). Estas nuevas exigencias se satisfacen si el diseño del interruptor cumple con 5000 accionamientos que abarcan un cierre y una apertura sobre un capacitor de  $70\mu\text{F} \pm 10\%$  y un circuito R y L en paralelo con aquel para I Nominales capacitores de 6A.

$I_{nx} = 6\text{A} - C = 70\mu\text{F} \pm 10\% - R_2$  y  $L_1$  de valores para lograr  $\cos j = 0,90 \pm 0,05 - R_3 = 0,25 \text{ ohm}$   
Esto equivale a poder comandar un circuito de alumbrado que tenga las características siguientes.

	Tipo Iluminación	Nº tubos
Fluorescente	40W	16
Fluorescente	65W	10
Fluorescente	105W	5
Mercurio	125W	7
Mercurio	250W	4
Mercurio	400W	2
Sodio alta presión	250W	2
Sodio alta presión	400W	1

NOTA: Luego de las 5000 accionamientos el contacto fijo y móvil, visto en el microscopio muestra una erosión importante, pero el interruptor sigue actuando correctamente.

## Características técnicas de la Línea Siglo XXI, Siglo XXII y Bauhaus.

**Descripción:** Línea de Tomacorrientes, Interruptores y accesorios de TE, TV, FM, Dimmers, Detectores de Proximidad, Detectores de Gas, Protectores de Baja Tensión y Sobre Tensión, etc.  
-Embutida - Modular - Montaje a Clip.

- A) Línea de Lujo, apta para montar de uno a cuatro módulos.
- B) Línea Mignon de Lujo, apta para montar de uno a dos módulos.
- C) Línea Standard, con montaje a tornillos de plástico.
- D) Línea Exterior, de capuchones para montar uno a dos módulos.

### Descripción de Características Técnicas:

#### I) Interruptores:

Construcción:

A)- Cuerpo y Tecla en Material inyectado en Policarbonato-Autoextinguible (Foto A) según IEC 695-2-1 (Ensayo de Punta Incandescente) y UL 94-(V1) y Ensayo de Corrientes de Fuga Superficiales (175 VCA - 50 gotas) (IEC 309 - Part I) - CEE Public. (10-17-20-22) y UL-746 A (parágrafo 24) - (Foto B).

B)- Doble Contactos de Plata (Ag 1000).

Funcionamiento: 20.000 accionamientos con carga de  $I_n=10$  Amper - Factor de Potencia=0.60.

Especificaciones: Cumple con Norma IRAM 2007 del 12/1984, basada en las Normas Internacionales: UL 20/70 (SNAP SWITCHES) y CEE 14 (SWITCHES FOR DOMESTIC AND SIMILAR PURPOSES).

#### II) Tomacorrientes:

Construcción:

- Cuerpo realizado en Material plástico de ingeniería=policarbonato

- Frente en Material inyectado en Policarbonato-Autoextinguible según IEC 695-2-1 y UL 94-(V1) y Ensayo de Corrientes de Fuga Superficiales.

Especificaciones: Cumple con las Normas IRAM 2006 (1985) y 2007 (1984).

#### III) Calidad:

La Dirección de la Empresa entiende a la Calidad como al conjunto de características de un producto que permiten satisfacer los requerimientos del consumidor. El control de los materiales recibidos de proveedores, el control del proceso de fabricación de las distintas piezas y los conjuntos ensamblados, y, el control final permiten asegurar la calidad final de nuestros productos.

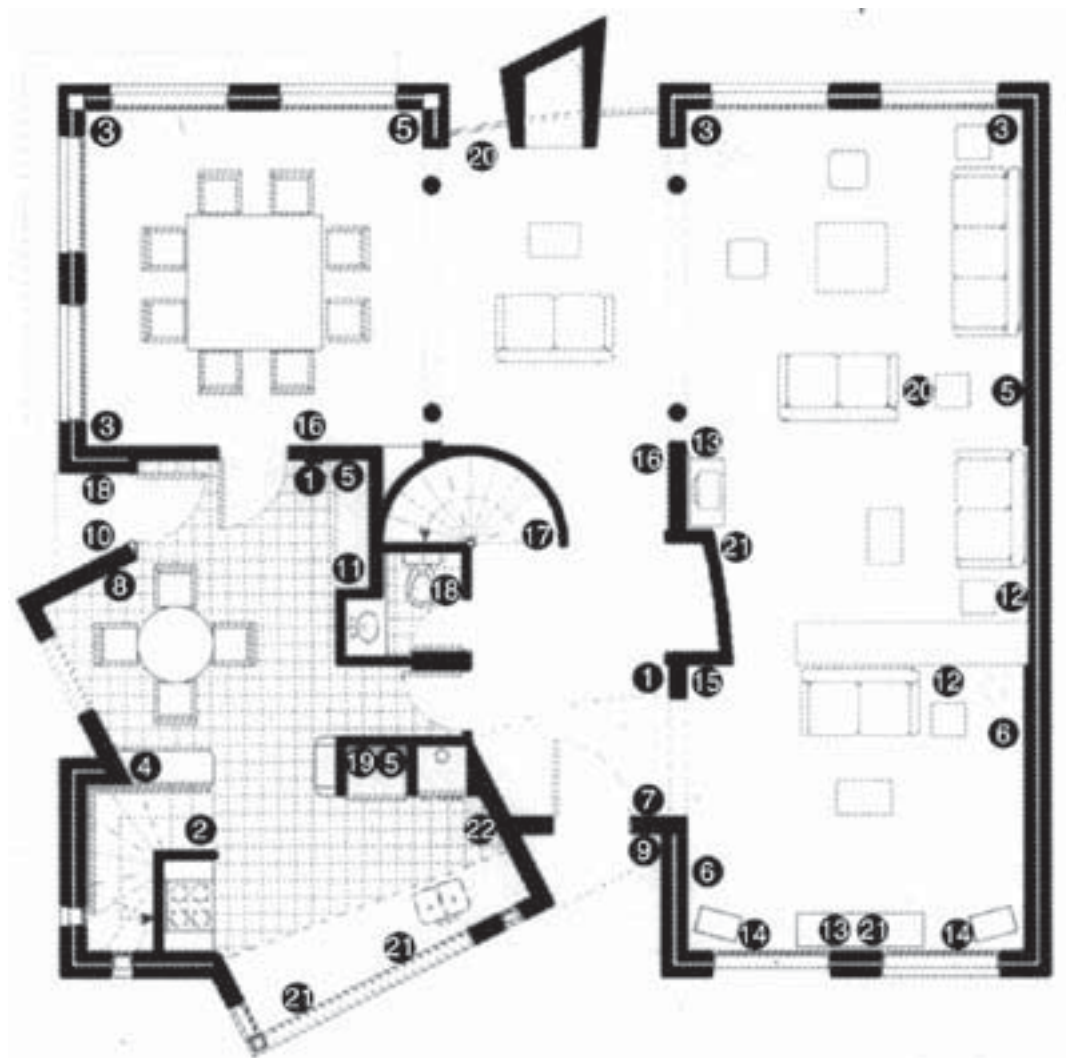
#### IV) Productividad:

La permanente acción en mejorar las técnicas de producción con nuevas herramientas y dispositivos, permite asegurar la óptima Relación Costo/Calidad.

#### V) Nuevos Desarrollos:

La visita a Centros Internacionales de Fabricación y Diseño, permite estudiar y analizar los nuevos productos a desarrollar en el mercado argentino. Cambre tiene como filosofía, la mejora continua de la Calidad de sus Productos y el Servicio a sus Clientes, y busca a través de la Creatividad, lograr la Excelencia total, la Suya y la Nuestra.

Las Líneas Siglo XXI, Siglo XXII y Bauhaus tienen una RESPUESTA a cada NECESIDAD suya...



#### MODULOS EMPLEADOS:

- 1- Interruptor bipolar.
- 2- Interruptor de 2 vías (combinación).
- 3- Tomacorriente bipolar.
- 4- Tomacorriente bipolar con toma de tierra euroamericano.
- 5- Tomacorriente bipolar con toma de tierra.
- 6- Tomacorriente bipolar de seguridad.
- 7- Interruptor unipolar luminoso blanco.
- 8- Interruptor unipolar luminoso transparente.
- 9- Interruptor unipolar pulsador.
- 10- Interruptor unipolar pulsador luminoso rojo.

- 12- Toma de teléfono americano.
- 13- Toma coaxil TV/FM.
- 14- Toma parlante.
- 15- Regulador de intensidad luminosa a perilla.
- 16- Regulador de intensidad luminosa por tacto.
- 17- Automático de escaleras.
- 18- Detector de proximidad.
- 19- Protector de Baja-Tensión y Sobre-Tensión.
- 20- Tomacorriente bipolar de seguridad para piso.
- 21- Tomacorriente múltiple.

Todos los productos Cambre usados para Instalaciones según el Reglamento de la AEA y Resolución 92/98 de la Secretaría de Industrias y Minería y Resolución 207/1995 del ENRE, cumplen con sello de conformidad IRAM.



## Anexo I

### Cálculo de un tablero eléctrico.

#### Verificación de los límites de sobre temperatura.

Referencia:

a) Norma Italiana CEI 23-1996-03

b) Reglamentación instalaciones Eléctricas de Inmuebles AEA del 3/2006.

#### Potencia total disipada en el tablero – (Plot)

Esta es la suma de la potencia en los dispositivos de maniobra y protección (termomagnéticas y diferenciales, etc.) y debe tenerse en cuenta los factores de simultaneidad (K) y utilización (Ke). Además debe considerarse un aumento del 20% sobre el valor anterior, por conexiones (tomacorrientes y fichas), relé, timr, pequeños aparatos (transformadores de MBTF)

El factor simultaneidad (K) puede fijarse en base a:

Tipo de utilización (habitaciones, oficinas, negocios, industria, etc.)  
De la naturaleza de la carga y su utilización en el día, se tomaron según:

Nº Circuitos Principales	Factor simultaneidad
2 y 3	0,8
4 y 5	0,7
6 a 9	0,6
10 y más	0,5

El factor de utilización (Ke) en base a pruebas térmicas se establece en 0,85 y se aplica a la corriente de entrada.

Luego la  $P_{tot} = P_{dp} + 0,2 P_{dp} + P_{au}$

**Y  $P_{total} \leq$  potencia declarada por el fabricante**

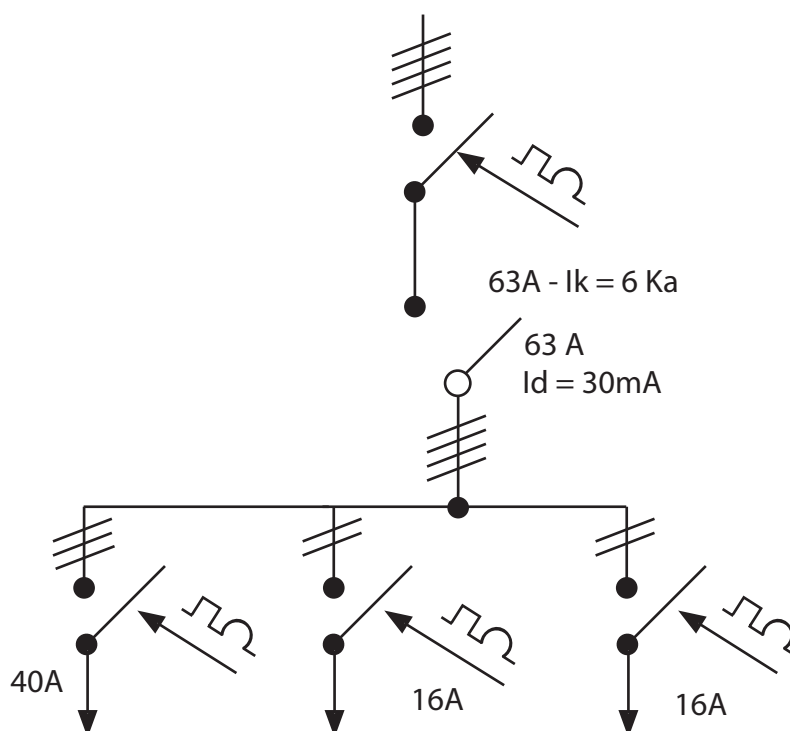
$P_{dp}$ = Potencia disipada en los dispositivos de protección y maniobra (en Watt), teniendo en cuenta el factor de simultaneidad (K) y de utilización (Ke)

$P_{au}$ = Potencia disipada de otros componentes instalados en el tablero, Ojo buey, transformadores y conexiones.

**Ejemplo de cálculo de un tablero eléctrico en base a su calentamiento.**

1º - Se calcula la Pdp (potencia de pérdidas) en los interruptores termomagnéticos en base a tabla adjunta.

Corriente Nominal (A)	Potencia disipada por polo (W)
6	3
10	3
16	3,5
20	4,5
25	4,5
32	6
40	7,5
50	9
63	13

**Ejemplo circuito eléctrico:**

1 – Pdp de interruptor termomagnético 63 A (principal), 4 polos con  $K_e=0,85$ ,  
o sea,  **$I_{real}= 63 \text{ A} \cdot 0,85 = 53,33 \text{ A}$**

$$P_{dp} = \frac{(0,85 \cdot 63 \text{ A})^2}{63} \cdot 4p \cdot 13 \text{ W} = 37,60$$

2 – Pdp de interruptor termomagnético 40 A, 3 polos con  $K_e= 0,85$

$$P_{dp} = \frac{(0,85 \cdot 40)^2}{40} \cdot 3p \cdot 7,5 \text{ W} = 16,25 \text{ W}$$

3 – Pdp de interruptor termomagnético 16 A, 2 polos con  $K_e= 0,85$

$$P_{dp} = \frac{(0,85 \cdot 16)^2}{16} \cdot 2p \cdot 3,5 \text{ W} \cdot 2 u = 10,12$$

$$4 - P_{dp} (1+2+3) = 37,60 + 16,25 + 10,12 \text{ ff } 64 \text{ W}$$

$$P_{total} = P_{dp} + 0,2 P_{dp} + P_{au}$$

$$P_{total} = 64 \text{ W} + 0,2 \cdot 64 + 0 = 76,8 \text{ W}$$

Potencia de disipación declarada por el fabricante, CBOX = 90 W

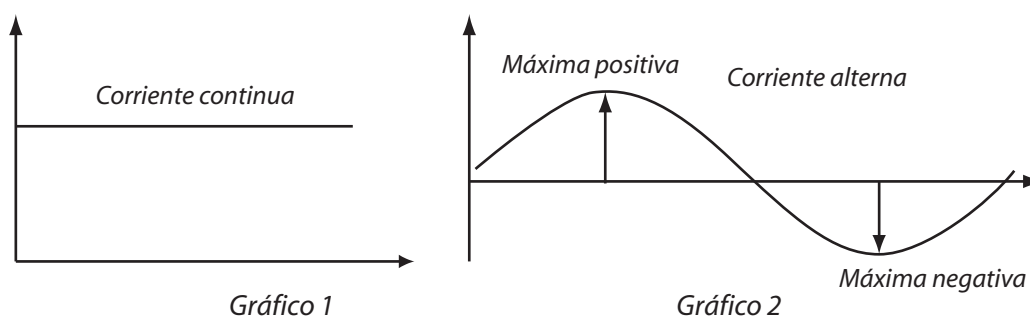
$$P_{total} \leq P_{disipada \text{ declarada}}$$

$$\mathbf{76,8 < 90 \text{ W}}$$

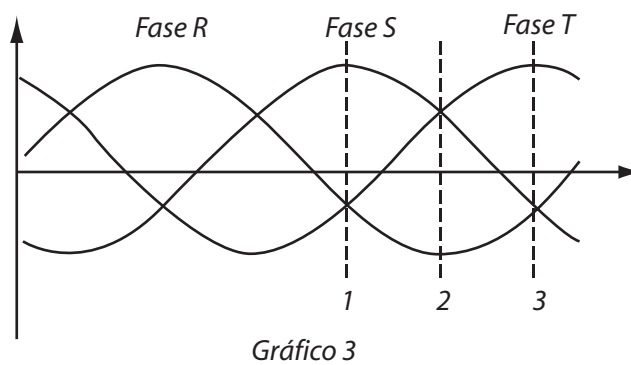
## Anexo J

## Conceptos sobre corrientes armónicas en el neutro en sistemas trifásicos equilibrados.

## Corrientes Puras



Ej: Distribución de corriente trifásica equilibrada.



NOTA: Suma instantánea (puntos 1, 2, 3) siempre es cero.

Hay cargas como: iluminación fluorescente con balastos electrónicos, fuentes de tensión continua conmutadas en donde la corriente ya no es pura sino que está distorsionada.

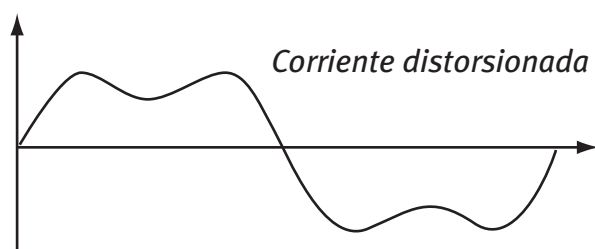


Gráfico 4

Equivale a la corriente fundamental más armónica, la 3ra. en fase.

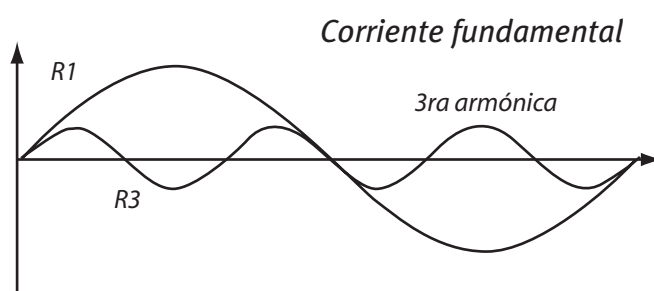


Gráfico 5

La 3ra armónica de cada fase se suman en el conductor neutro con la fundamental, produciendo una señal distorsionada como la del gráfico 4.

## Dimensionado del conductor neutro y de fase.

Tanto los conductores de fase como el neutro, se deben dimensionar según el contenido de la 3er armónica presente en los conductores de línea.

Para porcentajes hasta 33% el cálculo de los 4 conductores se debe hacer en función del conductor de línea. Para porcentajes mayores al 33% de la 3er armónica el cálculo se debe hacer en función de la corriente del neutro corrigiendo la sección de los conductores de línea en base a la tabla 771.16XI (AEA 3/2006)

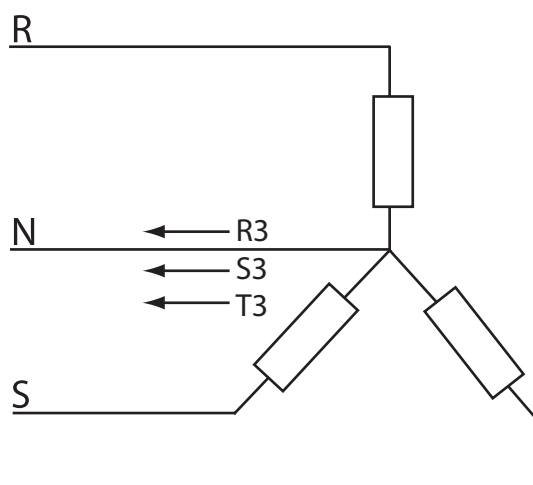


Gráfico 6

Tabla 771.16XI (AEA 3/2006)

Contenido de 3ª armónica en la corriente principal (%)	Factor de corriente	
	Selección en base a la I de Línea.	Selección en base a la I del neutro.
1) $\leq 15\%$	1,00	---
2) $15 \leq \% \leq 33$	0,86	---
3) $33 \leq \% \leq 45$	---	0,86
4) $\% \geq 45$	---	1,00

## Ejemplo de cálculo de circuitos con corrientes armónicas.

De no contarse con datos del fabricante, pueden usarse como orientación los siguientes valores:

Aparato conectado	% de 3ª armónica	% 5a	% 7a	% 9a
Balasto electrónico	50	11	---	8
Equipo informática	85	65	40	20
Variador velocidad	20	40	15	---
UPS	5	---	---	---
Balasto Fe – Cu	20	---	---	---

**Ejemplo 1:**

**Sistema trifásico (380V) cargas equilibradas (10 Kw por fase) con un  $\cos \varphi = 0,85$  y 3ª armónica de 20%**

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = \frac{3000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,85} = 53,48 \text{ A}$$

De tabla 771.16.XI – Línea 2) por 3ª armónica 20% la sección de conductores de fase y neutro se hace en base al de fase y por sobrecalentamiento de 3ª armónica, con un factor de 0,86, o sea:

$$I_{línea} = \frac{53,48}{0,86} = 62,20 \text{ A que corresponde con cable multipolar de}$$

cobre, dispuesto en bandeja tipo escalera, a una sección normal de fase y neutro de 16 mm².

**Ejemplo 2:**

**Con una 3ª armónica del 40%, los conductores se calculan en base a la corriente que circula por el neutro.**

$$I_{neutro} = 53,48 \text{ A} \cdot 0,40 \cdot 3 = 64,18 \text{ A}$$

$$\text{Con } K = 0,86 : I_n = \frac{64,18}{0,86} = 74,62 \text{ A}$$

Que corresponde a un conductor de 25 mm².

**Ejemplo 3:**

**Con una 3ª armónica del 80%, se procede igual que en el ejemplo 2, o sea:**

$$I_{\text{neutro}} = 53,48 \cdot 0,80 \cdot 3 = 128,35 \text{ A}$$

Con  $K = 1$

Que corresponde a un conductor de  $50 \text{ mm}^2$ .

NOTA: 1) Estos factores de reducción son aplicables por el aporte de calor que el conductor neutro entrega y que no se contemplan en las tablas 771.16.III ya que son para 3 conductores solamente.

2) Los valores de los ejemplos 2 y 3 demuestran la importancia del efecto armónico en el calentamiento del neutro el cual en conductores compactos 3 p + N suele ser un 50 o 60% de la sección de línea.



Anexo K

Consideraciones sobre la corriente de cortocircuito (ICC) en un tablero principal de un inmueble.

Basada en la Norma IEC 60909 y con las condiciones siguientes, se pueden obtener las ICC presunta en los bornes de un transformador de distribución:

- a) Cortocircuito equilibrado.
- b) La U/ no varia durante el cortocircuito.
- c) La resistencia de arco no se considera.
- d) La falla es franca ( R = o ).

Corrientes presuntas de cortocircuitos previstas en los bornes del transformador de distribución.

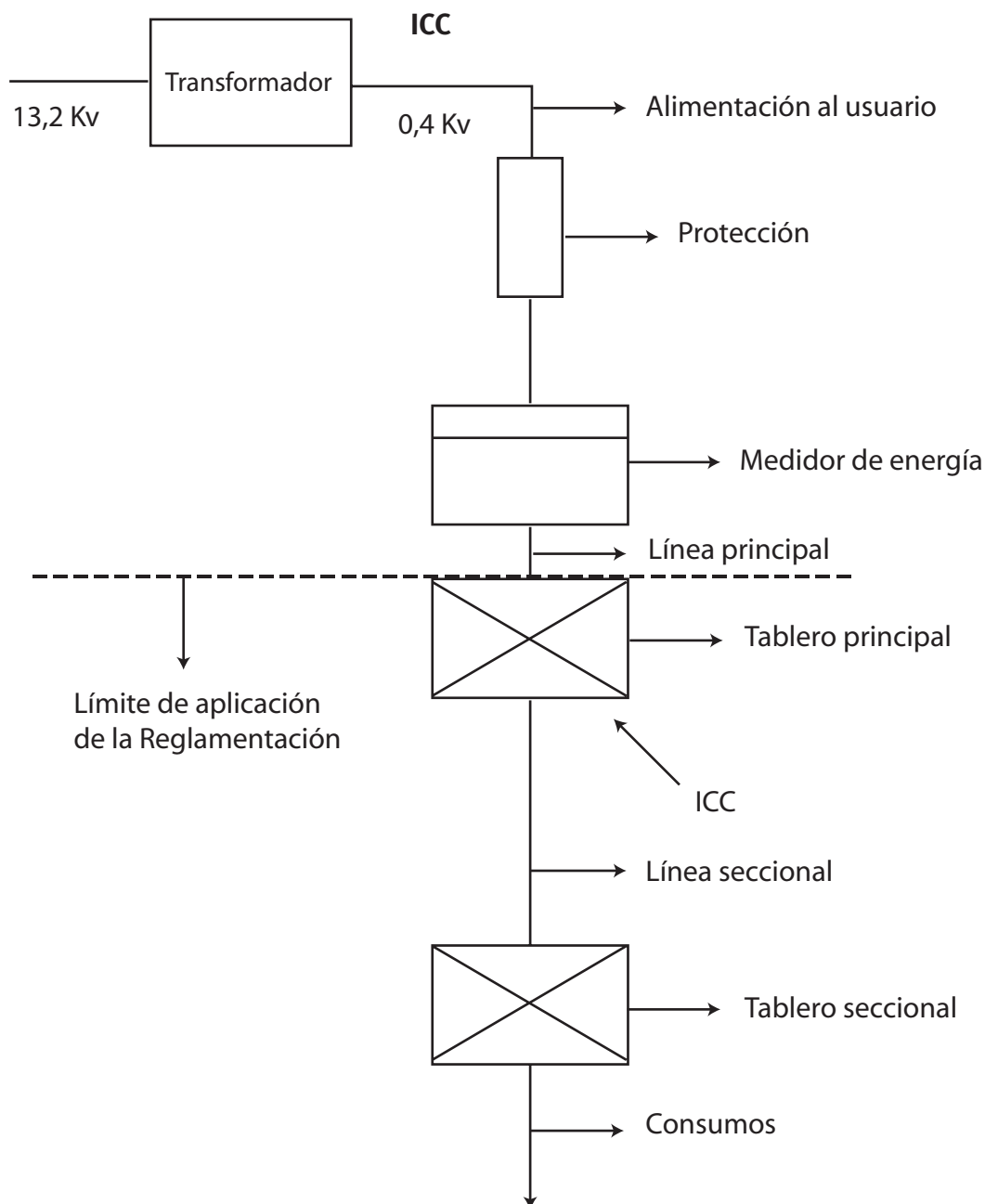
Valores de las máximas corrientes presuntas de cortocircuitos previstas para los transformadores de distribución.

Tabla I

ST (kva)	Ik (ka)
100	3,568
200	7,074
315	11,028
400	13,899
500	17,229
630	21,458
800	21,768
1000	26,838
1250	27,876

ST – Potencia del transformador de distribución.

## Circuito unifilar.



IK de la Tabla I toma en cuenta la impedancia del transformador de media tensión (mt) más la red de alimentación de 13,2 kv.

Partiendo de dicha corriente falta considerar la impedancia de la red alimentación de BT (0,4 kv) hasta el tablero principal de nuestra instalación para obtener la ICC corriente de cortocircuito presunta en el. Esta impedancia está considerada en las tablas siguientes en función del tipo de cable ó conductores – Longitud del tramo y tipo de material.

Daremos como ejemplo una ICC (A) aguas arriba de 11000A con un cable de sección (4 x 16 m2) de alimentación – tipo IRAM 2178 de cobre y una longitud de 22,7 mt (ver Tabla II), la corriente máxima presunta de cortocircuito aguas abajo será 4276 A (ver Tabla III ).

Tabla II

Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud del cable IRAM 2178 – Cobre (m)													
	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,6
4 x 4	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,6
4 x 6	0,8	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	5,0	5,8	6,7	7,5	8,3
4 x 10	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7	6,5	7,2	8,6	10,1	11,5	12,9	14,4
4 x 16	2,3	3,4	4,5	5,7	6,8	7,9	9,1	10,2	11,3	13,6	15,9	18,1	20,4	22,7
3x25 / 16	3,8	5,6	7,5	9,4	11,3	13,1	15,0	16,9	18,8	22,5	26,3	30,1	33,8	37,6
3x35/ 16	5,2	7,8	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8	23,4	26,0	31,2	36,4	41,6	46,8	52,0
3x50/ 25	7,0	10,5	14,0	17,5	21,0	24,5	28,0	31,5	35,0	42,0	49,0	56,0	63,0	70,0
3x70/ 35	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100

Tabla III

Nivel de CC aguas arriba (A)	Corriente de cortocircuito aguas abajo (A)													
	3000	5000	6000	7000	9000	11000	13000	15000	19000	21000	26000	2877	2819	2763
3000	2877	2819	2763	2709	2658	2608	2561	2515	2470	2386	2307	2234	2165	2100
5000	4666	4516	4375	4242	4117	3999	3888	3783	3684	3499	3333	3181	3043	2916
6000	5526	5316	5121	4941	4772	4615	4467	4329	4199	3961	3749	3558	3386	3230
7000	6363	6086	5833	5599	5384	5184	4999	4826	4666	4374	4116	3888	3683	3499
9000	7974	7544	7158	6810	6494	6205	5942	5700	5477	5079	4735	4435	4171	3936
11000	9505	8900	8368	7896	7474	7095	6752	6442	6158	5660	5236	4871	4554	4276
13000	10963	10166	9477	8876	8346	7877	7457	7079	6738	6146	5650	5228	4864	4548
15000	12351	11349	10498	9765	9128	85696	8074	7634	7239	6560	5997	5524	5119	4770
19000	14941	13500	12312	11316	10469	9740	9106	8550	8057	7225	6549	5988	5516	5113
21000	16151	14479	13121	11996	11049	10240	9542	8932	8396	7496	6771	6173	5673	5247
26000	18955	16693	14913	13477	12293	11300	10455	9728	9096	8049	7218	6543	5983	5512

Para el caso de alimentaciones monofásicas, con conductor de 16 mm<sup>2</sup> – 22,5 m – cobre – IRAM 2183 (ver Tabla IV) con ICC aguas arriba de 9000 A, la corriente aguas abajo en el tablero principal será de 4363 A. (Ver Tabla V).

Tabla IV

Sección del Conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud del conductor IRAM 2183 – Cobre (m)													
2 x 4	0,5	0,8	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,5	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5
2 x 6	0,8	1,2	1,6	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1	4,9	5,8	6,6	7,4	8,2
2 x 10	1,4	2,1	2,8	3,6	4,3	5,0	5,7	6,4	7,1	8,5	10,0	11,4	12,8	14,2
2 x 16	2,2	3,4	4,5	5,6	6,7	7,9	9,0	10,1	11,2	13,5	15,7	18,0	20,2	22,5
2 x 25	3,5	5,2	7,0	8,7	10,5	12,2	13,9	15,7	17,4	20,9	24,4	27,9	31,4	34,9
2 x 35	4,9	7,4	9,8	12,3	14,7	17,2	19,6	22,1	24,5	29,5	34,4	39,3	44,2	49,1

Tabla V

Nivel de corto Circuito aguas arriba (A)	Corriente de cortocircuito aguas abajo (A)													
3000	2897	2849	2802	2756	2712	2669	2628	2588	2549	2474	2404	2338	2275	2215
5000	4721	4593	4472	4357	4248	4144	4045	3950	3860	3692	3538	3396	3265	3144
6000	5603	5424	5255	5097	4948	4808	4675	4550	4431	4210	4011	3830	3664	3512
7000	6466	6228	6007	5801	5609	5429	5261	5102	4953	4679	4434	4214	4014	3832
9000	8135	7763	7422	7111	6824	6560	6315	6088	5877	5496	5161	4865	4600	4363
11000	9736	9206	8732	8304	7916	7562	7239	6942	6669	6182	5762	5395	5072	4785
13000	11270	10567	9946	9395	8901	8457	8055	7689	7355	6767	6267	5835	5459	5128
15000	12743	11851	11076	10397	9795	9260	8780	8347	7955	7272	6697	6206	5783	5413
19000	15519	14216	13115	12173	11357	10643	10014	9455	8955	8099	7392	6798	6293	5858
21000	16828	15307	14038	12964	12042	11243	10543	9925	9376	8441	7676	7038	6498	6035
26000	19893	17802	16109	14710	13535	12533	11670	10918	10257	9149	8257	7523	6909	6388
28000	21043	18718	16855	15330	14057	12980	12056	10555	10554	9384	8448	7682	7043	6502

## Anexo L

Cálculo de la capacidad para lograr el  $\cos = 0,95$  en una empresa industrial (pequeña, mediana o grande)

## Corrección del factor de potencia

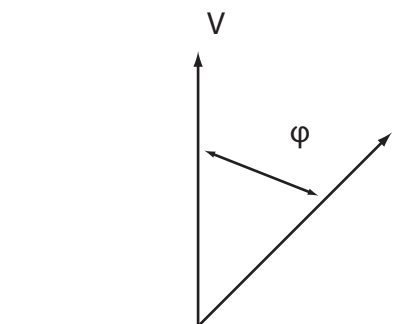
Las cargas que en una industria consumen energía eléctrica, son principalmente:

- motores eléctricos para diversos usos
- iluminación
- fuentes de energía
- soldadoras
- otras

En las cargas mencionadas hay una parte de la energía eléctrica que reciben que se transforma en lo que nos es necesario; movimiento-luz, etc.

Pero hay otra parte que se pierde y no se transforma en el objetivo buscado.

Los motores eléctricos, consumen una potencia eléctrica que llega a su eje como potencia mecánica, llamada activa; pero hay otra necesaria para crear la energía del campo magnético rotativo que es una intermediaria y que crea el concepto de la energía magnetizante que se agrega a la activa ó efectiva y hace circular una corriente mayor por los conductores de la línea. Esta es una energía aparente que le exige a la red y a los transformadores mayores dimensionamientos. Esto significa que la tensión de un motor ya no está más en fase con la corriente y la diferencia de fase se expresa habitualmente como factor de potencia ó  $\cos \phi$ .



Los suministradores de energía eléctrica (Edenor, Edesur, Edelap y otras) multan a las industrias si el  $\cos \phi$  es inferior a 0,85. Por consiguiente debemos conocer en función de la potencia activa (Kw) qué potencia capacitiva debemos intercalar en paralelo sobre nuestro tablero principal para corregir dicho factor de potencia.

La siguiente tabla, entrando por la columna de izquierda y con el factor de potencia existente, permite pasar a factores de potencia mayores.

El valor de la tabla multiplicado por la potencia kW dará la potencia de los capacitores necesaria (kVa) para elevar el factor de potencia existente, al deseado.

Factor de Potencia Existente	Factor de potencia corregido					
	100%	95%	90%	85%	80%	75%
50	1.732	1.403	1.247	1.112	0.982	0.850
52	1.643	1.314	1.158	1.023	0.983	0.761
54	1.558	1.229	1.073	0.938	0.808	0.676
55	1.518	1.189	1.033	0.898	0.768	0.636
56	1.479	1.150	0.994	0.859	0.729	0.597
58	1.404	1.075	0.919	0.784	0.654	0.522
60	1.333	1.004	0.848	0.713	0.583	0.451
62	1.265	0.936	0.780	0.645	0.515	0.383
64	1.201	0.872	0.716	0.581	0.451	0.319
65	1.168	0.839	0.683	0.548	0.418	0.286
66	1.139	0.810	0.654	0.519	0.389	0.257
68	1.078	0.749	0.593	0.458	0.328	0.196
70	1.020	0.691	0.535	0.400	0.270	0.138
72	0.964	0.635	0.479	0.344	0.214	0.082
74	0.909	0.580	0.424	0.289	0.159	0.027
75	0.882	0.553	0.397	0.262	0.132	-
76	0.855	0.526	0.370	0.235	0.105	-
78	0.802	0.473	0.317	0.182	0.052	-
80	0.750	0.421	0.265	0.130	-	-
82	0.698	0.369	0.213	0.078	-	-
84	0.646	0.317	0.161	-	-	-
85	0.620	0.291	0.135	-	-	-
86	0.594	0.265	0.109	-	-	-
88	0.540	0.211	0.055	-	-	-
90	0.485	0.156	-	-	-	-
92	0.426	0.097	-	-	-	-
94	0.363	0.034	-	-	-	-
95	0.329	-	-	-	-	-

NOTA: 1) Factores de potencia inferiores a 0,85 son motivo de multa por las distribuidoras del servicio eléctrico.  
2) Conviene hacer los cálculos para  $\cos \varphi = 0,95$

Ejemplo: para una industria con 500 Kw instalados y con  $\cos \varphi = 0,75$ , si queremos pasar a  $\cos \varphi = 0,95$  debemos multiplicar 500 Kw . 0,553 que es el factor que se obtiene en la tabla, entrando por 75 y pasando a 95% (Factor de potencia corregido).

O sea 500 Kw . 0,553 = 276,50 Kw aparente con capacitivos que debemos intercalar a la salida del tablero principal.

Haremos el cálculo vectorial para justificar los valores de la tabla.

Gráfico I

para  $\cos \varphi = 0,75$

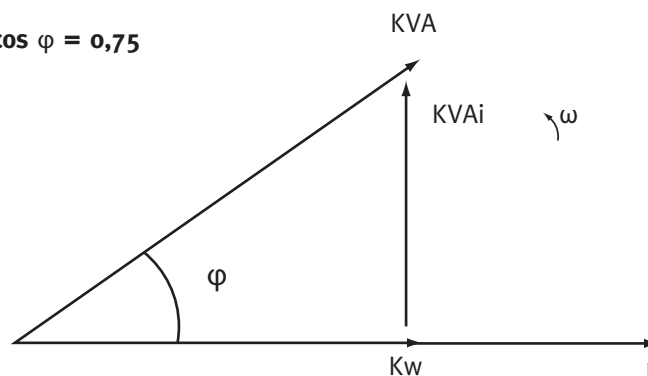
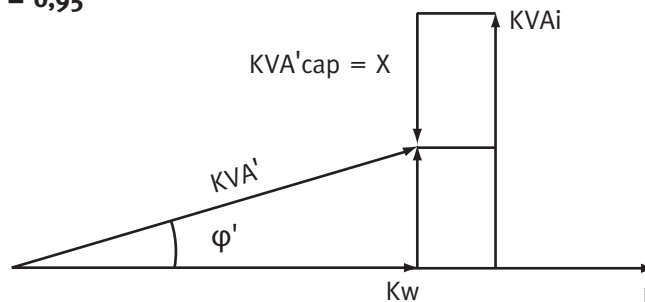


Gráfico II

$\cos \varphi' = 0,95$

$Kw = 500$



De Gráfico I:

$$\cos \varphi = 0,75$$

$$Kw = 500$$

$$\cos \varphi' = \frac{KW}{KVA}$$

$$KVA = \frac{KW}{\cos \varphi} = \frac{500}{0,75} = 667$$

$$KVA^2 = KVAi^2 + Kw^2$$

$$KVAi^2 = KVA^2 - Kw^2$$

$$KVAi = \sqrt{667^2 - 500^2}$$

$$KVAi = \sqrt{444890 - 250.000} = \sqrt{194890} = 441,5 \text{ KVAi}$$

De Gráfico II:

$$\cos \varphi' = 0,95$$

$$Kw = 500$$

$$KVA' = \frac{KW}{\cos \varphi'} = \frac{500}{0,95} = 526$$

$$KVA'i = \sqrt{526^2 - 500^2}$$

$$KVA'i = \sqrt{276676 - 250.000} = \sqrt{26676} = \mathbf{163 \text{ KVA'i}}$$

La potencia capacitiva a introducir (ver gráfico II) será:

$$KVA'cap = KVAi - KVA'i = 441,5 - 163 = 278,5 \text{ Kw}$$

$$K = \frac{278,5}{500} = \mathbf{0,557}$$

en tabla dió  $K = 0,553$



## Anexo M

## Algo más sobre calentamiento en conexiones eléctricas.

Este anexo tratará sobre la importancia de las conexiones eléctricas en cuanto a que ellas originen riesgos de incendios en Instalaciones Eléctricas.

La ley de Joule  $I^2 R$  es la que relaciona la corriente de carga circulando por la unión mecánica de la conexión con la resistencia eléctrica que ofrece esta. El producto de estos dos valores  $I.U$  es la potencia eléctrica que en un cierto tiempo  $T$  origina un calor que puede afectar el aislamiento de los conductores y el cortocircuito de los mismos.

Las Normas de productos tales como: Tomacorrientes, Interruptores termomagnéticos, fichas y contactores, indican los valores de par de apriete que hay que darle a las uniones mecánicas entre conductores y tornillos o elementos de fijación accionados por estos. Estos valores están relacionados con el diámetro de los tornillos, su cabeza y la herramienta utilizada para accionarlos.

Las tablas que se indican a continuación son comunes a los principales accesorios mencionados más arriba.

**Tabla 15 (IEC 60309-1) – Par de Apriete (Torque) para bornes con tornillo**

Diámetro nominal de la rosca (mm)	Par de Apriete (N.m)			Par de Apriete (Kg.cm)		
	I	II	III	I	II	III
Hasta 2,8	0,2	0,4	0,4	2	4	4
Mas de 2,8 a 3,0	0,25	0,5	0,5	2,5	5	5
Mas de 3,0 a 3,2	0,3	0,6	0,6	3	6	6
Mas de 3,2 a 3,6	0,4	0,8	0,8	4	8	8
Mas de 3,6 a 4,1	0,7	1,2	1,2	7	12	12
Mas de 4,1 a 4,7	0,8	1,8	1,8	8	18	18
Mas de 4,7 a 5,3	0,8	2	2	8	20	20
Mas de 5,3 a 6,0	1,2	2,5	3	12	25	30
Mas de 6,0 a 8,0	2,5	3,5	6	25	35	60
Mas de 8,0 a 10,00	**	4	10	**	40	100
Mas de 10,00 a 12,00	**	**	14	**	**	140
Mas de 12,00 a 15,00	**	**	19	**	**	190
Mas de 15,00 a 20,00	**	**	25	**	**	250

En todos los accesorios mencionados más arriba los valores de par de apriete corresponden a los de la tabla citada. Debemos aclarar que la columna I corresponde a tornillos que no tienen cabeza cuyo apriete se realiza con un destornillador cuyo ancho de hoja es menor al diámetro del agujero. La columna II corresponde a destornilladores cuyo ancho de hoja debe ser lo más cercano al diámetro de la cabeza del tornillo.

La columna III corresponde a herramientas distinta a un destornillador, como puede ser un atornillador neumático.

Existen aparatos de medición de par de apriete como el que ilustra la figura cuya lectura esta expresada en Nm. Una vez aplicados estos pares de apriete la retención que se logra entre el borne y el conductor debe responder a la tabla siguiente

Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	1 a 2.5	+ 2.5 a 4	+ 4 a 6	+ 6 a 10	+ 10 a 16	+ 16 a 25	+ 25 a 50
Fuerza de retención (Kg.)	5	5	6	8	9	10	12

Estos pares de apriete son medidos por aparatos leídos en kg. cm. Tales como el que ilustra la figura adjunta.

No es de práctica habitual que estas uniones de conductores y bornes de los accesorios mencionados sea respetada; y el resultado son conexiones ineficientes que generan calentamientos localizados y riesgos de fallas originadas por tales conexiones.

Cuando se hacen conexiones sobre barras de tableros principales de donde se derivan conductores de 50 mm<sup>2</sup> o mayores no es de práctica habitual que se tome en cuenta las vibraciones mecánicas que se suelen producir causadas por la maquinaria, y el uso de arandelas wrober o similares no se implementa en general y las fuerzas electrodinámicas que aparecen en ocasiones de CC coadyuvan también a aflojar las conexiones.

En resumen, si las Normas Internacionales: IEC 60884-1-tomacorrientes, 60669-1-interruptores, 60309-1-2-fichas-tomacorrientes y prolongadores, industriales- 60898-1 y 60947-1-termomagnéticas indican de la necesidad de lograr dichos valores de par de apriete-torque; es porque la experiencia internacional lo ha considerado como uno de los factores a respetar para realizar una instalación eléctrica segura.

Con referencia a conexiones en instalaciones domiciliarias y similares de varios interruptores de 10 A conectados en paralelo en una caja de 10 por 5 cm. Debemos decir que la alimentación de los mismos debe hacerse siempre con un conductor de 2,5 mm<sup>2</sup> (no menos) ya que con derivaciones de carga de solo 5 A en cada interruptor (en el caso de tres interruptores) el conductor principal se sobrecarga con 15 A y en el caso de 4 interruptores (Cambre) lo hace con 20 A. Este es el motivo por el cual se recalienta el conductor principal y el borne del primer interruptor.

El gráfico siguiente ilustra al respecto y esto no es una práctica habitual en dichas instalaciones.

