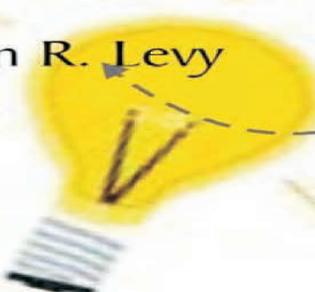


RUBEN R. LEVY

**MANUAL PARA  
EL TÉCNICO INSTALADOR  
ELECTRICISTA DOMICILIARIO**

**MANUAL**  
para el **TÉCNICO**  
**INSTALADOR**  
**ELECTRICISTA**

Ruben R. Levy



JORGE SARMIENTO EDITOR

JORGE SARMIENTO EDITOR / UNIVERSITAS LIBROS



**UNIVERSITAS**  
Editorial Científica Universitaria

Pero las cosas no son tan exactas, si se determinó que la corriente total de un circuito es 30 A, la protección normalizada adecuada debe ser de corriente asignada de 32 A (valor normalizado) pues de 30 A no se fabrican (Normas de producto). Si eligiera una protección de 25 A, ese criterio no permitiría que el circuito admita una corriente de 30 A. En definitiva, ¿qué corriente admisible debería soportar el conductor del circuito? Si se decide la protección de 32 A, esa protección impone al conductor que debería tener la capacidad de transmitir los 32 A.

En resumen, hay que considerar a la carga como necesidad, al conductor como solución de la necesidad y a la protección como límite de seguridad ante variaciones de las condiciones establecidas.

### ¿Cómo son las relaciones eléctricas?

La conocida "Ley de ohm" establece las relaciones entre la tensión (V), la corriente (A) y la resistencia de carga (O).

En general, en este tipo de instalaciones la tensión es constante y lo que puede variar es la corriente ante las diversas cargas en un circuito (dos lámparas iguales consumen el doble de corriente que una sola), o porque la carga "pida" más corriente (Ejemplo: motor sobrecargado).

Se puede demostrar que en un motor la potencia mecánica tiene una relación directa con la potencia que necesita para funcionar. Por ejemplo, 1 HP equivale a 746 W.

La corriente eléctrica se entiende como "circulación" de una cantidad de electrones en la unidad de tiempo, pero esa circulación no se podría originar si no se aplicara una tensión eléctrica; siendo la potencia el resultado de la acción conjunta de la tensión aplicada y la corriente resultante. El efecto resultante de la acción conjunta se mide en diversas unidades de igual origen (W, VA, VAr). Decimos que es el resultado de las dos acciones, pues si el circuito está "abierto" la corriente "no circulará" y si no se aplica tensión no se originará la circulación de la corriente.

El W es la unidad de medida de la potencia que determina el tamaño (eléctricamente hablando) de una carga. Por ejemplo, una lámpara de 100 W "es mayor" en potencia que una de 75 W.

Otra unidad de medida muy común es el KW.

### Carga

¿Qué es una carga?

Visto desde el transformador de potencia, será la solicitación a la que está sometido. La empresa de distribución dirá, por ejemplo, que operaron las protecciones del transformador porque "se excedió su carga". Visto desde la instalación, será el resultado de instalar diversos equipamientos y consumos.

### Consumos

En cuanto a los efectos, una carga de 1 W conectada durante una hora consumirá un 1 Wh de energía, una de 100 W conectada por dos horas consumirá 200 Wh y así sucesivamente.

El efecto de una carga de 220 W conectada a 220 V es una corriente de  $220 \text{ W} / 220 \text{ V} = 1 \text{ A}$  "circulando" por los cables y un consumo de energía de 220 Wh.



disponer de la corriente (eléctrica) necesaria que la carga demande “con la misma sección de conductor”. En este sentido otros tipos de instalaciones como las de agua, gas, etc. son más rígidas y no es posible pretender que con un mismo diámetro de cañería el flujo general aumente para mantener el mismo caudal con diversos y cambiantes consumos,

Pero esta interesante propiedad también implica la necesidad de disponer de las adecuadas protecciones “en serie” que cuando los consumos crecientes demanden sobrecargas, actúen y desconecten los cables ante temperaturas mayores a las que pueden soportar de acuerdo a su tipo de aislación e instalación. Se debe resaltar que la corriente admisible (intensidad de corriente máxima que puede circular en forma continua por un conductor o cable) no resulta solo por el tipo de conductor o cable pues está condicionada por el método de su instalación. Por ejemplo, no es lo mismo que un cable este enterrado directamente o que ese mismo cable este dentro de un caño y enterrado, pues si está dentro de un caño y por el efecto del aislamiento térmico del aire que lo rodea no podrá disipar la misma cantidad de calor que si estuviera instalado directamente en el terreno.

Hay que evitar también sobreproteger a los cables con protecciones menores a su corriente admisible en las condiciones de su instalación, pues si se ha realizado una importante inversión en cables, ¿por qué no utilizarlos a su máxima capacidad de transmisión?

Es justo decir que diversos estudios sobre los efectos térmicos de disipación en cables instalados en tableros a veces obliga al proyectista a sobredimensionar los cables, pues a veces su aislación llega a temperaturas máximas de 70° C o en algunos tipos hasta 90 °C; y esto puede originar que las protecciones instaladas en el tablero reciban temperaturas que las “desclasifiquen” y operen a corrientes asignadas nominales menores a las garantizadas por su fabricante originando desconexiones de cargas que deberían ser transmitidas con normalidad.

Se dice que una protección de menor valor nominal protege con más precisión la carga instalada, pero también sabemos que la protección de un circuito funciona como **protección del cable** y no es posible que proteja una particular carga de las instaladas en el circuito. Otro sería el caso de una carga única pues se puede seleccionar una protección adecuada a esa única carga.

En electricidad también puede aparecer una sobretensión (similar a la sobrepresión en la cañería de agua), pero también aquí tenemos dispositivos para aliviar su efecto sobre los materiales y equipos instalados. Si la sobretensión es de frecuencia industrial existen equipos que desconectarán la parte afectada (dispositivos de protección por sobretensión). Si la sobretensión es de alto valor pero de rápido desarrollo (sobretensión de origen atmosférico), podemos instalar dispositivos que la derivan a tierra para evitar que “circulen” y dañen componentes sensibles a ese efecto (componentes electrónicos).

A los circuitos de las instalaciones eléctricas se conectan consumos y si esos consumos le “piden” más corriente al circuito este la proveerá hasta el recalentamiento y posible destrucción de sus conductores; si no existe algún dispositivo que limite y corte esa circunstancia propia de la electricidad.

Un ejemplo interesante lo plantea la RIEI que indica que si se conoce la corriente total de proyecto que demanda la carga (calculada con un método que se revisará más adelante), ese cálculo debe ser respetado eligiendo una protección adecuada que permita que esa carga pueda ser suministrada y en caso de sobrecargas inadmisibles se interrumpa la alimentación.

ng. Ruben Roberto Levy

la salida de un chorro por una canilla o una manguera donde el caudal y velocidad resultan del valor de la presión aplicada y el diámetro del caño.

En la electricidad el efecto es similar pues a mayor tensión aplicada a un circuito (camino cerrado) mayor corriente resultante. La "presión" es en esta analogía la tensión que se expresa en V.

A mayor tensión aplicada a un "circuito" la corriente resultante (A) será mayor de acuerdo a las relaciones de la conocida Ley de ohm.

### ¿Cómo son los efectos hidráulicos?

De la necesidad de flujo de agua a una presión determinada, resulta la necesaria sección transversal de la tubería.

Si instalan y abren cada vez más canillas en una red de agua se puede demostrar que el mayor flujo de agua implica una energía calorífica resultante de la presión, el flujo y el tiempo; que no la notamos pues el calor no se acumula en la cañería, se "va" con el flujo de agua. En esta analogía si queremos variar o anular el caudal instalamos una "llave de paso para variar o hasta cortar el paso de agua".

Si fuera necesario proteger a la cañería de una "sobrepresión", es posible y a veces se impone una válvula de las denominadas "de alivio de presión".

### ¿Cómo son los efectos eléctricos?

Siguiendo con esta analogía, si queremos que no exista "flujo o corriente (eléctrica)" instalamos una "llave de apertura" del circuito, es decir lo cortamos, para que los electrones no puedan continuar su movimiento y su efecto.

Si quisiéramos variar el flujo o la corriente en un circuito, ¿qué debemos hacer? Un recurso sería variar la tensión, ya que aquí no podemos poner una "llave de paso" que varíe el flujo de electrones.

Si se conecta una lámpara, circulará una determinada corriente en esa lámpara, pero si se conectan varias lámparas, cada lámpara tomará su correspondiente corriente y por el cable de la alimentación general de todas las lámparas circulará cada vez más corriente cuanto mas lámparas "en paralelo" se conecten. El efecto resultante del movimiento de electrones es la acumulación de una creciente cantidad de calor que será soportado principalmente por los conductores hasta un límite denominado intensidad máxima de corriente admisible, o "corriente admisible".

En la realidad son las aislaciones de los cables, y no el conductor de cobre o aluminio, lo que impone la corriente admisible que indican las tablas de selección de conductores y cables. Si originamos sobrecargas o sobrecargas (mayor corriente admisible que la especificada para un determinado tipo cable) se pasará el límite de capacidad térmica de la aislación de los cables y se originarán puntos o zonas de calentamiento térmico y el posible inicio de fallas. Esta posibilidad, totalmente factible en las instalaciones eléctricas, proviene de las características únicas y propias de la electricidad donde prácticamente toda la corriente que demande la carga a un conductor será brindada por la fuente de energía.

Este fenómeno a veces se menciona con una analogía sorprendente "los conductores eléctricos serían como un caño que se adapta a un mayor diámetro a medida que se le exige mayor corriente". Es interesante reflexionar sobre esta propiedad de la electricidad que nos brinda la posibilidad de

Ing. Rubén Roberto LEVY

## MANUAL PARA EL TÉCNICO INSTALADOR, ELECTRICISTA DOMICILIARIO

- Edición 2009 -



Diseño Interior: Jorge Sarmiento  
Diseño de Tapa: Jorge Sarmiento  
Autor: Rubén Levy - buscapolocordoba@yahoo.com.ar  
Producción Gráfica: Jorge Sarmiento Editor.

El cuidado de la presente edición estuvo a cargo de  
*Jorge Sarmiento*

ISBN: 978- 987-572-159-X

Prohibida su reproducción, almacenamiento y distribución por cualquier medio, total o parcial sin el permiso previo y por escrito de los autores y/o editor. Esta también totalmente prohibido su tratamiento informático y distribución por internet o por cualquier otra red. Se pueden reproducir párrafos citando al autor y editorial y enviando un ejemplar del material publicado a esta editorial.

Hecho el depósito que marca la ley 11.723.  
Impreso en Argentina

**JORGE**  
**SARMIENTO**  
**EDITOR**

Obispo Trejo 1404. 2 "B". B° Nueva Córdoba. (5000) Córdoba

Te: 54-351-4117411 y 155337095 - Email: universitalibros@yahoo.com.ar

A continuación y ya en el inmueble se debe garantizar la seguridad de los usuarios de la instalación; para lo cual se deben proyectar, seleccionar e instalar los cableados y protecciones de calidad normalizada y realizar una correcta y "continua" toma a tierra. Es común encontrar que en numerosos hogares y por la falta de información, se han instalado tomacorrientes con una toma a tierra inhabilitada (adaptadores) que anulan el funcionamiento "preventivo" que brinda el obligatorio protector diferencial.

El tercer nivel se refiere a la alimentación de energía eléctrica de aparatos mediante "alargues exteriores", que son peligrosos por no poseer un diseño para la conexión de potencias eléctricas elevadas ni para hacer empleados "in extenso".

La oferta de artefactos eléctricos para viviendas; aire acondicionado, televisión, audio, videos, computadoras y sus periféricos, etc.; da lugar a corrientes no convencionales (armónicos) que generan sobrecalentamiento de cables y riesgo de pérdidas de aislación (incendio por fugas a tierra y no existir la protección diferencial). Esta realidad debe ser tenida en cuenta para diseñar instalaciones eléctricas con una adecuación a la tecnología

## LA ELECTRICIDAD

¿Es un efecto o el flujo de una sustancia?

Estrictamente en lo técnico es un movimiento (flujo) de electrones. Aunque no sea un flujo de algo material así lo consideramos para poder interpretar la corriente eléctrica en forma comprensible.

La electricidad es una forma de energía que se percibe por sus efectos (lumínica, calorífica, potencia mecánica de los motores, etc.).

Los electrones en la materia se mueven en forma "desordenada", pero si a un conductor se le aplica una fuerza (tensión eléctrica) los electrones libres pasan a tener un movimiento ordenado y se origina el efecto denominado electricidad. Para que se origine ese movimiento, denominado a veces flujo, necesitamos aplicar tensión eléctrica a un material conductor, por ejemplo, un conductor de cobre.

## Designaciones de las unidades de origen eléctrico

Existen criterios diversos sobre la forma de designar las unidades eléctricas que derivan de nombres propios. Por ejemplo la Real Academia Española indica que se deben designar a las que provienen de nombres propios en minúscula; como volt, ampere, etc. Pero en general hay acuerdo en designar la unidad con mayúscula en la abreviatura, como ampere (A), volt (V), watt (W), etc.

Por lo tanto, en este trabajo y con un fin práctico se designan las unidades, cuando sea posible, por su abreviatura. Por ejemplo, A, V, W, VA, etc.

¿Es posible una analogía entre la hidráulica y la electricidad?

A menudo se compara el "flujo de electrones" (intensidad de corriente eléctrica) impulsados por la diferencia de potencial (tensión eléctrica aplicada a un conductor) con el flujo del agua impulsada por una presión hidráulica originada por la diferencia de altura de un tanque aplicada a una cañería. En esta analogía, si se desea aumentar el flujo de agua, se necesitará un tubo de mayor diámetro y en ciertos casos empujar el agua con mayor presión. Vemos a diario el efecto de la presión hidráulica en

## La protección contra Incendios

- Las medidas de protección se deben tomar antes de que aparezcan los problemas de seguridad. Se pueden clasificar en:

### **Preventivas**

Orientadas a evitar que se produzca un incendio por causas eléctricas.

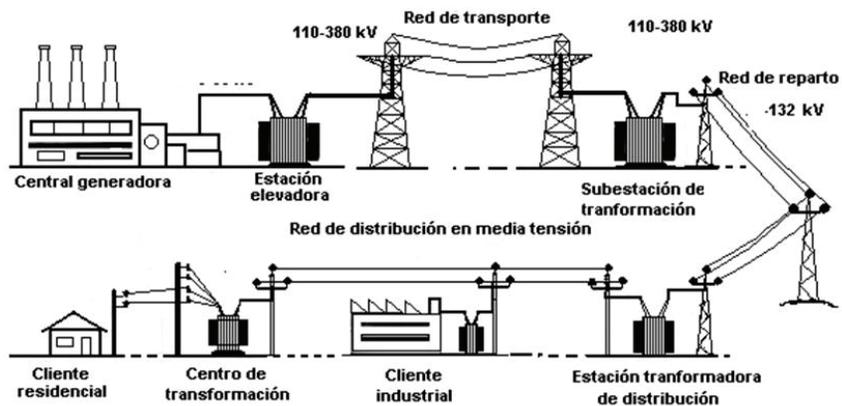
### **Mitigadoras**

Orientadas a mitigar el daño producido por un incendio, una vez esté se haya iniciado por cualquier causa.

### Estructura de la problemática

Debemos analizar en cada caso el ámbito de aplicación y solución.

En principio se ubican las “acometidas” que interconectan la instalación de la vivienda con la energía desde la empresa de distribución (EPEC). Es fundamental asegurar la calidad del suministro a la vivienda con la potencia y requerimientos de seguridad establecidos en las normas y el empleo de materiales y accesorios normalizados (Especificaciones técnicas).



*A Florencia, Ada y Emanuel*

Los informes de los departamentos de bomberos establecen relaciones directas entre las instalaciones eléctricas y los incendios; y ya no se discute la necesidad de utilizar materiales y elementos de protección adecuados que eviten que los contactos eléctricos desencadenen electrocuciones o que se generen elevaciones inadmisibles de temperatura que lleven a los cortocircuitos (que no son accidentes inevitables como se dice en la crónica mediática).



También informes de Bomberos mencionan como trágico el hecho “de no encontrar el lugar físico del tablero de corte general” ante un incendio por no disponer en ese momento de indicaciones y referencias para desarrollar sus acciones de socorro.

#### Estadísticas de incendios:

Instalaciones eléctricas obsoletas (falta de mantenimiento) y/o la falta de la protección diferencial y de las termomagnéticas correspondientes para las secciones de conductores de los circuitos protegidos.

Protecciones termomagnéticas con inadecuados valores de calibración térmica ó magnética, respecto al conductor que protegen (en las condiciones de su instalación).

Prolongaciones exteriores en tomacorrientes (falta de suficientes tomacorrientes fijos en los circuitos) y cables expuestos de sección y aislación inadecuada (prolongadores); adaptadores y triples (no autorizados) de pésima calidad.

Electrodomésticos con riesgo de electrocución por no estar eficientemente conectados y contar con la puesta a tierra de protección (fase, neutro y puesta a tierra.).

## Dominio de Aplicación de la Riei

Establece los requisitos básicos para el proyecto, ejecución y verificación de la instalación eléctrica de viviendas, oficinas o locales.

Se considera local a un recinto en el cual se desarrolla cualquier actividad humana fuera de las específicas de una vivienda o una oficina.

Las acometidas y línea de alimentación (ver esquema más adelante) no están contempladas.

Estos requisitos son considerados mínimos y podrán ser complementados por la autoridad de aplicación.

## Causales de fallas y de electrocuciones:

Instalaciones donde las personas que desconocen los riesgos o indefensas (denominadas por la RIEI como BA1, BA2, BA3) que ante eventuales y posibles contactos eléctricos no tienen la mínima posibilidad de “no quedar pegadas”; cuando la costumbre o falta de control lleva a:

- Una concepción arbitraria y sin un proyecto normalizado.
- Materiales eléctricos que no cumplen las normas IRAM ó IEC.
- Una instalación con protecciones “que nada hacen” ante las fallas.
- Dispositivos de baja retención de contacto en tomacorrientes y prolongadores que “ofrecen” diseños baratos y de pésima calidad.
- No disponer de sistemas equipotenciales de puesta a tierra “preventivos” y de la instalación obligatoria en tableros seccionales de interruptores diferenciales “correctivos”.
- Uso de “diferenciales electrónicos” que “no funcionan”.

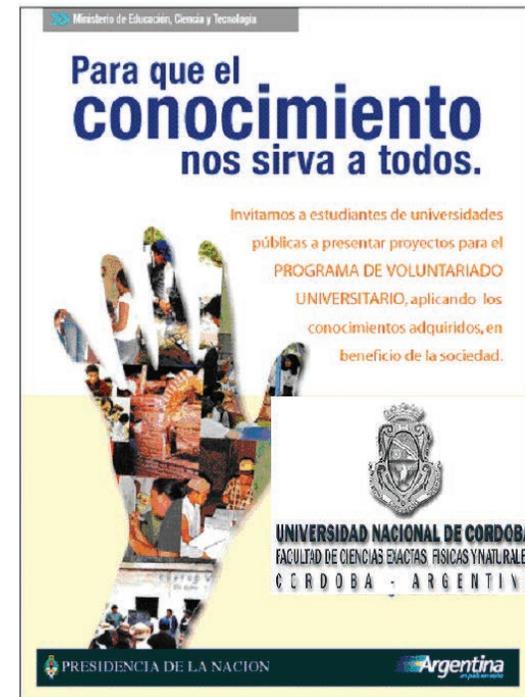
El estado de las cosas hace que los mal denominados “accidentes eléctricos” pasen a engrosar la estadística de muertes y daños que por uso y costumbre la mediática acepta como parte de la **casualidad** y no de la **causalidad**.

## La obsolescencia de las instalaciones eléctricas

Estadísticas y estudios demuestran que un alto porcentaje de viviendas ya no están en condiciones adecuadas para ajustarse a los equipos que la tecnología ofrece y el aumento constante de la demanda de potencia.

Es creciente la demanda de proyectos de remodelación y construcción de nuevas viviendas, pero existen varios millones de viviendas con más de un cuarto de siglo de antigüedad que no son seguras “del punto de vista eléctrico”. Una estadística informal indica que solo la mitad de las viviendas en Argentina poseen interruptor diferencial y sistema de puesta a tierra; además de otras condiciones de confiabilidad y seguridad eléctrica.

# VOLUNTARIADO UNIVERSITARIO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



## OBJETO Y ALCANCE

Servir de guía de comprensión y aplicación de la RIEI.

Ampliando y explicando lo recomendado por la RIEI se logra un compromiso con lo establecido para que los instaladores eléctricos puedan ofrecer a la sociedad una mayor seguridad eléctrica y de funcionamiento de las instalaciones que ejecutan o mantienen. Difundiendo las ventajas de la RIEI se valoriza el trabajo de los instaladores y mejorar la seguridad y calidad de vida que ofrece la energía eléctrica.

Entender y respetar lo indicado por la RIEI es un proyecto superior dejando de lado sistemas cuyo mecanismo fundado en una supuesta libertad han llevado a las tragedias resultantes de haber deteriorado los derechos y obligaciones que garantizan la calidad de vida de una sociedad organizada.

Mediante la coordinación de tareas entre proyectistas e instaladores se podrá ofrecer a los consumidores instalaciones eléctricas seguras y servicios legítimos basados en las documentaciones concretas de referencia.

Además ya en el mundo se entiende que, desde la concepción profesional de las instalaciones y las ejecuciones por medio de instaladores capacitados, se garantiza la seguridad pública para la cual la sociedad ha invertido e invierte en la formación y capacitación de recursos humanos.

La RIEI está incorporada al texto de la ley 19587 como condición técnica necesaria para la habilitación de los inmuebles y en algunas provincias como condición de conexión al servicio eléctrico. Por ello su cumplimiento forma parte de la condición de presentación de quienes deben declarar bajo su responsabilidad que sus instalaciones responden a lo establecido por la RIEI.

**“La seguridad es una tarea de todos”**

### ¿Dónde trabaja y en qué horario?

El lugar de trabajo más frecuente es en viviendas particulares, y en aquellos lugares donde se utilice energía eléctrica, como colegios, oficinas, empresas, restaurantes, estadios, hoteles, etc.

Como el electricista es generalmente un trabajador independiente, a veces no puede elegir el horario en que trabaja y en ocasiones debe responder a la urgencia de sus clientes.



### ¿Qué tipo de trabajos realiza?

- Instalaciones básicas y de alguna especialización en domicilios o locales comerciales.
- Detección de fallas y normalización de instalaciones.
- Verificación e instalación de protecciones.
- Puestas a tierra, instalación y si dispone de instrumentos la medición de valores.
- Instalación de circuitos de baja tensión (teléfonos, alarmas, etc.).

En el caso de los denominados electricistas idóneos una adecuada capacitación les permite completar algunas condiciones para intervenir en las instalaciones de acuerdo a lo que establezca la autoridad de aplicación.

Es de recalcar que este Curso solo amplía el conocimiento de la información requerida y supone que el candidato tiene los conocimientos técnicos básicos relacionados la electricidad.

Lo que se propone en este Curso es tomar como referencia la RIEI en lo que corresponda al alcance de esta tarea y comentar lo que pueden resultar de interés los instaladores eléctricos.

## PROYECTO EDUCATIVO PARA ELECTRICISTAS

Este texto está basado y sigue los lineamientos de la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) edición marzo de 2006, denominada AEA 90364 (RIEI).

Existe una historia de propuestas y desencuentros en el tema de instalaciones eléctricas de inmuebles que nos indica que así como muchos queremos, proponemos y buscamos un sistema de Reglamentos Técnicos (Documentos de observancia obligatoria vinculados a una legislación) también hay muchos que no quieren esto y pretenden continuar un sistema de “libre albedrío eléctrico”.

La experiencia de iniciativas y esfuerzos nos dice que para lograr los cambios es imprescindible una intensa tarea de difusión y capacitación, que realizada con dedicación y responsabilidad generará la necesidad de establecer obligaciones vinculantes entre quienes por su incumbencia elaboran un proyecto de instalación y quienes lo realizan; de modo que los destinatarios reciban un servicio legítimo en el marco de la ley. Tenemos mucha tarea por delante pues como dice la misma AEA 90364 *“a pesar de los esfuerzos, los accidentes originados en fallas en las instalaciones eléctricas en inmuebles continúan en un número inaceptable para el estado actual de la tecnología”*

Se ha demostrado internacionalmente que con proyectos y montajes establecidos y realizados mediante Reglamentaciones y controles de ejecución se puede mejorar la calidad y seguridad de las instalaciones eléctricas. La utilización en las obras de materiales que no responden a Normas de producto a veces se presentan como más económicas a la inversión inicial pero llevan a peligrosas situaciones ante las cuales los destinatarios “quedan solos” y deben hacerse cargo de las consecuencias de estos “ahorros intelectuales y de ejecución”.

Deseo citar las propuestas superadoras para los proyectos y ejecuciones de instalaciones eléctricas concretadas en la Ciudad de Villa Carlos Paz y Arroyito de la Provincia de Córdoba durante los años 2002 al 2006; donde con el esfuerzo de autoridades municipales, profesionales, no profesionales, comerciantes y vecinos se acodó un sistema “de cambio de conducta” fundado en “la confianza y la ética”. Este tipo de iniciativas, cuando parten de los ciudadanos y cuentan con el apoyo oficial, permiten comenzar a mejorar el estado de las instalaciones eléctricas y esclarecer lo que los medios de comunicación denominan “un lamentable accidente por un cortocircuito” que sabemos son la consecuencia de conductas donde prevaleció la falta de voluntad en establecer reglas claras para que las instalaciones eléctricas sean confiables y seguras.

En la actualidad el estado de la técnica nos permite asegurar que la forma más concreta de proteger a las personas ante contactos directos e indirectos es estableciendo un sistema equipotencial y continuo de PAT de protección y la instalación de interruptores diferenciales.

Establecer una referencia obligatoria por medio de la RIEI significa poner en pie de igualdad el costo de una tarea, aumentar la eficiencia y evitar mantenimientos por mala calidad de materiales no aprobados y trabajos de dudosa calidad de ejecución.

La obligación de cumplir la RIEI, tanto de productos como de instalaciones eléctricas, tiene como objetivo el uso seguro del avance tecnológico que nos ofrece la electricidad que es un bien sin el cual no se podría concebir la sociedad moderna. Cuando mencionamos a la seguridad lo hacemos en cuanto a la necesidad de proteger a las personas, animales domésticos y bienes.

Deseo agradecer al **Ministerio de Educación de la Nación** con su programa de Voluntariado Universitario, a la **Universidad Nacional de Córdoba**, al **Correo Argentino** y a la **Municipalidad de Villa Carlos Paz** por su apoyo a esta actividad y así brindar a la sociedad los beneficios de la difusión de la seguridad en las instalaciones eléctricas.

*Ing. Rubén Roberto Levy*  
Universidad Nacional de Córdoba

## EL ELECTRICISTA



### ¿Qué es un electricista?

Es un trabajador que se dedica a realizar instalaciones eléctricas de inmuebles, en general domiciliarias, pero también de locales comerciales o del ámbito terciario o industrial de acuerdo a su formación técnica. También puede trabajar como empleado en una empresa de servicio o de otro tipo.

### ¿Cómo se llega a ser electricista?

A veces estudiando en Colegios Técnicos o Institutos de Educación con cursos para personas que ejercen este oficio. La realidad es que no siempre esto fue posible, pues en años anteriores se fomentó el desmantelamiento de la Educación Técnica y hoy necesitamos a personas capacitadas para el desarrollo de nuestro país, y ese es el objeto de esta tarea.

El peligro que puede originar una instalación mal ejecutada o una conexión inadecuada hace necesario que los electricistas posean los conocimientos necesarios en su actividad para cuidar que su tarea no genere riesgos hacia los destinatarios o hacia ellos mismos.

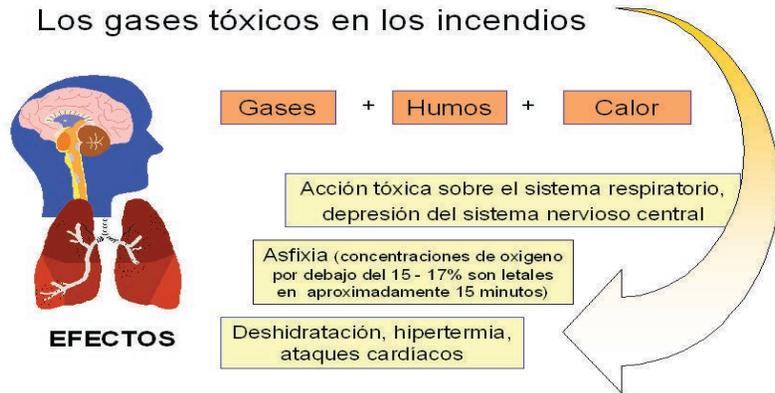
Algunos contenidos que debe conocer un electricista:

- Principios básicos de la energía eléctrica.
- Componentes de un circuito eléctrico.
- La tensión y la intensidad de corriente y sus relaciones en los circuitos.
- Características de los circuitos.
- La ley de ohm y sus aplicaciones.
- Diferentes tipos de instalaciones eléctricas.

Además de los conocimientos propios, los electricistas deben dominar las normas de seguridad que deben tener en cuenta al realizar los trabajos; como el uso de guantes, herramientas e instrumentos adecuados.



## Los gases tóxicos en los incendios



La experiencia de iniciativas y esfuerzos nos dice que para lograr los cambios es imprescindible una intensa tarea de difusión y capacitación, que realizada con dedicación y responsabilidad generará la necesidad de obligaciones vinculantes entre quienes por su incumbencia elaboran un proyecto de instalación eléctrica y quienes lo realizan; de modo que los destinatarios reciban un servicio legítimo en el marco de la ley.

Tenemos mucha tarea por delante pues como la RIEI *“a pesar de los esfuerzos, los accidentes originados en fallas en las instalaciones eléctricas en inmuebles continúan en un número inaceptable para el estado actual de la tecnología”*

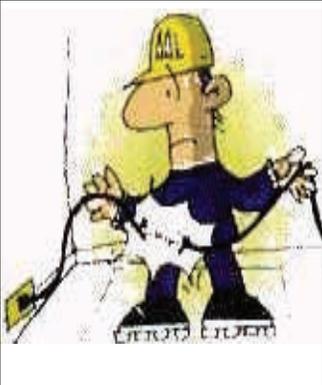
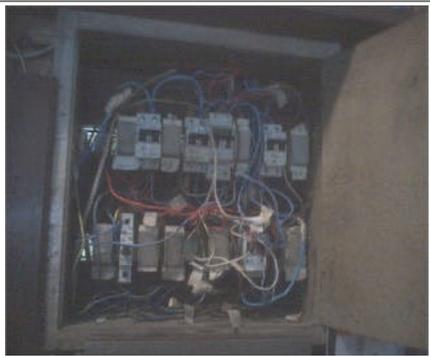
Se ha demostrado que con proyectos y trabajos establecidos mediante controles normativos se mejora la calidad y legitimidad de las instalaciones eléctricas, evitando así propuestas de dudosa calidad. La utilización de materiales que no responden a Normas de producto se presentan, a veces, como más económicas a la inversión inicial pero lleva a peligrosas situaciones ante las cuales los destinatarios “quedan solos” y deben hacerse cargo de las consecuencias de estos “ahorros”.

## PROPUESTA

- Está destinada a los “electricistas” que componen en todo el país un grupo de una magnitud considerable que crece con los requerimientos y número de instalaciones eléctricas que cada día se ejecutan; que son oportunidades para trabajar en su construcción y mantenimiento.
- Existe abundante estadística de las oportunidades laborales y el futuro al que pueden aspirar numerosos ciudadanos, que si se los moviliza y mejora su formación básica, acceden a niveles mayores de participación.
- El Estado Nacional y las Universidades estamos motivados en este proyecto de Voluntariado para lograr el derecho social de quienes también sostienen a la universidad donde tuvimos el privilegio de formarnos.
- Enseñando tendremos quienes sepan, educando tendremos “quienes hagan”.

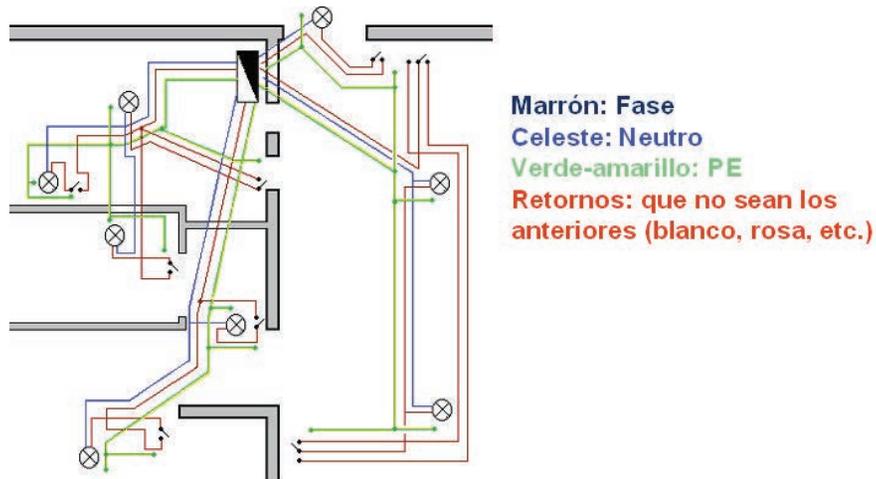
## SOBRE ESTA PROPUESTA

La Reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA 90364) en adelante denominada RIEI que tomaremos como referencia, pertenece a las obligaciones legales y forma parte de la condición de trabajo de quienes tienen bajo su responsabilidad las instalaciones eléctricas en la mayoría de las provincias argentinas.

	<p>Como concebir una instalación eléctrica segura y confiable:</p> <p>Aplicando la <b>RIEI</b>, que otorga seguridad y calidad por:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• la provisión constante de electricidad con tensión estable, y</li><li>• una instalación eléctrica que brinde máxima seguridad y confiabilidad a los destinatarios y a los mismos electricistas.</li></ul>
	

### Código de colores normalizado

Si el instalador no cumple esta condición, la instalación esta propensa a las consecuencias de conexiones incorrectas, complicaciones en el mantenimiento y búsqueda de fallas

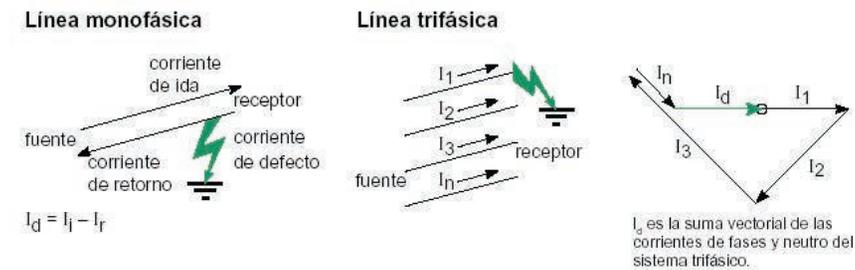


### Corriente de choque

Atraviesa el cuerpo de una persona o animal y es capaz de provocar efectos fisiológicos.

### Corriente diferencial (residual) indicada como $I_d$

Suma algebraica o vectorial en un punto de la corriente que fluye a través de todos los conductores activos de un circuito.

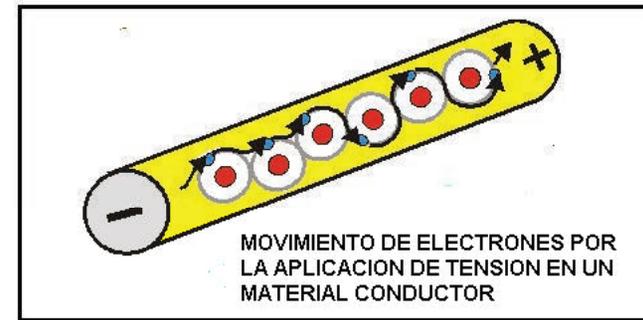


En un circuito monofásico el valor de  $I_d$  resulta de la diferencia entre los valores de corriente de “ida y retorno” y en un circuito trifásico con neutro de la composición vectorial de los valores de corriente de las tres fases y el valor de corriente de neutro  $I_n$ . En definitiva las corrientes de falla a tierra originarán corrientes eléctricas  $I_d$ ; lo que nos permite detectarlas y desconectarlas por los

### ¿Qué tiene de interesante la electricidad?

Es una forma de energía que se puede transmitir de un punto geográfico a otro, es decir se puede generar desde los lugares donde se dispone de algún tipo de energía, transmitir por las redes y aprovechar sus beneficios en otro lugar geográfico, en una ciudad, en un barrio, etc. Esa es la gran importancia de la electricidad, pues se puede trasportar desde la fuente de energía hasta los consumidores, es decir se puede “trasladar energía por los conductores y cables”.

### ¿Cómo se transmite la electricidad?



Todos los cuerpos pueden transmitir energía eléctrica, pero existen algunos que son más aptos, mejores trasmisores de energía (cobre, aluminio, etc.) y no se degradan en la transmisión. A los otros se los clasifica de malos conductores e incluso aisladores, ya que cuando se les aplica una tensión no se logra el necesario movimiento de electrones y la circulación de la corriente, si bien no es nula, es de valor muy reducido (PVC, XLPE, aisladores de redes, etc.).

### ¿Se deteriora un conductor por transmitir electricidad?

Si se vuelve a la analogía hidráulica-eléctrica, el flujo de agua por un caño lo puede desgastar en sus paredes, oxidarlo, etc. Pero un “flujo” de electrones se puede establecer y se puede cortar y el conductor no cambiará en nada a través del tiempo por esa circunstancia, siempre que no se supere su corriente admisible.

### Valores característicos

#### Energía

Como resultado del funcionamiento, los generadores transforman algún tipo de energía mecánica, térmica, etc. en energía eléctrica. Esta transformación permite que la energía, ahora eléctrica, sea transmitida por las redes del sistema eléctrico para llegar a usuarios y consumidores.

#### Tensión (eléctrica) alterna (V)

Es generada con valores de alternancia denominados **ciclos** (50 ciclos / segundo o 50 Hz). Cuando se aplica entre dos puntos de un circuito eléctrico, también es conocida por diferencia de potencial.

### Corriente alterna (A)

La corriente es la **consecuencia** de la aplicación en un circuito de una tensión alterna (diferencia de potencial). Como es la consecuencia también responde a la alternancia de 50 Hz .

### La Ley de ohm

La diferencia de potencial entre dos puntos de un conductor es directamente proporcional a la corriente que circula por él.

$$V_a - V_b = I \times R$$

R es la resistencia del conductor (oposición) que ofrece el conductor al paso de la corriente.

La unidad de resistencia es el ohm, resistencia que ofrece un circuito cuando por él circula un amperio y entre sus extremos se aplica un volt.

La resistencia de un conductor depende de su naturaleza (valor fijo), de su longitud y sección que son valores variables.

A mayor longitud, **mayor resistencia**. A mayor sección, **menor resistencia**.

### Circuito

Conforma un **"camino cerrado"** al cual se le aplica tensión para originar la corriente eléctrica. Cuando en un circuito se aplica una tensión eléctrica, de inmediato **"circula"** una corriente eléctrica.

Decir que una corriente **circula** en un circuito no es estrictamente correcto, pero se utiliza a diario para la comprensión intuitiva del fenómeno.

En la realidad, cuando se aplica una tensión a un material conductor, se origina un **efecto** de movimiento de electrones internos de la materia que vuelve a su estado primitivo si suspendemos la aplicación de la tensión.

Es decir que la materia (cobre o aluminio) de un circuito no se **desgasta** por el **efecto** de la corriente eléctrica, puede haber pequeños cambios en la materia pero no lo notaremos a los efectos de su corriente admisible.

### Potencia

Magnitud física que representa la capacidad para realizar un trabajo o la cantidad de trabajo realizada en la unidad de tiempo.

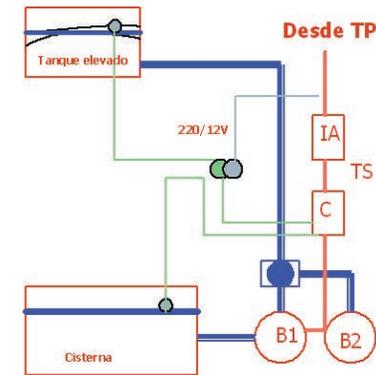
En los circuitos eléctricos la potencia es el producto del valor de tensión aplicada por la corriente que lo **recorre**.

### Circuito de corriente alterna

Un circuito está formado por componentes (cables, accesorios de conexión, etc.) más las cargas que a él se conecten (aparatos de iluminación, tomacorrientes, motores, etc.).

En el TS sistema de potencia comandado por contactor con mando en MBTS desde flotantes en tanque elevado y cisterna (seguridad a las personas).

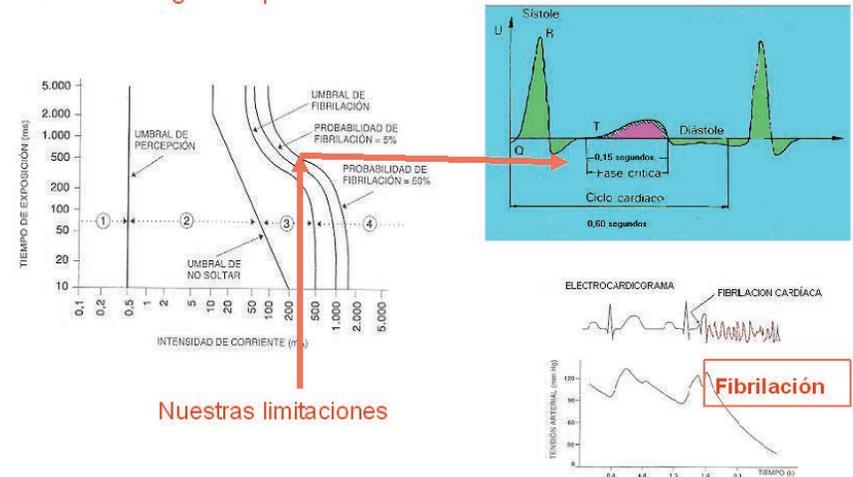
Llave inversora para mantenimiento de motores.

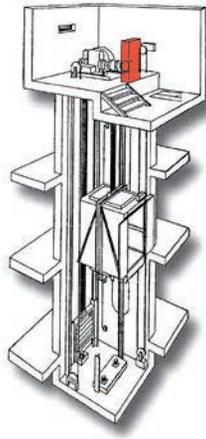


### Choque eléctrico

Efecto fisiológico del paso de la corriente a través del cuerpo humano o de un animal.

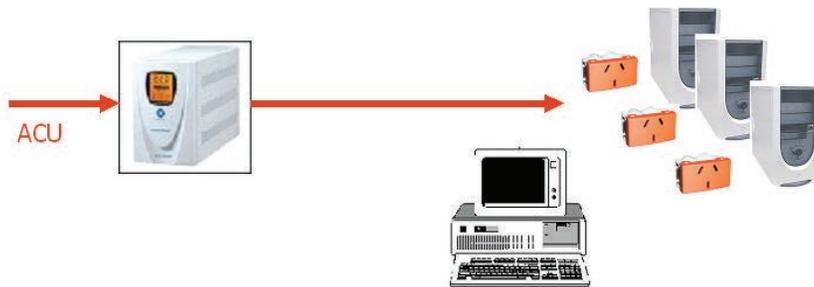
#### Choque eléctrico Efecto fisiológico del paso de la corriente





### Circuitos de tensión estabilizada

Los de alimentación de tensión estabilizada (ATE) requieren de sistemas de energía ininterrumpible (UPS). Parten de tableros específicos y se pueden utilizar tomacorrientes modelos 2P + T de 10 A, 16 A o 20 A. Para evitar errores operativos y conexiones indebidas en los tomacorrientes se designarán de color rojo con el logotipo indicado por la RIEI (tomacorriente con tensión estabilizada ininterrumpida), con un máximo de 15 bocas.



**Sistemas de ascensores:** TS en terraza, alimentación tetrapolar desde el TP.

En TP interruptor automático.

En TS de ascensor, corte bajo carga.

Sistema de iluminación de cabinas en BT e independiente de sistema de potencia.

Mando en cabinas con MBTS

**Sistemas de bombeo de agua:** TS en subsuelo, con alimentación desde el TP.

En TP se instala un interruptor automático.

Al ser recorridos por la corriente eléctrica, los circuitos eléctricos tienen una **resistencia que impone** el valor de la corriente. Esa resistencia depende de una serie de características internas de los componentes y aparatos que componen el circuito (tipo de material conductor, longitud de los cables, resistencia interna de los aparatos conectados, etc.).

El efecto conjunto de los componentes del circuito se representa por medio de magnitudes eléctricas que se pueden calcular o medir (resistencia, reactancia, impedancia, etc.).

### Resistencia

La conforman los materiales de cables, conexiones, filamentos de lámparas, etc. Su valor en ohm **no depende** de la alternancia (ciclo) de la corriente que los recorre.

### Reactancias

La conforman algunos elementos o materiales constitutivos de motores, balastos, lámparas de descarga gaseosa, etc; cuyo valor en ohm **sí depende** del ciclo de la corriente que los recorre.

Como el valor del ciclo en circuitos objeto de este trabajo es fijo (50 Hz o 50 ciclos /segundo) los valores de reactancias (inductivas o capacitivas) se pueden calcular o medir **como valores fijos**.

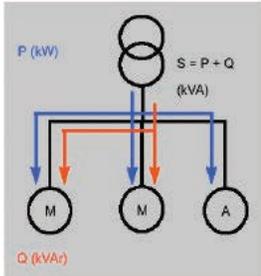


fig. 1: el consumo de energía reactiva se establece entre los receptores inductivos y la fuente.

### naturaleza de la energía reactiva

**energía activa**  
 Todas las máquinas eléctricas alimentadas en corriente alterna convierten la energía eléctrica suministrada en trabajo mecánico y calor.  
 Esta energía se mide en kWh y se denomina energía activa.  
 Los receptores que absorben únicamente este tipo de energía se denominan resistivos.

**energía reactiva**  
 Ciertos receptores necesitan campos

magnéticos para su funcionamiento (motores, transformadores...) y consumen otro tipo de energía denominada energía reactiva.  
 El motivo es que este tipo de cargas (denominadas inductivas) absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos que necesitan para su funcionamiento y la entregan durante la destrucción de los mismos.  
 Este trasiego de energía entre los receptores y la fuente (fig.1), provoca pérdidas en los conductores, caídas de tensión en los mismos, y un consumo de energía suplementario que no es aprovechable directamente por los receptores.

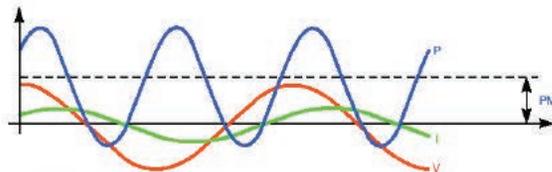


fig. 2a: flujo de potencias en una instalación con  $\cos \varphi = 0,78$ .

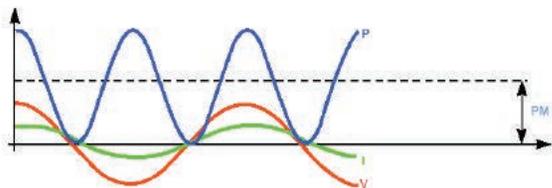


fig. 2b: flujo de potencias en una instalación con  $\cos \varphi = 0,98$ .

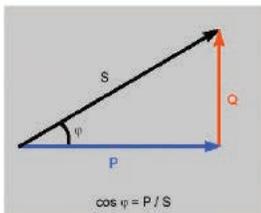
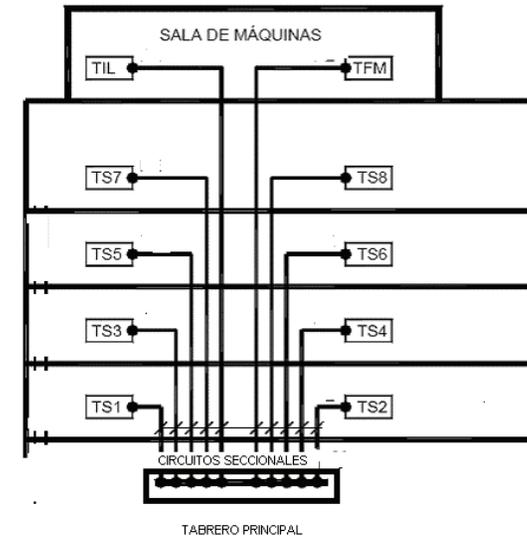
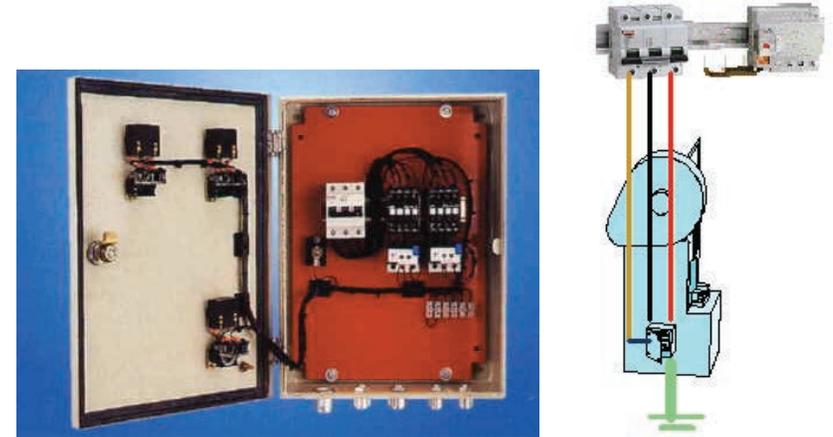


fig. 3: el  $\cos \varphi$  como representación del rendimiento eléctrico de una instalación.

La potencia instantánea de una instalación se compone de dos sumandos: la potencia oscilante a una frecuencia doble de la fundamental, y la potencia media ( $P_m = VI \cos \varphi$ ) que realmente nos determina la potencia útil o activa de la instalación y que es un valor constante.  
 En la fig. 2 se puede observar como cuanto mejor es el  $\cos \varphi$  de una instalación (más próximo a 1) la potencia media de la instalación en kW es mayor.

**el  $\cos \varphi$**   
 La conexión de cargas inductivas en una instalación provoca el desfase entre la onda de intensidad y la tensión.  
 El ángulo  $\varphi$  mide este desfase e indica la relación entre la intensidad reactiva (inductiva) de una instalación y la intensidad activa de la misma.  
 Esta misma relación se establece entre las potencias o energías activa y reactiva.  
 El  $\cos \varphi$  indicará por tanto la relación entre la potencia activa y la potencia aparente de la instalación (los kVA que se pueden consumir como máximo en la misma).  
 Por esta razón el  $\cos \varphi$  indicará el "rendimiento eléctrico" de una instalación (fig. 3).



### Circuitos para usos específicos

Alimentan cargas definidas. Sistema de bombeo y ascensores, circuitos de tensión estabilizada, circuitos de fuentes de baja tensión, etc. Se instalan por medio de conexiones fijas.

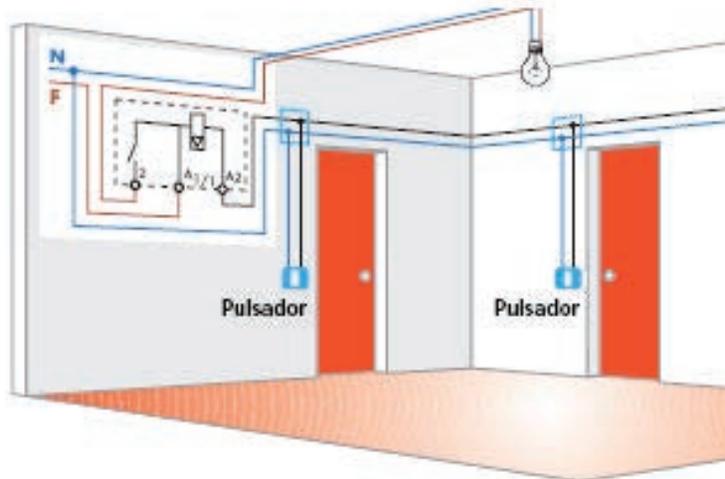
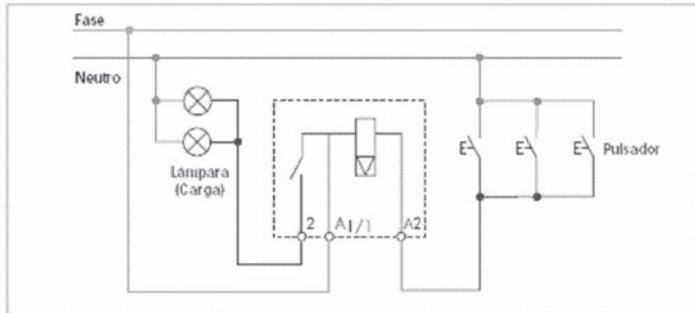
Circuito ACU de tablero a tablero o por tomacorrientes "para esa sola función".

alimentación de MBTS se realizará por medio de un circuito de alimentación de carga única (ACU) y no existen limitaciones, por lo que son de diseño y responsabilidad del proyectista.

Los de uso específico que alimentan cargas cuya tensión de funcionamiento ES la de red de alimentación (220 V o 380 V)

Circuitos MBTF (funcional): Son de baja tensión (12 V o 24 V) pero requieren de puesta a tierra

Instalación a relé



### Circuito seccional

Vincula los bornes de salida de un dispositivo de maniobra y protección de un tablero con los bornes de entrada del siguiente tablero. Desde los bornes de salida del TP a todos los cableados “aguas abajo” del TP la RIEI los denomina circuitos.

### Factor de potencia

En un circuito de corriente alterna las reactivancias internas de componentes **y sobre todo** las cargas reactivas originan un efecto denominado **defasaje** entre las tensiones aplicadas y las corrientes resultantes.

Por ejemplo:

El **atraso** de la corriente respecto de la tensión es el efecto de las reactivancias inductivas de las cargas (motores, luminarias de descarga gaseosa, etc.).

El **adelanto** de la corriente respecto de la tensión es el efecto de las reactivancias capacitivas. Estas cargas en general se instalan para lograr corregir el factor de potencia (Ejemplo: Capacitores de compensación de defasaje inductivo).

### Factor de potencia (coseno de $f$ )

Es el valor numérico que representa la relación entre las magnitudes de resistencias y reactivancias de la carga. Es un valor que califica la eficiencia de los circuitos, pues el defasaje implica una pérdida de eficiencia entre la potencia que entrega la red de servicio y la potencia efectiva que la carga transforma en trabajo útil.

En un circuito puramente resistivo (circuito ideal) la tensión y la corriente se encuentran en fase y el factor de potencia es la unidad.

En un circuito real, existen inductancias, capacidades y capacitores de compensación que producen desfases entre la tensión, la corriente y factor de potencia (que estará entre 0 y 1).

Desde el punto de vista del usuario, la denominada **potencia activa** es la única que se transforma en una forma de energía útil (energía lumínica, trabajo de un motor, etc.).

Desde el punto de vista de la empresa de distribución, el defasaje origina la denominada potencia reactiva. Este efecto establece la denominada “energía entretenida” **que se puede asimilar a una circulación de energía** entre el generador y las cargas que no se transforma en energía útil e implica pérdidas de energía en las redes y la necesidad de sobredimensionarlas para esa inútil potencia reactiva.

Las consecuencias de un bajo factor de potencia origina que no se aproveche la inversión de las redes, ya que la energía entretenida (efecto de la potencia reactiva) hace que parte de la capacidad de transmisión de la red **se ocupe** en transmitir potencia reactiva y pérdidas (efecto Joule).

Para compensar estos efectos, las empresas de distribución penalizan por medio de aumento de costo de la energía (cargos en la facturación) a las instalaciones con un bajo factor de potencia. Para el usuario es igualmente desventajoso un bajo factor de potencia ya que lo obliga a sobredimensionar su propia red por encima de sus necesidades.

Mejorar significa **aumentar** el factor de potencia colocando baterías de condensadores en la instalación a mejorar o a compensar para lograr que el efecto de las cargas inductivas se compense con el efecto capacitivo de las baterías de capacitores.

Los motores cuando están sobredimensionados en potencia, también se presentan con un bajo factor de potencia reactivo.



**cálculo práctico de potencias reactivas**

tipo de circuito	potencia aparente S (kVA)	potencia activa P (kW)	potencia reactiva Q (kVAr)
monofásico (F + N)	$S = V \cdot I$	$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$	$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$
monofásico (F + F)	$S = U \cdot I$	$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$	$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$
ejemplo: carga de 5 kW $\cos \varphi = 0,5$	10 kVA	5 kW	8,7 kVAr
trifásico (3 F o 3 F + N)	$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$	$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$
ejemplo: motor de $P_n = 51$ kW $\cos \varphi = 0,86$ rendimiento = 0,91	65 kVA	56 kW	33 kVAr

Los cálculos del ejemplo trifásico se han efectuado de la siguiente forma:

$P_n = \text{potencia suministrada en el eje} = 51 \text{ kW}$   
 $P = \text{potencia activa consumida} = P_n / \eta = 56 \text{ kW}$   
 $S = \text{potencia aparente} = P / \cos \varphi = 65 \text{ kVA}$

de donde:

$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{65^2 - 56^2} = 33 \text{ kVAr}$

Se indican a continuación valores medios de factor de potencia de distintos receptores.

**factor de potencia de los receptores más usuales**

aparato	carga	cos $\varphi$	tg $\varphi$
motor asíncrono ordinario	0 %	0,17	5,8
	25 %	0,55	1,52
	50 %	0,73	0,94
	75 %	0,8	0,75
	100 %	0,85	0,62
lámparas de incandescencia		1	0
lámparas de fluorescencia		0,5	1,73
lámparas de descarga		0,4 a 0,6	2,29 a 1,33
hornos de resistencia		1	0
hornos de inducción		0,85	0,62
hornos de calefacción dieléctrica		0,85	0,62
máquinas de soldar por resistencia		0,8 a 0,9	0,75 a 0,48
centros estáticos monofásicos de soldadura al arco		0,5	1,73
grupos rotativos de soldadura al arco		0,7 a 0,9	1,02
transformadores-rectificadores de soldadura al arco		0,7 a 0,9	1,02 a 0,75
hornos de arco		0,8	0,75

fig. 4: cos  $\varphi$  de los aparatos más usuales.

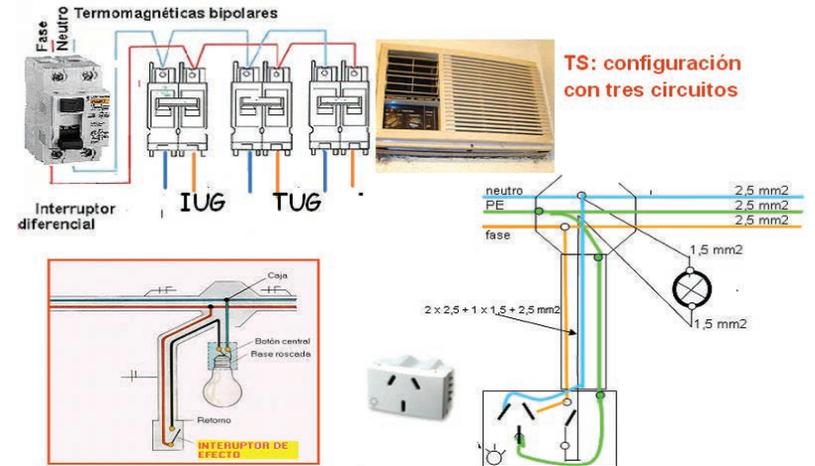
**reducción de la sección de los conductores**

La instalación de un equipo de corrección del factor de potencia en una instalación permite reducir la sección de los conductores a nivel de proyecto, ya que para una misma potencia activa la intensidad resultante de la instalación compensada es menor.

La tabla de la fig. 7 muestra el coeficiente multiplicador de la sección del conductor en función del cos  $\varphi$  de la instalación.

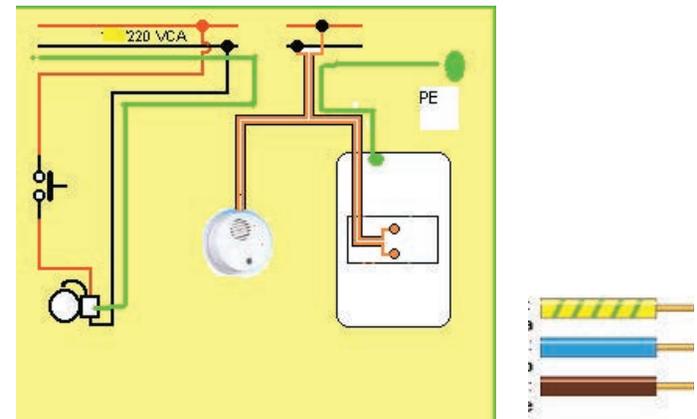
cos $\varphi$	factor multiplicador de la sección del cable
1	1
0,80	1,25
0,60	1,67
0,40	2,50

fig. 7: coeficiente multiplicador de la sección del conductor en función del cos  $\varphi$  de la instalación.



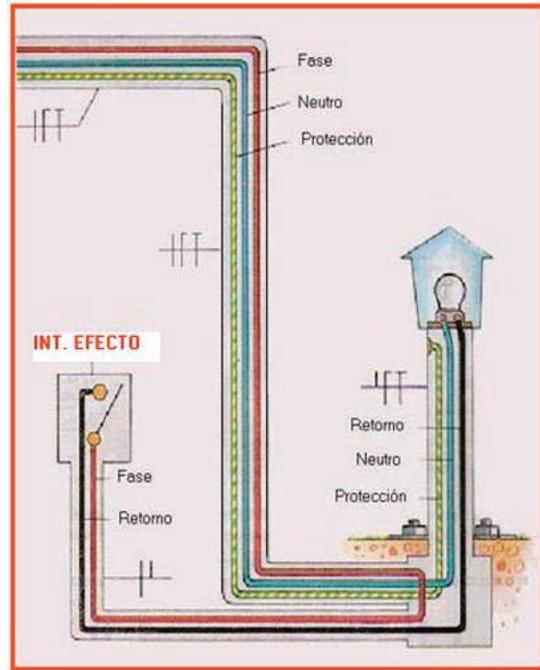
*Circuitos para usos específicos*

Alimentan cargas monofásicas o trifásicas definidas. Por ejemplo, bombas de agua, circuitos de tensión estabilizada, circuitos de fuentes de baja tensión, etc. Se instalan por medio de conexiones fijas (circuito ACU de tablero a tablero para equipos de bombeo o ascensores) o por medio de tomacorrientes “previstos para esa sola función” en circuitos MBTF, APM, ATE, etc.

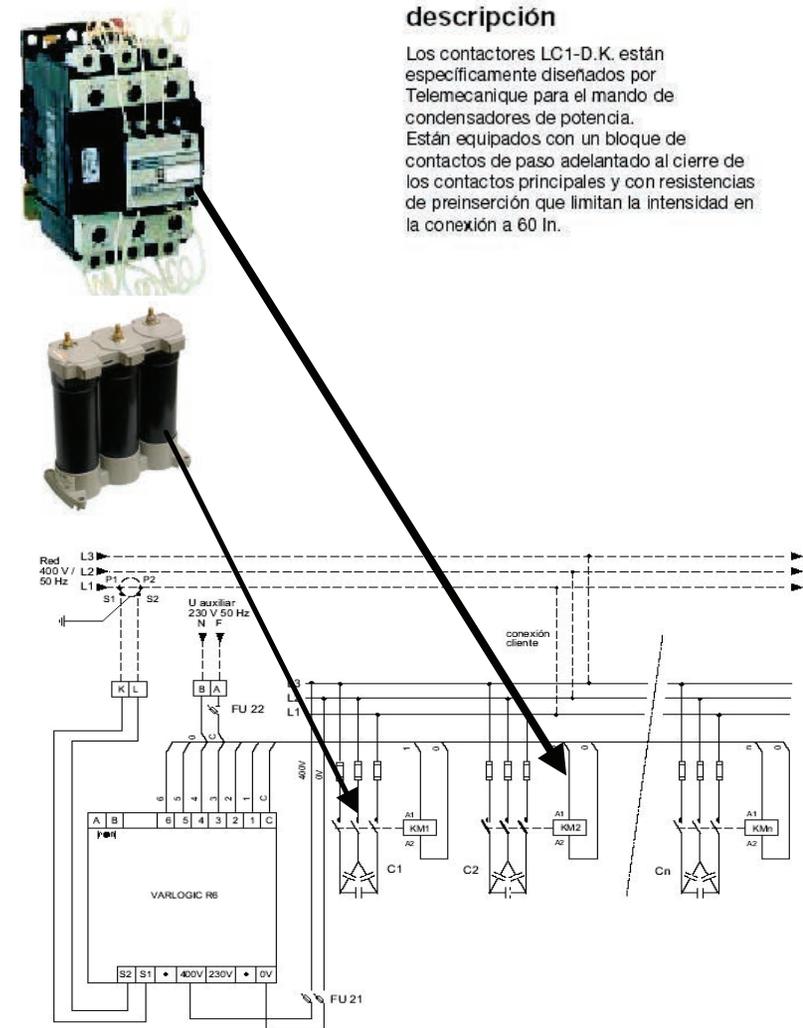


Los circuitos de uso específico que alimentan cargas cuya tensión de funcionamiento NO es la de red de alimentación (por ejemplo los de MBTFs de 24 V) se deben diseñar por medio de conexiones fijas, fichas o tomacorrientes de la tensión correspondiente asignándole una identificación de color. La

condición ante chorros de agua. Los circuitos TUE pueden conectar cargas unitarias hasta 20 A por medio de tomacorrientes 2P + T de 10 A o 20 A (IRAM 2071) o 16 A (IRAM-IEC 60309).



Para la corrección automática de sistema de cargas variables con factor de potencia inductivo (las cargas convencionales son de factor de potencia inductivo), se ofrecen comercialmente sistemas correctores automáticos del factor de potencia que deben garantizar: calidad de prestación y seguridad de funcionamiento pues en general son sistemas que se los programa para mantener el factor de potencia al valor exigido y deben funcionar en forma inteligente y autónoma.



### descripción

Los contactores LC1-D.K. están específicamente diseñados por Telemecanique para el mando de condensadores de potencia. Están equipados con un bloque de contactos de paso adelantado al cierre de los contactos principales y con resistencias de preinserción que limitan la intensidad en la conexión a 60 In.

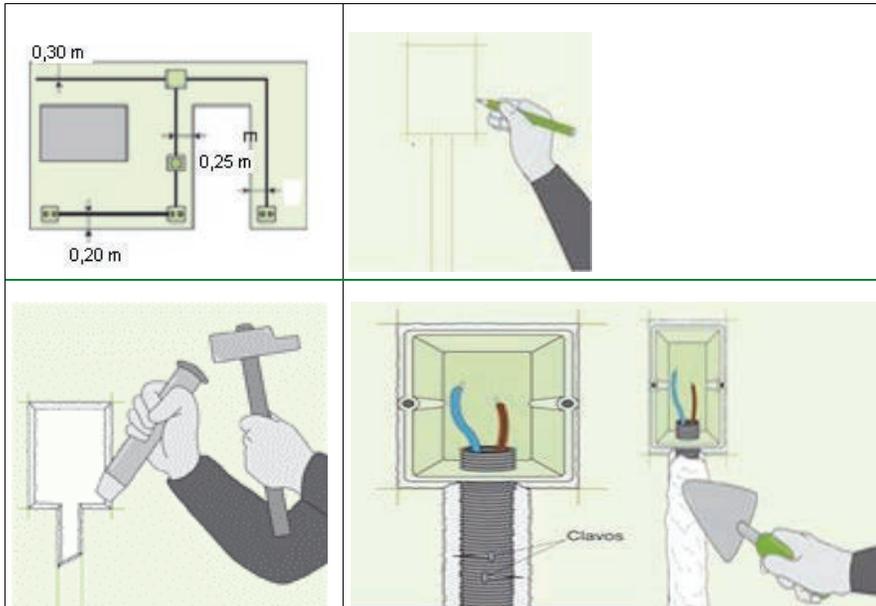
## Interpretación conceptual de términos. Esquemas permitidos y prohibidos de conexión de neutro

### Interpretación conceptual de términos

Es **no formal** y en relación a temas específicos. No pretende suplir ni reemplazar las interpretaciones oficiales indicadas en las Normas.

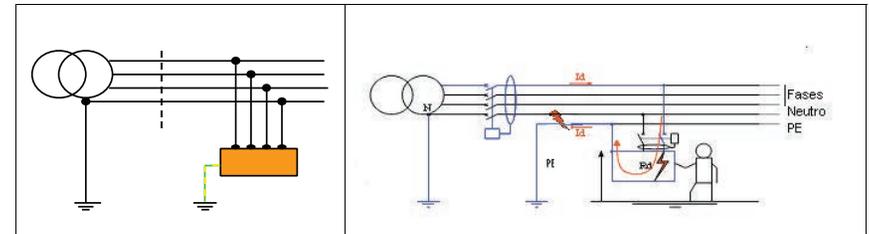
### Alturas recomendadas para colocación de cajas y bocas.

Las cajas para tomacorrientes con arista inferior a no menos de 0,20 m de nivel de solado terminado y 0,30 m de techos. Las cajas para interruptores de efectos, las cajas para interruptores de efectos y tomacorrientes vinculados a circuitos de iluminación y los tableros seccionales con centro entre 0,90 m y 1,30 m de solado terminado.



### Ámbito de aplicación de la RIEI

A partir de los bornes de entrada del tablero principal (TP) de la instalación de una vivienda, oficina o local (unitarios), abarcando la totalidad de los tableros seccionales (TS) y todos los circuitos conectados eléctricamente a los tableros.



El esquema TT es el exigido por la RIEI para las instalaciones eléctricas de inmuebles alimentadas desde la red pública de baja tensión (380 V / 220 V).

En la figura se puede observar la consecuencia de una pérdida de aislación entre el PE y el neutro, lo que genera el peligro de quedar invalidada la protección diferencial. Esta es, entre otros motivos, la razón de utilizar conductores aislados como PE en instalaciones eléctricas de inmuebles donde el esquema obligatorio es el TT.

### Circuito terminal

Vincula los bornes de salida del dispositivo de maniobra y protección asociado con los puntos de utilización (puntos de iluminación, de tomacorrientes, etc.). Comprende los conductores activos y de PAT de protección (PE) y los aparatos de maniobra y protección.

### Circuitos para usos generales

La RIEI los designa con la sigla IUG y TUG.

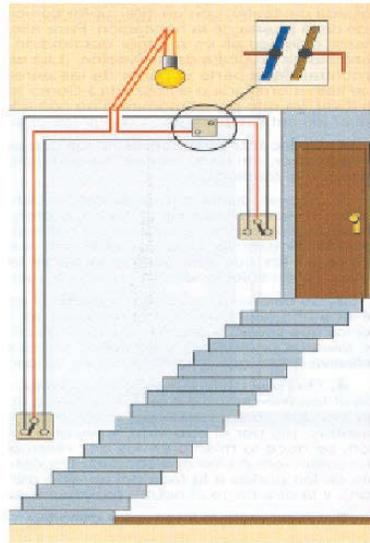
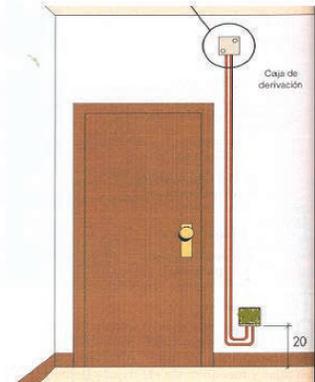
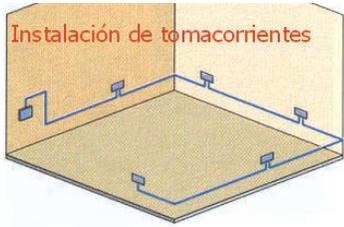
En las bocas de los circuitos IUG la corriente máxima (teórica) por boca es 10 A, de 15 bocas máximas y calibre máximo de 16 A de la protección de sobrecarga. Las cargas de iluminación también pueden ser conectadas por medio de tomacorrientes 2P + T (ventiladores de techo y extractores). Si fuera necesario instalar cajas para bocas de salida combinadas (interruptor de efecto y tomacorriente) el tomacorriente estará marcado con ideograma según se indicará más adelante.

En los circuitos TUG la corriente máxima (teórica) por boca es 10 A, de 15 bocas máximas y calibre máximo de 20 A de la protección de sobrecarga y se deben utilizar tomacorrientes normalizados tipo 2P + T.

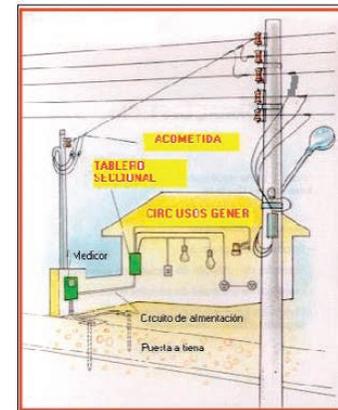
### Circuitos para usos especiales

Alimentan cargas unitarias (con un máximo de doce bocas) o consumos mayores a los admitidos en los circuitos para usos generales y para cargas o consumos a la intemperie (parques y jardines). Más adelante en Módulo 7 se darán ejemplos de aplicación práctica de carga máxima en base al calibre máximo de 32 A de la protección de sobrecarga.

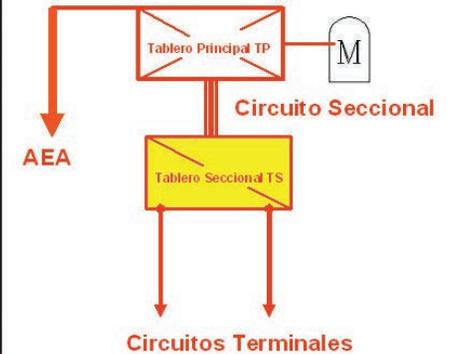
Los circuitos IUE conectan bocas de iluminación por medio de conexiones fijas o por medio de tomacorrientes 2P + T de 10 A o 20 A (IRAM 2071) o 16 A (IRAM-IEC 60309) recomendándose el cumplimiento del grado IP54 para la intemperie, IP44 en espacios semicubiertos y IP55 como



### Ámbito de aplicación de la RIEI



### Designaciones AEA 90364



### Acometida

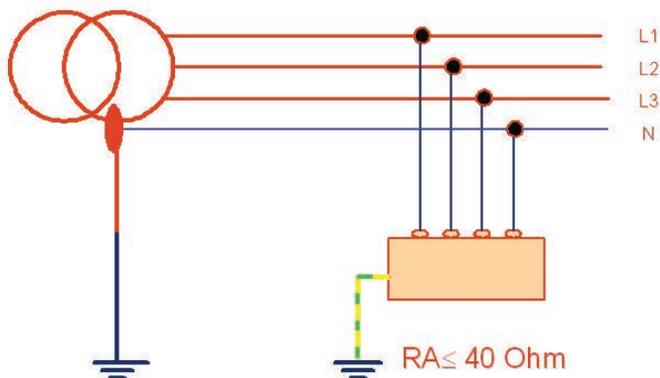
Vinculación de la instalación con la red de la empresa de distribución.

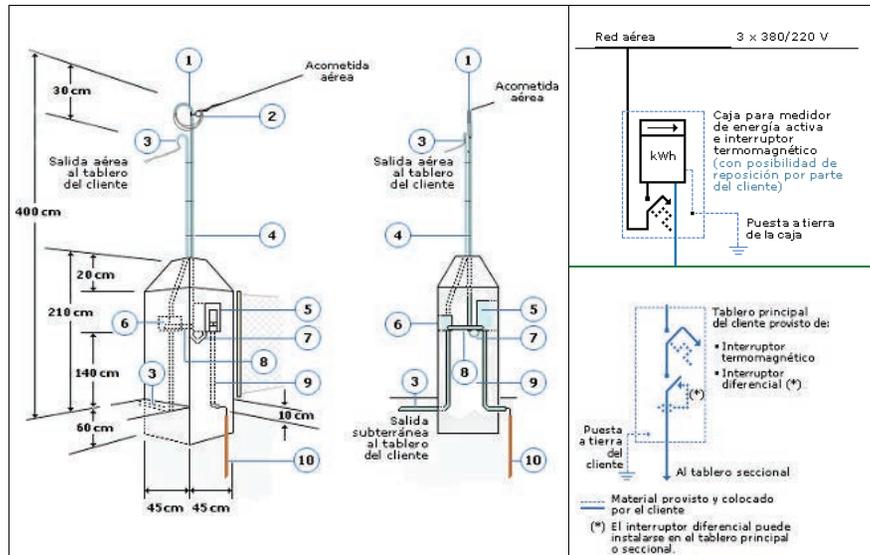
Las empresas de distribución **que colaboran con la seguridad** especifican acometidas con componentes aislados. En los esquemas que siguen se observa un ejemplo de este tipo de acometidas aisladas donde las especificaciones técnicas las indica la empresa de distribución para la instalación del medidor de energía y posteriormente al tablero principal se debe cumplir la referencia técnica establecida por la RIEI:

### Característica de un esquema de conexión a tierra TT

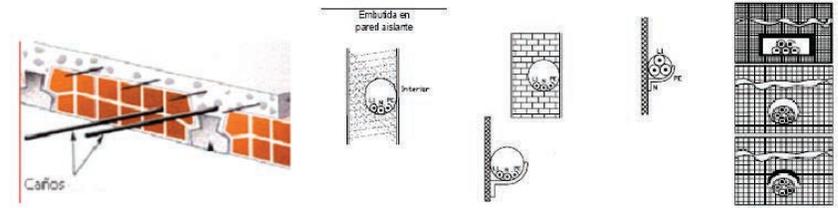
#### Esquema TT MT/BT

#### Esquema de neutro en inmuebles AEA 90364





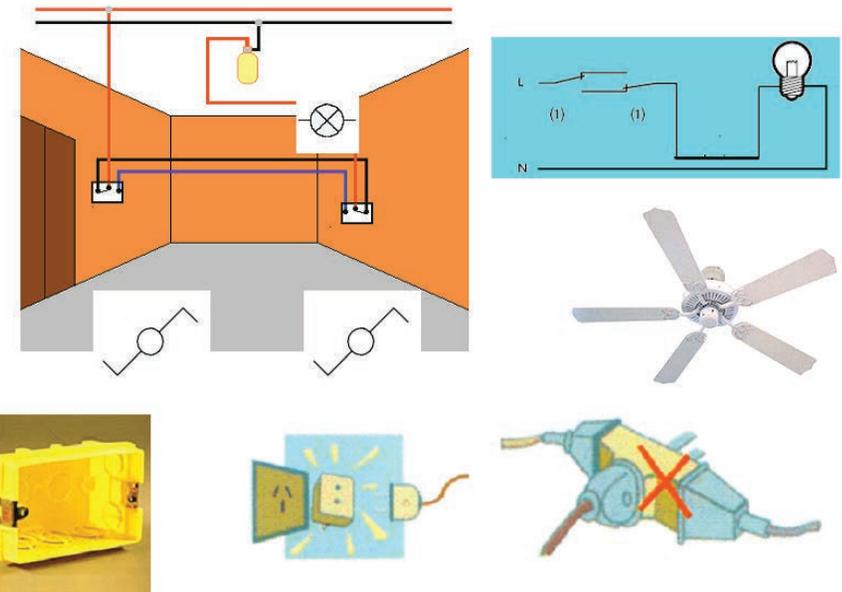
Las vinculaciones por cañería entre TP y TS incluidas las denominadas columnas montantes (vinculaciones entre tableros de medidores y tableros seccionales en edificios) serán de tipo mínimo R19 (3/4") de diámetro interno.

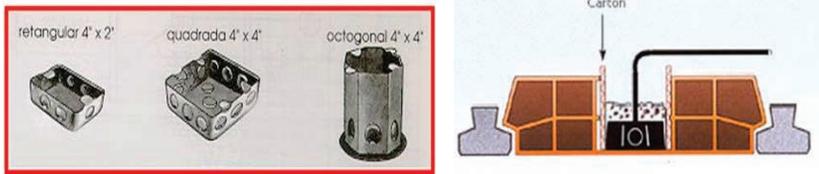


**Pos. Descripción de los materiales a emplear**

Caño cilíndrico de retención de hierro galvanizado pesado. Diámetro interior = 38 mm y codo de 180° de material aislante apto para intemperie, con **caño corrugado sintético en su interior** (ver pos.7) hasta la caja de medidor.

- 2 Grapa de sujeción.
- 3 Salida del Tablero Principal al Tablero Seccional del cliente (alternativa aérea y subterránea).
- 4 Abrazadera.
- 5 Caja de **material sintético** para medidor trifásico y protección (370 x 200 x 220 mm).
- 6 Tablero principal del cliente.
- 7 Caño flexible corrugado 25 mm de diámetro exterior (IRAM 2206) y acople para unir caja de medidor (Pos.5).
- 8 **Caño sintético** para vinculación de caja de medidor y tablero principal. Diámetro exterior = 25 mm. (IRAM 2206).
- 9 **Caño sintético** diámetro exterior = 19 ó 25 mm (IRAM 2206). Con conductor de puesta a tierra: cable unipolar flexible, sección mínima 10 mm<sup>2</sup> Cu, aislado en PVC no propagante de llama, con colores verde-amarillo (IRAM 2183).
- 10 Jabalina cilíndrica IRAM de 1.500 mm.





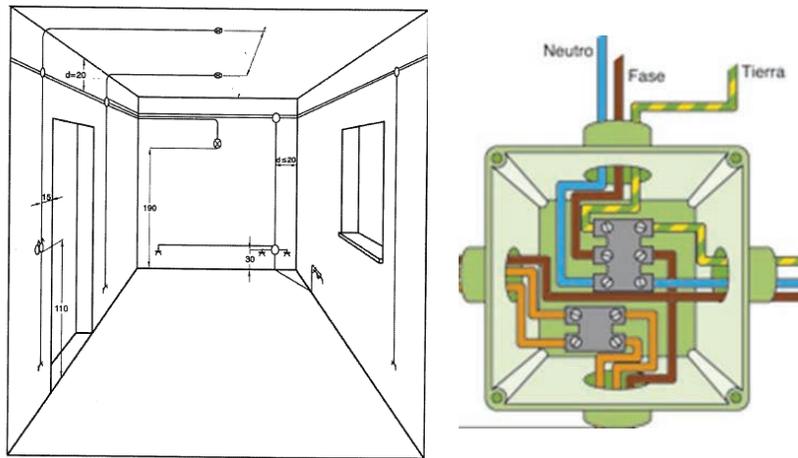
**Cajas** (no confundir con bocas)

Pueden ser de paso, paso y derivación o derivación.

Paso: ingresan y egresan igual número de circuitos sin que en ninguno existan derivaciones.

Paso y derivación: ingresan y egresan igual número de circuitos, pudiendo tener alguno de ellos derivaciones.

Derivación: Ingresan y egresan igual número de circuitos, teniendo todos alguna derivación.



**Canalización**

Cañería, conducto o bandeja de tipo “metálico” o “sintético” que deben ser seleccionados de acuerdo con su utilización y requerimientos exigidos por la RIEI. Permiten contener en forma segura los elementos de la instalación eléctrica, de telefonía, de video, de alarmas, de MBTS, etc.

La selección de los diámetros mínimos de los caños se puede resolver por medio del conocido criterio de que el conjunto de cables con su aislación no ocupen más del 35% de la sección interna de un caño.

**Aparato utilizador**

Destinado a convertir energía en otra forma de energía. Por ejemplo, luminarias, motores, estufas, etc.

Un aparato “consume” energía de la red de acuerdo a su potencia en VA. En este tipo de instalaciones los consumos son en general aleatorios (tomacorrientes de conexión diversa e iluminación a veces también diversa).

**Aparato fijo**

Está previsto para un puesto fijo (heladeras, lavarropas, lavavajillas, etc.).

No poseen manijas para su traslado y tienen una masa (18 kg o más por Norma IEC) tal que no permite ser movido fácilmente. Ubicados generalmente en zona de cocina y/o lavadero, por sus características son de uso prácticamente fijo por lo que el proyectista debe instalar tomacorrientes adicionales ubicados para ese fin.

**Aparato utilizador**

**Convierte energía en otra forma de energía**

**“Consume” energía de acuerdo a su potencia en VA.**



**Aislación básica** (se denomina aislamiento en las Normas Europeas)

Aplicada a las partes activas, asegura la protección básica contra los choques eléctricos. Por ejemplo: aislación de cables.

**Aislación básica (aislamiento):**

Aplicada a partes activas para la protección básica ante choques eléctricos.

Por ejemplo: aislación de "conductores aislados" y cables.

15 mm <sup>2</sup>	<table border="1"> <tr> <td><b>IRAM 2178</b></td> <td>0,6/1,1 kV</td> <td>70°C</td> </tr> <tr> <td>Norma de Fabricación</td> <td>Tensión nominal</td> <td>Temperatura de servicio</td> </tr> </table>	<b>IRAM 2178</b>	0,6/1,1 kV	70°C	Norma de Fabricación	Tensión nominal	Temperatura de servicio	
<b>IRAM 2178</b>		0,6/1,1 kV	70°C					
Norma de Fabricación	Tensión nominal	Temperatura de servicio						
25 mm <sup>2</sup>								
4 mm <sup>2</sup>	<table border="1"> <tr> <td><b>IRAM 247-3</b></td> <td>450/750 VOLT</td> <td>70°C</td> </tr> <tr> <td>Norma de Fabricación</td> <td>Tensión nominal</td> <td>Temperatura de servicio</td> </tr> </table>	<b>IRAM 247-3</b>	450/750 VOLT	70°C	Norma de Fabricación	Tensión nominal	Temperatura de servicio	
<b>IRAM 247-3</b>		450/750 VOLT	70°C					
Norma de Fabricación	Tensión nominal	Temperatura de servicio						
6 mm <sup>2</sup>								
10 mm <sup>2</sup>	<b>Cables</b>							
16 mm <sup>2</sup>	<table border="1"> <tr> <td><b>IRAM 62266</b></td> <td>0,6/1 kV</td> <td>90°C</td> </tr> <tr> <td>Norma de Fabricación</td> <td>Tensión nominal</td> <td>Temperatura de servicio</td> </tr> </table>	<b>IRAM 62266</b>		0,6/1 kV	90°C	Norma de Fabricación	Tensión nominal	Temperatura de servicio
<b>IRAM 62266</b>		0,6/1 kV	90°C					
Norma de Fabricación	Tensión nominal	Temperatura de servicio						
25 mm <sup>2</sup>								
35 mm <sup>2</sup>								

**Aislación suplementaria**

Aislación, además de la básica, que asegura la protección contra choques eléctricos en caso de falla de la aislación básica.

**Aislación suplementaria:**

Aislación, además de la básica, que asegura la protección contra choques eléctricos en caso de falla de la aislación básica.

Algunos modelos de equipos se conectan por medio de tomacorrientes 2 P y otros por medio de 2P + T.



**Aislación doble**

Comprende la básica y la suplementaria.

**Aislación doble**

Comprende la básica y la suplementaria



**Bocas**

Las bocas de todo tipo están ubicadas en cajas en general de tamaño 50 mm x 100 mm o 100 mm x 100 mm. Las de iluminación pueden conectar cargas unitarias, ventiladores de techo o extractores por medio de conexiones fijas o tomacorrientes 2P+ T para ese fin.

La RIEI permite instalar interruptores de efectos y tomacorrientes en una misma boca, pero no se permiten a menos de 0,90 m de nivel de solado terminado.

Es posible instalar 2 tomacorrientes 2P + T en una caja de 50 mm x 100 mm y hasta 4 tomacorrientes en una caja de 100 mm x 100 mm.

Cuando se cotiza la ejecución de obra por medio de número de bocas, se debe aclarar que no todas las cajas son bocas. Por ejemplo una caja de paso, derivación, efecto, etc. es una boca cuando en ella existe una conexión de 220 V (boca de iluminación o tomacorriente). Así, una cotización de "boca" de ejecución de iluminación en losa es el resultado de instalar la caja de la losa más la caja del interruptor de efecto; es decir que el instalador cotizando la ejecución de boca de iluminación INCLUYE la caja del interruptor de efecto de esa luminaria. Una boca de tipo escalera, que se debe accionar desde dos cajas, se puede cotizar como UNA BOCA Y MEDIA. Una caja que albergue un interruptor de efecto y un tomacorriente se considera una boca.

Una boca puede ser al mismo tiempo una caja de paso o derivación si tiene un circuito único. Las ubicadas en losa y de tamaño hasta 100 mm x 100 mm serán consideradas bocas a los efectos del cálculo del Grado de Electrificación.

### Unión de caños y cajas



Mediante conectores metálicos o sistemas de tuerca y boquilla, donde la tuerca se dispondrá en la parte exterior de la caja y la boquilla en su parte interna.

En cajas para elementos interruptores de efecto, tomacorrientes, etc., no se recomienda el sistema de tuerca y boquilla pues el espacio que ocupa puede dificultar la colocación de los elementos.

### Sobre colocación de cajas para interruptores de efecto y tomacorrientes

Se recomienda instalar (salvo otras indicaciones de proyecto) las de tomacorrientes aproximadamente a 0,3 m, y las de interruptores de efecto a 1,3 m, respecto al nivel de piso terminado.

### Sobre la instalación de cañerías

No debe quedar suelta ni establecerse por orificios de ladrillos o bloques de la construcción.

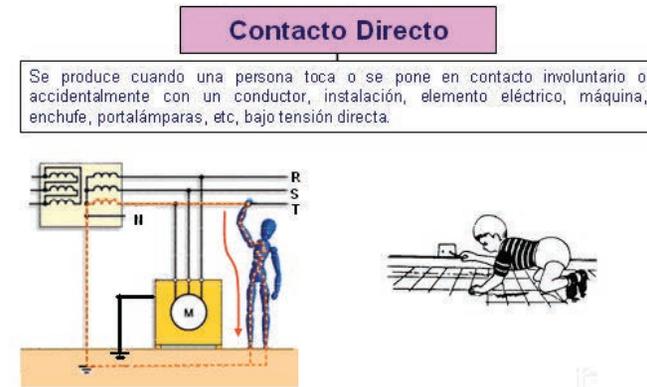
En losas se aseguraran con dispositivos adecuados para evitar su aplastamiento o que queden sueltas entre los fierros de la construcción.

Los conductores **se pasan**, o sea, se introducen en los caños, con ayuda de una cinta de acero o material plástico muy flexible, la que se empuja desde un extremo, en una boca (es mas conveniente pasar la cinta desde una boca de techo hacia una caja en pared) o hasta que se pueda tomar por la boca siguiente; de donde se tira y de esta manera se arrastran los conductores, permitiendo así ejecutar los tramos.

Los interruptores **de efecto** de uno, dos, o tres puntos, o efectos y los tomacorrientes se alojan en las cajas donde se fijan mediante tornillos que se roscan a las orejetas (o se utilizan sistemas modulares) y finalmente se cubren con tapas para evitar riesgos de accionamiento y por estética del ambiente utilizando modelos que se fabrican de varios tipos y calidades. Se relacionan los efectos con las luminarias o a veces con portalámparas (etapa de entrega de obra) que penden del techo en el centro de la habitación o a una caja de tipo aplique o brazo.

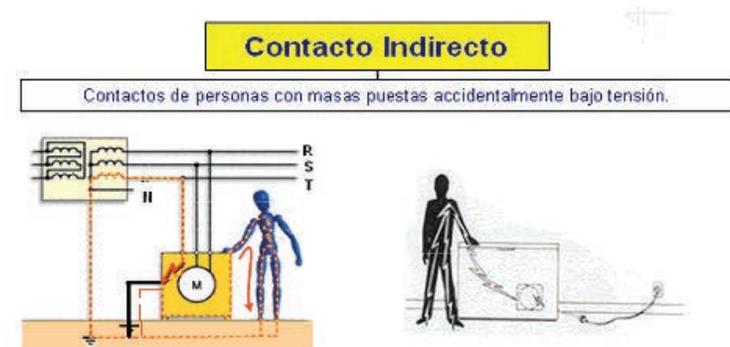
interruptores diferenciales obligatorios y normalizados que deben funcionar aun en condiciones de desequilibrio de corrientes eléctricas de fases, baja tensión de alimentación o faltas de fase. Los denominados “diferenciales electrónicos” no cumplen estas últimas condiciones; no actúan y ponen en peligro a las personas y bienes.

### Contacto directo



Es un contacto con “partes vivas” bajo tensión originado por defectos de aislación, defectos en bloqueos (grado IP de Norma IRAM 2444) o imprudencia de las personas. Ante un contacto directo respecto de tierra (caso más habitual) la persona queda sometida a la corriente que impone la resistencia de la parte del cuerpo por donde se establece; si tiene o no calzado puede influir en el circuito de falla. La protección diferencial de no más de 30 mA es la única solución conocida ante este peligro y desconectará el circuito de “manera correctiva” ante una situación que no debería suceder si se han establecido los bloqueos correspondientes que indica la RIEI.

### Contacto indirecto



Es un contacto con partes metálicas que normalmente están sin tensión, pero que se ponen en tensión por defectos de aislación. La situación es peligrosa, pues a pesar que la tensión de defecto origina que una parte de la corriente se derive por la PAT de protección obligatoria, una parte de la tensión de defecto puede ingresar a las personas con el consiguiente peligro. La RIEI exige implementar un sistema de vigilancia permanente de defecto por medio de interruptores diferenciales en el sistema obligatorio TT.

La correcta instalación de PAT de protección con la respectiva continuidad es la primera condición de seguridad necesaria e imprescindible y no debe estar condicionada o reemplazada por ninguna otra medida.

La PAT de protección “es sagrada” pues evita el contacto indirecto que no debería ocurrir si se asegura que la instalación ha sido proyectada con la idoneidad que establece la RIEI de modo a preservar la vida de las personas. El proyecto y la instalación deben resolver el sistema de PAT de protección y la protección de falla a tierra asociada (interruptor diferencial) que garantice la vigilancia y desconexión preventiva ante los contactos indirectos. Una vez establecida una correcta PAT de protección se debe implementar la protección diferencial (según el esquema de conexión a tierra de la instalación) para garantizar que la falla se despejará ante la existencia de una tensión de contacto en las masas de 24 VCA (Ley 19587 de H. y S. del Trabajo).



La historia de la electricidad nos muestra la preocupación que la electrocución planteó e inquietó a los investigadores. El uso intenso de la electricidad generó el fantástico progreso que conocemos, pero también provocó enormes daños por electrocuciones. Así planteadas las cosas y con el esfuerzo que hizo y hace la Asociación Electrotécnica Argentina en establecer los alcances del uso de la tecnología en la seguridad eléctrica, no es posible entender lo difícil que resulta concretar la utilización de la RIEI para proteger a los ciudadanos ante esta realidad que ya es conocida en todo el mundo.

Debemos insistir en difundir que la RIEI tiene como objetivo ofrecer la necesaria seguridad a las personas y los bienes. Pero también sabemos que a las Reglamentaciones a veces las bloquean los que entienden que estas imposiciones les implica cambiar actitudes, y así no la respetan, se olvidan de ellas, buscan trasgredirlas e incluso desprestigiarlas para que no sean utilizadas en forma obligatoria .

Se agrego a la Tabla una columna de designación comercial de caños en pulgadas utilizada habitualmente (aunque no corresponde a lo indicado por IRAM) para designar los caños, y la sección disponible (35% de la total interna) para conductores.



### Sobre cajas en cañerías

Las cajas permiten vincular los caños y la posterior instalación de los conductores y empalmes, alojar interruptores de efecto, tomacorrientes, borneras, etc.

Tienen agujeros para el acceso de los caños, y orejas con agujeros roscados para fijación de tapas o dispositivos.

Las cajas se construyen en diversos materiales como plásticos, acero, aluminio o hierro.

Las cajas tipo plástico tienen su principal aplicación en instalaciones normalmente húmedas (baños) o a la intemperie como terrazas, jardines, piscinas, etc.

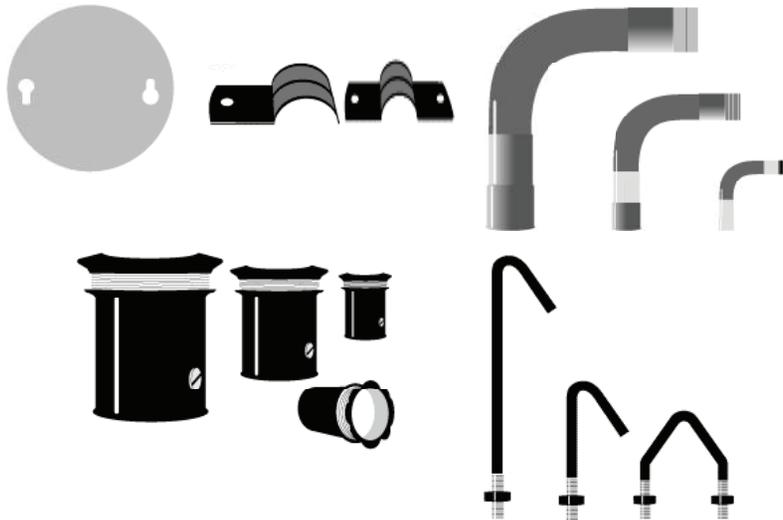
Cuando se requiera vincular cañería metálica (de losas) con cañería plástica (en pared) se instalará una caja de vinculación en pared. No se admitirán cañerías sueltas de cualquier tipo.

### Tipos habituales de cajas

Cuadradas de 100 x 100 mm (uso como intermedias), rectangulares de 100 x 50 mm (uso para contener tomacorrientes y/o interruptores de efecto) u octogonales chicas y grandes (uso para contener artefactos de techo o apliques de pared).



Existen accesorios de vinculación como conectores o dispositivos tuerca-boquilla que permiten su conexión con los caños; o elementos metálicos tipo ganchos que permiten colgar artefactos en las cajas que quedan embebidas en el hormigón de las losas



En el caso de instalaciones a la vista, en el interior de edificios o a la intemperie es frecuente la utilización de bandejas portables que son conductos con o sin tapa removible, en los cuales se permite colocar conductores correspondientes a una o varias líneas.

La continuidad del alojamiento conformado por la tubería, exige el empleo de cajas donde se alojan los interruptores, los tomacorrientes y realizan las conexiones. Ningún empalme de cables puede quedar dentro de un caño, sino en cajas de acero estampado o de alguno de los materiales mencionados, dispuestas para recibir tapas que se sujetan con tornillos. Las uniones entre caños y cajas se afirman con piezas especiales que se llaman conectores, también de varios tipos, siendo empleado el de tuerca y boquilla o el conector a tornillo.

Una vez terminada la ejecución de la tubería, la continuidad eléctrica se asegura con un conductor aislado de bicolor de cobre mínimo de 2,5 mm<sup>2</sup>, que la recorre enteramente y que se conecta a tierra todas las partes metálicas.

CAÑO TIPO LIVIANO				CAÑO TIPO PESADO			
IRAM	COM.	PULGAD	SECC DISP.	IRAM	COMERC.	PULGADAS	SECC DISP.
RL	16/14	5/8"	54	RS	16/13	5/8"	46
RL	19/17	¾"	80	RS	19/15	¾"	62
RL	22/20	7/8"	110	RS	22/18	7/8"	90
RL	25/23	1"	146	RS	25/21	1"	121
RL	32/29	1 ¼"	231	RS	32/28	1 ¼"	216
RL	38/35	1 ½"	337	RS	38/34	1 ½"	317
RL	51/48	2"	633	RS	51/46	2"	582

### Cortocircuitos

Son fallas entre dos conductores denominados "vivos" (fase- neutro o fases entre si o fases entre si y tierra).

### Conductor PE

Es un conductor aislado (verde amarillo) continuo de mínima sección 2,5 mm<sup>2</sup> que se vincula a la PAT de protección de la instalación y no es interrumpido por ningún tipo de protección.

### Conductores de fase y neutro

El sistema de distribución se establece por medio de conductores de fases y de neutro, para ofrecer 380 V entre fases y 220 V entre cualquier fase y el neutro. El neutro se conecta a la PAT de servicio en el transformador de distribución y a veces en varios lugares de los recorridos de las redes de energía.

En teoría, la tensión de neutro respecto a tierra debería ser cero. En la práctica, por razones de asimetría de cargas o de corrientes armónicas, la tensión de neutro respecto a tierra puede tener un valor no nulo. Por ello, al neutro se lo considera un **conductor activo**, y como tal debe estar aislado y no vinculado a masas, tableros, etc.

### Corriente de falla en esquema de conexión a tierra TT

En este tipo de sistema entre un conductor activo (fase o neutro) y la masa se pueden originar corrientes de cortocircuito de pocos ampere o de pocos miliampere originadas la mayoría de las veces en fallas internas de aislación de equipos o de instalaciones. Esta corriente, aunque sea reducida, puede dar lugar a la aparición de tensiones peligrosas que deben ser despejadas en forma preventiva por las protecciones de desconexión por fallas a tierras establecidas por la RIEI.

### Corriente de cortocircuito franco

Resultante de fallas de impedancia despreciable entre puntos que en servicio normal presentan potenciales eléctricos distintos. A veces se origina por falla de aislaciones o por conexiones incorrectas. Un cable al cual se le ha deteriorado su aislación (por ejemplo, por un pasaje incorrecto o por cañerías con acoples que lo han lastimado) o un cable de mala calidad donde su aislación esta "descentrada" esta propenso a originar un cortocircuito.

### Corriente de actuación de un dispositivo de protección

Valor que provoca la actuación de un dispositivo dentro de un tiempo que está establecido en la Norma de producto. Para los interruptores automáticos es la "corriente convencional de operación o funcionamiento".

La corriente de actuación de los dispositivos de protección debe garantizar la seguridad de funcionamiento de la instalación ante todo tipo de sobrecargas o fallas. El proyecto debe resolver en forma correcta la garantía de actuación de los dispositivos ante sobrecargas y o cortocircuitos.

### Corriente asignada de un dispositivo de protección

Corriente indicada por el fabricante, que puede soportar el dispositivo en servicio ininterumpido (permanente) bajo determinadas condiciones establecidas en la Norma de producto; sin que su temperatura de régimen permanente supere un valor especificado.

**Designaciones conceptuales**  
**IB: corriente de proyecto**  
**Carga total: (DPMS + cargas específicas).**

Cant.	AMBIENTE	S (m2)	IUG	TUG
1	Sala y Comedor	18	1	3
1	Dormitorio	12,25	1	3
1	Cocina	12	1	3 + 1(*)
1	Baño	7,5	1	1
1	Vestibulo	7	1	1
1	Pasillo (2 x 1,5) ml	3	1	1
<b>Totales</b>		<b>59,7</b>	<b>6 Bocas</b>	<b>13 Bocas</b>
			<b>594 VA</b>	<b>2200 VA</b>
			<b>DPMS.</b>	<b>2784 VA &lt; 3700VA</b>

**IZ : corriente admisible del conductor**  
**(en las condiciones particulares de su instalación).**

Sección nominal	Método B1 y B2 Caño Embutido en pared Caño a la vista	Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido	Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera
mm <sup>2</sup>	(1)	(2)	(3)
	(4)	(5)	(6)

**In : corriente asignada del dispositivo de protección de sobrecargas y cortocircuitos del conductor asociado.**

**IB= In= IZ**



### Conexión equipotencial

Coloca las masas y elementos conductores ajenos a un mismo potencial. Por ejemplo, la vinculación por conectores normalizados o por soldadura cuproaluminotérmica de un conductor PE con los hierros de una estructura metálica embebida en el hormigón.



En principio se necesita del plano de planta para poder ubicar los recorridos de las cañerías, las secciones de conductores de fases de neutro y las puestas a tierra, y las protecciones de circuitos y generales en los tableros correspondientes.

La etapa de obra comienza con las cañerías, cajas y tableros que una vez instalados alojaran los conductores y dispositivos de maniobra y protección. En la etapa que sigue a la de canalizaciones se debe realizar (con cuidado) el tendido de conductores para alimentar las bocas para artefactos de iluminación (luminarias) (con centros, soportes o brazos) y las bocas de tomacorriente donde se conectan artefactos portátiles para iluminación, electrodomésticos, etc.

Los conductores para este tipo de instalaciones son de cobre de alambres torsionados, más un revestimiento aislante de PVC o XLPE en tipos Norma IRAM que se indican en la RIEI donde además se brindan tablas de selección por tipo de aislación y tipo de montaje.

Los conductores de tipo IRAM 2183 (comunes unipolares en rollos de 100 m) solo pueden estar alojados en cañería de acero o de material plástico las que se fabrican de varios tipos, diámetros y terminaciones. En acero se emplean caños de tipos según la ubicación en obra y deben estar esmaltados o pintados según IRAM para proveer protección anticorrosiva. Hay también caños denominados sintéticos y el instalador debe consultar sobre sus condiciones y requerimientos de instalación según el caso.

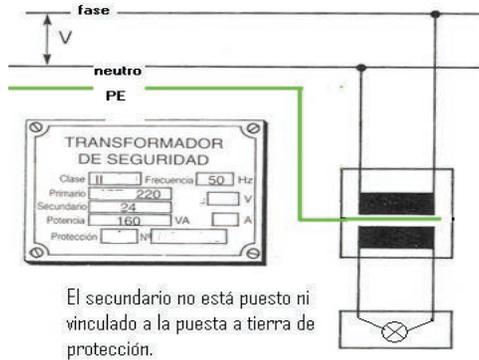
En el comercio los metálicos se expenden en forma de tiras de 3 m de longitud con rosca macho en ambos extremos, las uniones se deben realizar con curvas y diversos tipos de acoples.

Los caños de material sintético (PVC) pueden ser rígidos o flexibles. El corrugado no se acepta en instalaciones eléctricas hasta que no esté especificado en una Norma IRAM.

Los caños van embutidos en las losas del techo (previo por ejemplo al hormigonado) o en canaletas labradas en las paredes de mampostería, recubiertos por un sistema de revoque que evite la penetración de clavos. Pueden ir a la vista, pero no es una disposición frecuente en viviendas; en cambio, se emplea en edificios industriales y exige gran prolijidad y cajas especiales de fundición maleable, acero o de fundición de aluminio diseñadas para cañería exterior. Estas cajas tienen distintas formas geométricas pudiendo ser cuadradas, rectangulares u octogonales.

### Canalizaciones metálicas



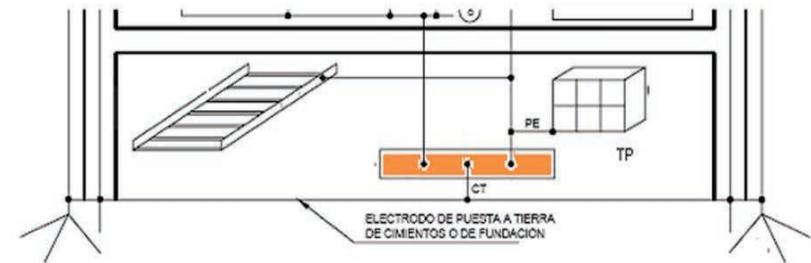


Resumen de tipos de circuitos, máxima cantidad de bocas y máximo calibre de la protección

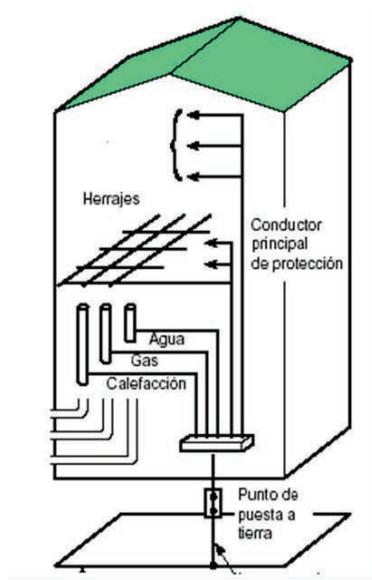
Tipo de circuitos.	Designación	Sigla	Máxima cantidad de bocas	Máximo calibre de la protección
Uso General	Iluminación uso general	IUG	15	16 A
	Tomacorrientes uso general	TUG	15	20 A
Uso Especial	Iluminación uso especial	IUE	12	32 A
	Tomacorrientes uso especial	TUE	12	32 A
Uso Especifico	Alimentación a fuentes de muy baja tensión funcional	MBTF	15	20 A
	Salidas de fuentes de muy baja tensión funcional	-	Sin limite	Responsabilidad del proyectista
	Alimentación pequeños Motores	APM	15	25 A
	Alimentación tensión Estabilizada	ATE	15	Responsabilidad del proyectista
	Círculo de muy baja tensión sin PAT de protección	MBTS	Sin limite	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 limite	Responsabilidad del proyectista

Materiales, equipos, accesorios, disposiciones, constructivas y trabajos de montaje de las instalaciones eléctricas

Para la **ejecución** de la instalación eléctrica de una vivienda, local individual o colectivo en edificios se debe disponer de un proyecto que tome como base los requerimientos municipales, si existieran, y la dirección técnica del profesional proyectista y responsable si así lo estableciera la Autoridad de Aplicación.



Se observa la vinculación metálica entre la puesta a tierra de protección del tablero principal, la bandeja metálica de ingreso de cableado, la barra general de puesta a tierra de protección y todo el sistema vinculado a las partes metálicas de las cimentaciones y los electrodos de puesta a tierra de los lados de la edificación.



### Conductor PE

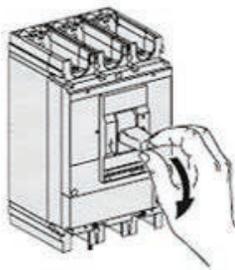
Conductor de protección que recorre y conecta todas las partes metálicas para asegurar la conexión equipotencial. Asegura la vigilancia y desconexión de fallas a tierra por medio de interruptores diferenciales obligatorios en instalaciones de inmuebles. Se exige de tipo aislado bicolor en circuitos terminales y tableros. Se permite desnudo en bandejas portacables, por ejemplo, en líneas seccionales desde TP al TS.

### Designación de las fases de conexión

La RIEI las designa como L1, L2, L3, N a las anteriores designaciones de R, S, T, N.

### Dispositivo de maniobra y protección

Realizan una o más de las siguientes funciones: protección, maniobra, seccionamiento, etc.



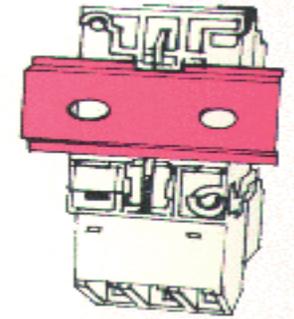
### Tomacorriente (color rojo) vinculado a circuitos de energía ininterrumpible (UPS).

La RIEI exige que el tomacorriente para este tipo de circuitos sea de **frente rojo**, de modo que sea visible que en ese tomacorriente no se deben conectar cargas no necesarias en este tipo de circuitos.



### Riel Din

Elemento de montaje normalizado que permite sujetar a un tablero las termomagnéticas, diferenciales, etc.; facilitando su montaje y desmontaje.



### Circuitos con tensión máxima de 24 V (MBTS)

Por concepción de seguridad no tienen PAT de protección y son alimentados por medio de un circuito para carga única (ACU). Alimentan cargas cuya tensión de funcionamiento NO es la de la red de la alimentación por medio de conexiones fijas o fichas y tomacorrientes conforme a Norma IRAM - Norma IEC 60309. No tienen limitaciones del tipo: número de bocas, potencia de salida de cada una, tipo de alimentación, ubicación, conexión o dispositivos a la salida, ni de potencia total del circuito.

La tensión de Seguridad de 24 V se utiliza para ambientes secos, húmedos o mojados. En el caso de cuerpos sumergidos por ejemplo en piletas de natación o fuentes ornamentales con iluminación debajo del nivel del agua se deberá utilizar fuentes de MBTS de máximo 12 V.

Visto desde el lado de un conductor, un valor de corriente que exceda su corriente admisible representa una sobrecorriente. Visto desde el lado de la protección del conductor, la sobrecorriente que debe “dejar pasar” y la que “debe cortar” están definidas por la RIEI que mediante formulas indica la sobrecorriente que debe admitir y la que debe despejar por medio de la protección asociada.

El límite entre la sobrecorriente y el cortocircuito lo determina el tipo de consumidor eléctrico y no un valor absoluto múltiplo de la corriente nominal del circuito. Por ejemplo el arranque de un motor o la corriente de energización de un transformador deben ser toleradas por las protecciones asociadas.

### *Sobrecorriente desde las protecciones*

Como las sobrecorrientes no son valores definidos, se puede considerar como sobrecorriente a la corriente que hace funcionar una protección termomagnética en su ajuste térmico. Por ejemplo, una protección modelo C20A admite sobrecorrientes dentro del orden de 5 a 10 veces su corriente asignada, es decir en este caso entre 100 A y 200 A.

### *Tensión Nominal*

Para una instalación monofásica (fase- neutro) es 220 V, para una trifásica (tres fases) es 380 V y para una que requiera tensiones monofásicas y trifásicas, en parte será de 380 V y en parte de 220 V. Como proviene de una red de distribución de energía, está sujeta a cargas variables y longitudes diversas, por lo que no se puede asegurar que en el punto de origen las tensiones tengan valores absolutos de 220 V o 380 V.

### *Tensión de contacto*

Por convención este término es usado solamente respecto a los contactos indirectos. Por ejemplo, el hecho de tocar con una mano una masa metálica que adquiere tensión por una pérdida de aislación originada desde los circuitos activos de un motor, estando otra parte del cuerpo en contacto con la tierra.

### *Tomacorriente (con ideograma) vinculado a circuito de iluminación*

La RIEI indica que cuando un tomacorriente está en la misma caja que un interruptor de efecto, al tomacorriente se lo debe vincular al circuito de iluminación y **debe poseer una indicación de su situación** mediante un ideograma N° 5012- IEC 60417. Esta señalización permite, por ejemplo, evitar que un operador que corte el circuito TUG entienda que puede operar en los contactos terminales de **este** tomacorriente vinculado al IUG.



### *Dispositivo de seccionamiento*

Permite separar por razones de seguridad o mantenimiento toda una instalación o parte de ella de toda fuente de energía eléctrica.



### *Dispositivo de protección contra sobreintensidades*

Interrumpe un circuito cuando la corriente en los conductores protegidos sobrepasa un valor determinado durante un tiempo establecido. La metodología de selección por medio de interruptores automáticos nos permite establecer un método simple de selección para cumplir esta condición (ejemplos más adelante).

### *Dominio de aplicación de la RIEI*

Comprende las instalaciones eléctricas de viviendas oficinas o local (unitario). El vocablo “local” incluye un recinto en el cual se realiza cualquier actividad humana fuera de las específicas de la vivienda o de una oficina.

### *Documentación técnica de proyecto*

**Memoria** técnica de la instalación con sus particularidades y datos necesarios para su ejecución

**Síntesis** de la instalación con la demanda de potencia, grado de electrificación, cantidad y destino de los circuitos, cantidad de bocas definidas por proyecto y por ambiente, verificación de secciones de conductores en el punto de suministro y en los lugares de selección de materiales y dispositivos.

**Esquema unifilar:** contiene los resultados de los cálculos de verificación y características nominales de accionamiento de los dispositivos de maniobra y protección, corriente asignada, curva de actuación, capacidad de ruptura, tipo y sección de conductores de líneas, circuitos y conductores PE.

**Planos de la instalación y de tableros;** con indicación de la superficie de cada ambiente, las canalizaciones con sus medidas, cableados y circuitos a los que pertenecen, ubicación y destino de tableros y su relación con circuitos terminales y bocas, ubicación de la toma de tierra de protección y la ubicación de los conductores del sistema equipotencial y PE.

**Listado de materiales** de la instalación indicando las marcas de materiales, Norma de aplicación y forma de acreditación de la conformidad con las Normas.

*Elemento conductor ajeno a la instalación eléctrica*

No forma parte de la instalación y puede introducir un potencial hacia la instalación.

Un ejemplo detallado más adelante nos muestra que si se vincula la puesta a tierra de la acometida con la PAT de protección interna de la instalación y ocurre una falla a tierra **no resuelta** en la acometida (situación habitual por no utilizar la empresa de distribución protecciones de falla a tierra); se originará “el ingreso” de una tensión respecto de tierra peligrosa hacia la instalación interna.

También son conductores extraños las cañerías metálicas de sistemas de calefacción, de agua, de gas, fierros de la estructura, etc.



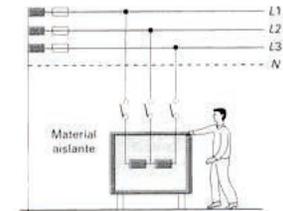
*Electrodo de tierra*

Elemento conductor adecuado en contacto íntimo con tierra que asegura una conexión eficiente y durable.

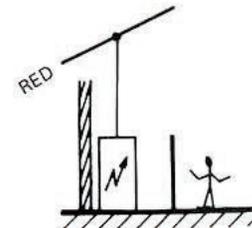
*Seguridad*



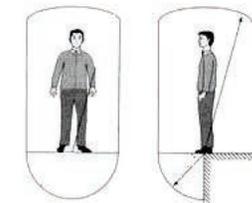
Aislación de componentes y equipos de trabajo



Envolvertes



Obstáculos: rejas, cercas, etc entre los equipos y el personal



Alejamientos normalizados: de acuerdo al tipo de recinto, tipo de personas o actividad.

*Selectividad*

El funcionamiento coordinado de los dispositivos de protección conectados en serie logra una desconexión escalonada que delimita los efectos de una falla (de modo a desconectar la falla a costa de la menor parte posible para despejarla). La acción selectiva de las protecciones logra que desconecte el aparato de protección preconectado (aguas arriba) más cercano al lugar donde se produjo el cortocircuito.

*Sobrecorriente*

Toda corriente superior a la corriente asignada de un conductor o cable debe ser detectada y si es necesario desconectada. Por ejemplo, una sobrecarga puede superar la corriente admisible y debe ser desconectada por protecciones aptas para esa necesidad. Una sobrecorriente puede producir efectos térmicos (dependiendo de la magnitud y duración) y deteriorar la aislación de los materiales o la aislación de los conductores aislados o cables. Si se seleccionan las protecciones adecuadas de sobrecarga se evitan sus efectos térmicos (sobrecalentamiento de aislaciones).

*Sobrecorriente y sus efectos*

Corrientes eléctricas no previstas en el dimensionamiento de la instalación. Se pueden originar por cargas simultáneas mayores a las previstas, por una carga que exceda la capacidad de un circuito de tomacorrientes, etc.

### Parte Activa

Todo conductor o parte conductora destinada a estar bajo tensión en condiciones normales de servicio, incluyendo el conductor neutro.

#### Protección parcial al contacto eléctrico

Se utiliza una protección parcial, por ejemplo grado IP0, en recintos industriales **donde sólo tienen acceso las personas autorizadas** y es necesario acceder para una rápida reparación o mantenimiento bajo tensión. El sentido práctico de estas medidas es posibilitar la acción en situaciones de emergencia y con personal capacitado a tal efecto (BA4, BA5).

#### Punto de utilización

Se entiende por punto a toda caja (no tablero) que por necesidad de conexión de luminarias o tomacorrientes se instala en los recorridos de los circuitos. La RIEI exige cantidades mínimas de acuerdo al tipo de ambiente en viviendas o locales (ver boca).

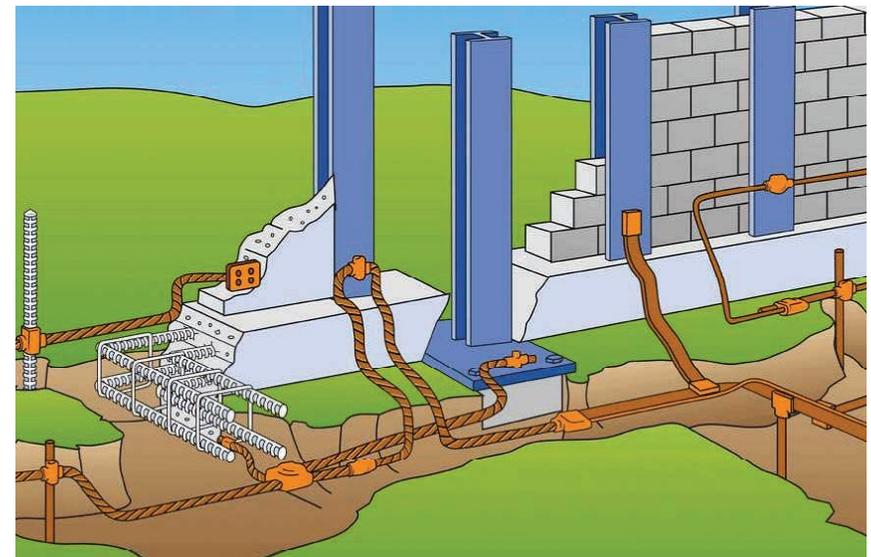
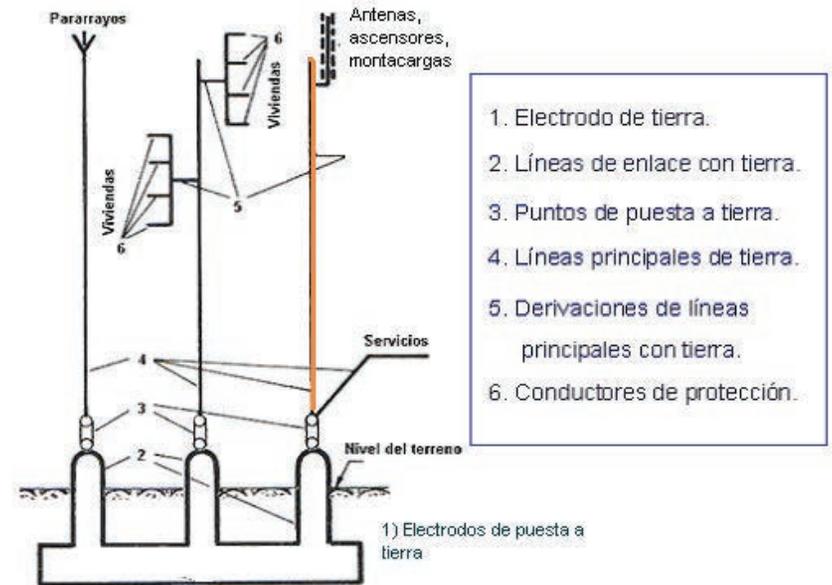
#### Puesta a tierra de servicio

Establece un potencial de referencia en el conductor neutro. En el esquema de conexión a tierra TT la empresa de distribución instala una PAT de servicio en centro-estrella de transformador de distribución y a veces en varios lugares del neutro de la red de distribución.

En el esquema de conexión a tierra TT o TN-S es posible que en el neutro circulen corrientes de armónicas o corrientes desequilibradas que originen una tensión de neutro respecto a tierra mayor a la tensión máxima peligrosa que establece la RIEI (24 V).

#### Retornos

Así denominan los electricistas a los tramos de cableado desde cajas en losas a cajas de interruptores de efectos. El color de los cables de retorno no está definido en la RIEI pero no deben ser de los colores asignados a fases, neutro y PE (marrón, negro, rojo, celeste, verde o amarillo).



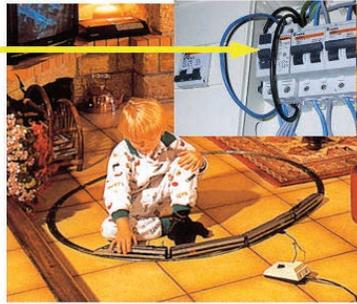
### Envolvente

Asegura la protección de contactos directos con partes activas materiales o equipos de la instalación eléctrica.

¿Que hacer en el ámbito domestico?

Diferencial puentado?

Envolvente  
Asegura la protección  
de contactos directos.



¿Que hacer en el ámbito industrial?

### Fallas a tierra

La estadística las menciona del orden del 90% del total de fallas en una instalación eléctrica. Ante esta realidad surge la necesidad de ofrecer un sistema concreto de seguridad por medio de protecciones que detecten y desconecten en forma eficiente los peligros que las fallas a tierra y las tensiones peligrosas generan en los componentes metálicos de la instalación. En el esquema de conexión tierra TT la falla a tierra origina una corriente de defecto que se cierra por la PAT de protección, la tierra y la PAT de servicio del transformador de distribución.

### Fallas de origen eléctrico

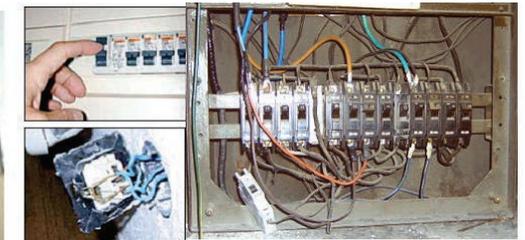
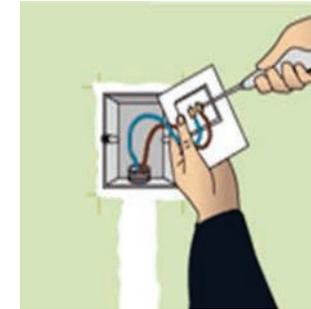
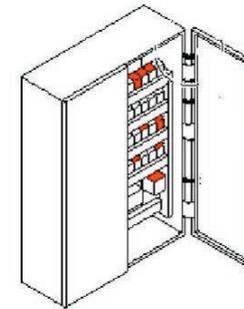
Se originan en una instalación cuando dos partes que están a potenciales diferentes entran en contacto entre sí y/o en contacto con la tierra.

### Corriente admisible

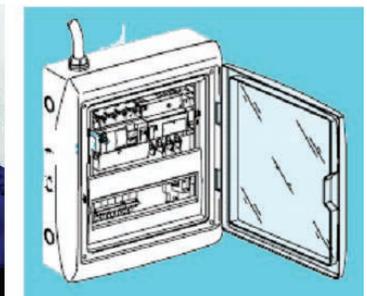
Valor máximo que puede circular en forma permanente por un conductor bajo condiciones definidas (temperatura, tipo de instalación, etc.) sin originar temperaturas en la aislación superiores a las especificadas según el tipo de conductor aislado o cable.

### Obstáculo

Impide un contacto directo fortuito, pero no un contacto por una acción deliberada. Por ejemplo la acción deliberada de remover la contratapa de un tablero permite acceder a partes activas y un posible contacto directo. También si se remueve la tapa exterior de un interruptor de efecto se pierde la condición de seguridad establecida por el grado bloqueo IP4X.



Gabinets de alta calidad permiten trabajos más seguros



**Línea principal**

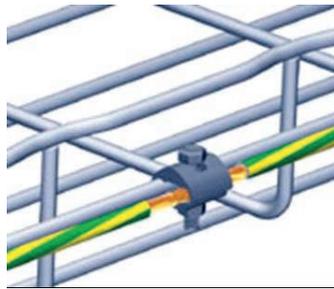
Vincula los bornes de salida del medidor de energía con los bornes de entrada del tablero principal. El tablero principal (TP) constituye el **origen** o ámbito de aplicación de la RIEI para la instalación de viviendas, oficinas o locales.

**Local**

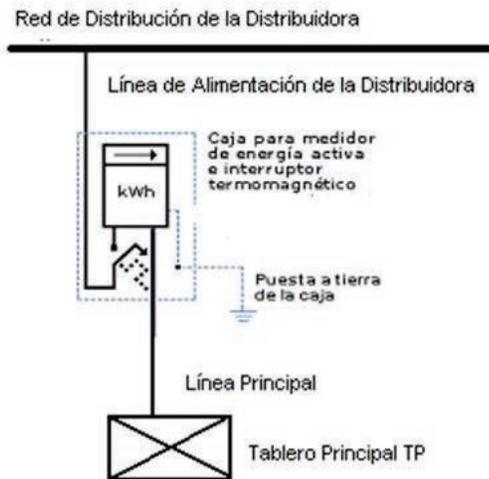
Es un recinto en el cual se realiza cualquier actividad humana fuera de las específicas de una vivienda o de una oficina.

**Masa**

Parte **conductor**a accesible de un material o aparato eléctrico que normalmente no está bajo tensión pero que puede estarlo en caso de defecto o falla. Ejemplo: paredes de caños (aun estando embutidos), conductos, envolventes, tableros, empuñaduras de mando, etc.



**Origen de una instalación**



Toda instalación tiene un origen donde se transfiere la energía desde la empresa de distribución hacia la instalación. Este origen también permite definir los límites de aplicación de la Norma de referencia. Por ejemplo "aguas arriba del borne de entrada del tablero principal (TP)" la instalación debe cumplir las Especificaciones Técnicas de la empresa de distribución y "aguas abajo" cumplir con la RIEI de instalaciones eléctricas de inmuebles.

Características técnicas							
Sección nominal	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	(1) A	(2) A	
0,75	0,21	0,6	2,3	11	9	8	
1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	
1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	13	
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	
4	0,31	0,8	4,1	45	28	25	
6	0,31	0,8	4,7	63	36	32	
10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	
16	0,41	1,0	7,0	167	66	59	
25	0,41	1,2	9,6	268	88	77	
35	0,41	1,2	10,8	361	109	96	
50	0,41	1,4	12,8	511	131	117	
70	0,51	1,4	14,6	698	167	149	
95	0,51	1,6	16,8	899	202	180	
120	0,51	1,6	19,7	1175	234	208	

(1) 2 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40º C.  
 (2) 3 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40º C.

**Instalación segura**

La que cumple simultáneamente la RIEI y las Normas de productos.

**Instalación segura**  
 La que cumple simultáneamente la RIEI y las Normas de productos

**P60 Interruptor Automático**  
 capacidad máxima del borne: 25 mm<sup>2</sup> (rec-25A) o 35 mm<sup>2</sup> (de 32 a 63A)  
 curva de desconexión: curva C para aplicación residencial  
 corriente nominal: 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, o 63 A  
 capacidad de cortocircuito: corriente máxima de cortocircuito: 4500 A  
 clase de limitación: 3  
 tensión nominal: 230 VAC  
 ancho en pasos de 9 mm<sup>2</sup>

**1P + N**      **1P**

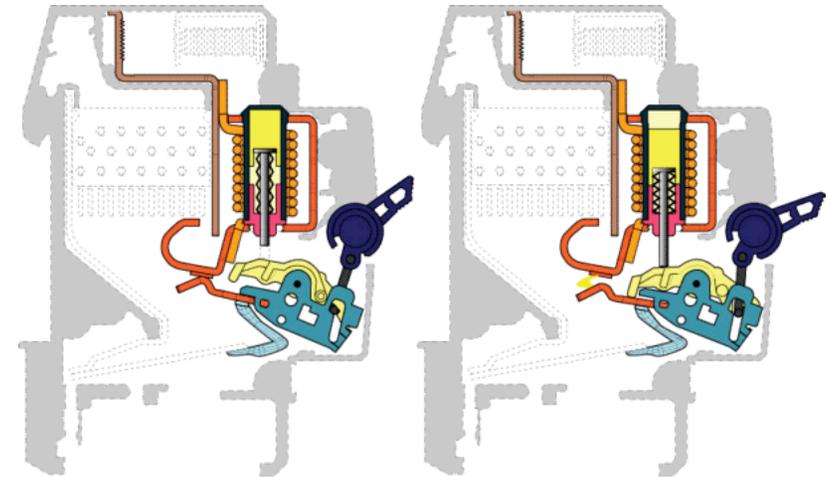
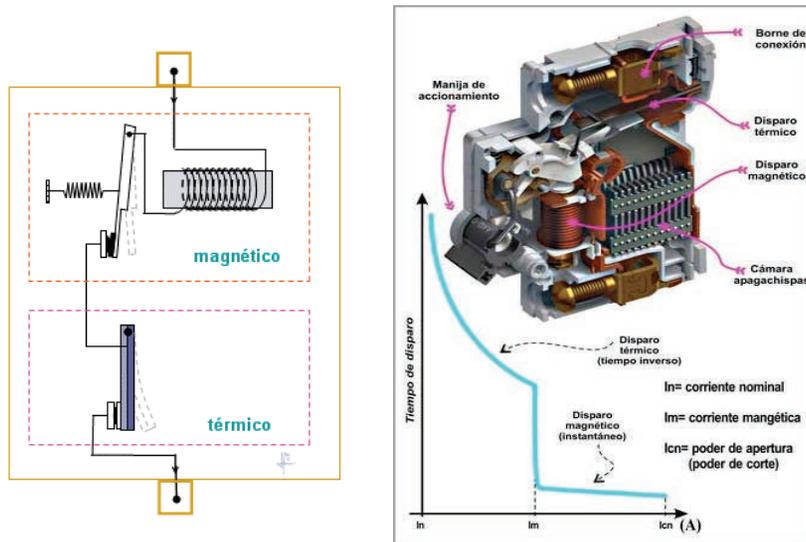
**Corte bipolar con protección en ambos polos en tableros monofásicos.**

### Interruptor automático

Dispositivo que por Norma de producto es capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito; así como soportar durante un tiempo determinado e interrumpir corrientes en condiciones anormales como las de cortocircuito. Los definidos en el ámbito de aplicación de la RIEI para inmuebles son de accionamiento en todos los polos y de modelo bipolar (2P) para circuitos monofásicos y tetrapolar (4P) para circuitos trifásicos con neutro. Para otros ámbitos, por ejemplo en el industrial destinado a personas que conocen los riesgos de la electricidad, es posible utilizar interruptores automáticos unipolares normalizados que están restringidos en el ámbito de la RIEI.

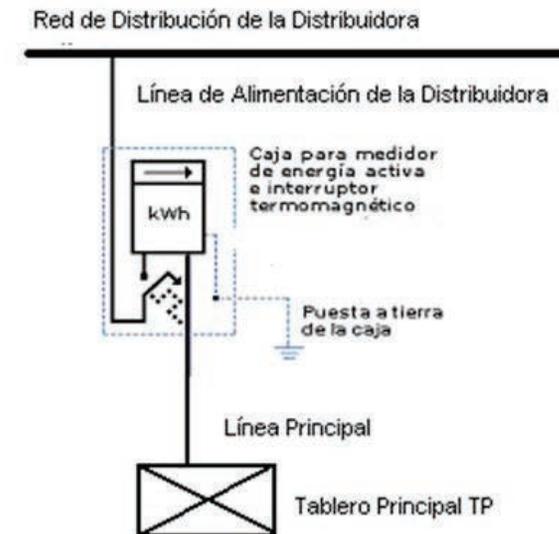
### Interruptor automático limitador

Por medio de su tecnología establece un tiempo de corte que logra que la corriente de cortocircuito NO alcance su máxima amplitud.



### Línea de alimentación

Vincula la red de la empresa de distribución con los bornes de entrada del medidor de energía.



- Tornillos y tuercas: de aleación de hierro, con tratamiento térmico y protección galvánica, permiten una sujeción óptima de los conductores de cobre. El conductor de cobre del cable de conexión, está en perfecto contacto con el borne del interruptor, de manera tal que la tuerca y el tornillo no interviene en la conducción de la corriente.

### Características eléctricas

Tensión Nominal: 250 Vca

Corriente Nominal: 10 A y 20 A

### Modelos

La línea comprende dos modelos de acuerdo con su corriente nominal.

Los que están previstos para circuitos de tomacorrientes de uso general (TUG) según AEA 90364, son para corriente nominal de 10 A y ocupan un módulo del bastidor común que se instala en una caja de embutir.

Los que están previstos para circuitos de tomacorrientes de uso especial (TUE) según AEA 90364, son para corriente nominal de 20 A y ocupan dos módulos del bastidor común que se instala en una caja de embutir.

### Cumplimiento de Norma de producto de la marca Plasnavi

Esta línea cumple con todos los requisitos establecidos por la Norma IRAM 2071 y por lo tanto cuenta con la Certificación por Marca de Conformidad (sello IRAM) que otorga el Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

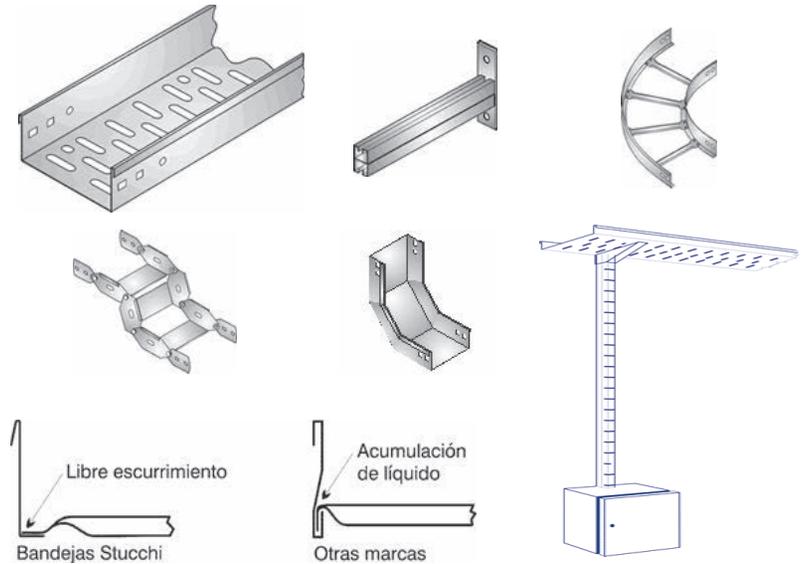
Su comercialización está aprobada por la Dirección de Lealtad Comercial.

Las aprobaciones se las puede visualizar en el producto que tiene impresos los logotipos de:



### Bandejas portacables

### Bandejas Portacables



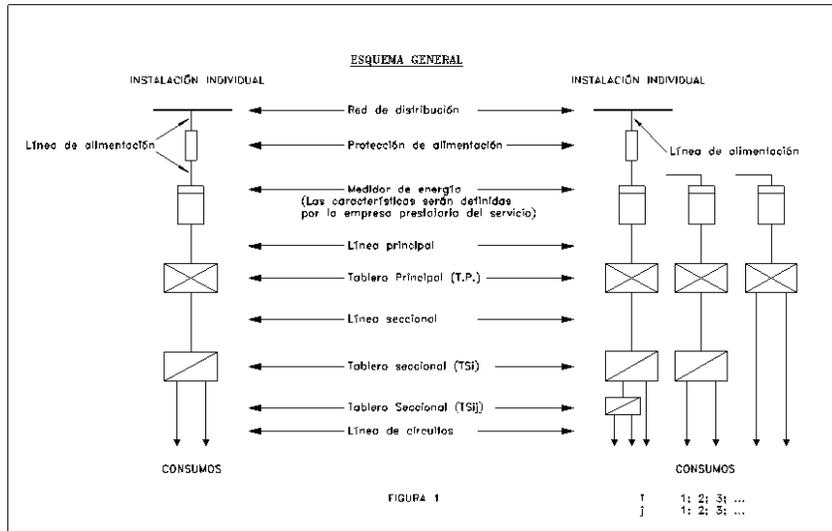
**Elementos de la instalación: Acometida, tableros, elementos de protección y maniobra, circuitos de alimentación. Esquema de circuitos. Cálculo de circuitos eléctricos. Sistemas de seguridad. Peligro de la corriente eléctrica. Primeros auxilios.**

La RIEI y algunas Municipalidades dan directivas y establecen exigencias y recomendaciones para diseñar la instalación desde el denominado tablero principal (TP) hacia los tableros seccionales (TS), y los diversos circuitos ya sea en los materiales y componentes que se utilizan (conductores, elementos de canalización componentes de protección, maniobra y comando, tableros, etc.); como también en la forma de utilización y colocación de conductores y cañerías, secciones mínimas, factores de corrección, tipos de circuitos, valores máximos tanto de bocas de iluminación y tomacorrientes según las diversas clases de circuitos.

Las bocas se agrupan en circuitos de iluminación o de tomacorrientes (no se deben mezclar) que parten de un tablero seccional a donde llega la línea seccional desde el TP que vincula el inmueble a la acometida; o sea la conexión de la instalación interna con la línea de distribución de energía.

La RIEI brinda tablas para determinar la carga, la demanda, la selección de conductores y canalizaciones, los tableros, la puesta a tierra y las reglas de la instalación.

*Esquema de acometidas y circuitos*



- Bornes y balancín: latón (aleación de cobre y zinc denominada 70/30) con tratamiento de niquelado de protección, lo que confiere a estos componentes una mayor resistencia a la agresión del medio ambiente.
- Púa deslizante: poliacetal que brinda un excelente coeficiente de rozamiento con el balancín.
- Tornillos y tuercas: de aleación de hierro, con tratamiento térmico y protección galvánica, permiten una sujeción óptima de los conductores de cobre. El conductor de cobre del cable de conexión, está en perfecto contacto con el borne del interruptor, de manera tal que la tuerca y el tornillo no intervienen en la conducción de la corriente.
- Placa intermedia amortiguadora: poliamida 6 (nylon) con carga de fibra de vidrio, más un aditivo ignífugo para cumplir con los requisitos de no propagación de la llama.
- Resortes de contacto de lámpara neón interna: de Acero inoxidable.
- El cuerpo posee una tapa troquelada posterior, que permite la colocación de portalámpara con neón.

*Características eléctricas*

Tensión Nominal: 250 Vca

Corriente Nominal: 16 A

*Modelos*

La línea comprende interruptores, pulsadores y combinaciones unipolares, interruptor intermedio de 4 vías (combinación bipolar) y unipolares de medio módulo

Los módulos unipolares y el interruptor intermedio de 4 vías, por sus dimensiones permiten la colocación de 3 unidades en un bastidor común que se instala en una caja de embutir., mientras que los unipolares de medio módulo pueden instalarse 6 unidades en un bastidor, permitiendo esto el accionamiento desde un mismo punto de hasta 6 luminarias.

*Tomacorrientes*

*Aspectos constructivos*

- Cuerpo: polipropileno con aditivo ignífugo para cumplir con los requisitos de no propagación de la llama.
- Tapa: blend de Policarbonato y ABS. que permite resistir hasta 125°C sin presentar deformación plástica permanente.
- Placa intermedia: polipropileno con aditivo ignífugo para cumplir con los requisitos de no propagación de la llama.
- Bornes: latón (aleación de cobre y zinc denominada 70/30) con tratamiento de niquelado de protección, lo que confiere a estos componentes una mayor resistencia a la agresión del medio ambiente.

### *Alojamiento de cañerías en lugares de materiales inflamables (Por ejemplo en techos de madera)*

Se utilizarán los tipos metálicos pesado o semipesado Norma IRAM-IAS U 500-2100 o 500 -2005, con uniones roscadas y todo el sistema puesto a tierra por medio de conductor PE.

### *Montaje de las canalizaciones:*

Los conductos se unirán con accesorios que no disminuyan su sección interna, que no originen la dificultad de pasaje de los cables ni su integridad (lastimado de aislación). Los diversos tipos pueden o no asegurar la protección mecánica de los conductores y por ello su aplicación respectiva debe estar relacionada con su ubicación. En las metálicas se debe asegurar su continuidad eléctrica (sistema equipotencial por medio de PE). Las cajas disponen generalmente de partes desfondables para su vinculación con cañerías.

Los accesorios de vinculación (conectores o sistema de tuerca y boquilla) serán del mismo material que las cañerías. Es decir metálicos en canalizaciones metálicas y sintéticos en canalizaciones sintéticas.

Sistemas con tuerca y boquilla: En zonas de efecto sísmico, se exigen las metálicas con tuerca y boquilla (Por ejemplo lo que indica la Autoridad de Aplicación en la Ciudad de Mendoza).

En cuanto a cajas de paso o derivación (siempre accesibles) se instalará como mínimo una cada 12 m de tramo recto horizontal y una cada 15 m en tramos verticales. Las derivaciones se realizarán mediante cajas.

En tramos en forma de "U" (pisos de subsuelos y planta baja) que facilitan la acumulación de agua, se utilizarán las de modelos sintéticos o las metálicas de acero galvanizado o inoxidable (no las de tipo esmaltadas). Los cables para estas instalaciones serán IRAM 2178, 62266 o 2268.

No se instalarán más de tres curvas entre cajas, la distancia entre dos curvas no será menor 10 veces el diámetro exterior del caño y los cambios de dirección en conductos de sección no circular se realizarán mediante accesorios específicos.

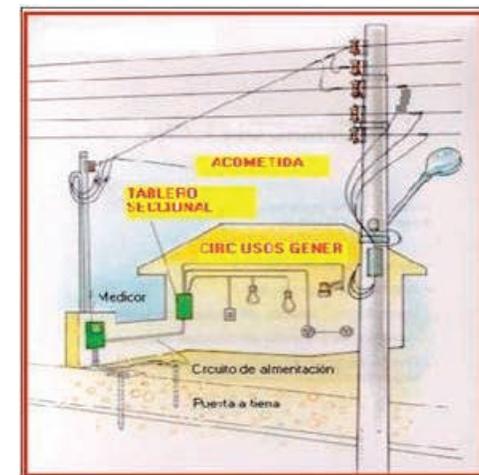
### *Ejemplo de presentación de productos de la Línea Roda de Plasnavi*

#### **Interruptores, pulsadores y efectos**

#### *Aspectos constructivos*

- Cuerpo: poliamida 6 (nylon) con carga de fibra de vidrio y mineral más un aditivo ignífugo para cumplir con los requisitos de no propagación de la llama.
- Tecla: blend de Policarbonato y de ABS que permite resistir hasta 125°C sin presentar deformación plástica permanente.
- Contactos: remaches de aleación de PLATA (Ag) y NIQUEL (Ni) con muy buenas propiedades mecánicas y eléctricas. Esta aleación reemplaza ventajosamente a las que contienen CADMIO u OXIDO DE CADMIO, elemento considerado CANCERIGENO.

### *Acometida*



La conexión de enlace con la línea principal de distribución exterior se llama acometida y comprende los materiales eléctricos normalizados que se disponen.

Para una vivienda unifamiliar se dispondrá sobre la fachada o pilar de acometida una caja de fundición metálica o sintética, en la cual se colocará el medidor en la conexión del suministro. Sus dimensiones y detalles constructivos están establecidos en las normativas.

En los casos de viviendas colectivas en donde se deben incorporar al sistema un conjunto de medidores monofásicos y trifásicos, cuya cantidad se relaciona con la cantidad de usuarios existentes más los de servicios generales.

Las Especificaciones Técnicas dan también indicaciones en cuanto a cajas a emplearse, ubicación de interceptores y fusibles de entrada y salida, cañería a utilizar, dimensiones de canales para el cableado y demás detalles. Se sugieren algunas posibles soluciones para la distribución de medidores en las cajas. En general se trata de recomendaciones, pero no hay en definitiva una limitación a otras posibles soluciones en cuanto al armado y montaje de módulos para determinada cantidad de medidores, siempre que sea racional la solución adoptada quedando facilitada la tarea de lectura. En cuanto a distancias verticales y horizontales, como así también espacios entre distintos bastidores, las mismas deben ser adecuadas para permitir la instalación y el mantenimiento.

#### **Tableros seccionales**

En una vivienda unifamiliar el tablero TS está alojado en una caja con tapa y contratapa y aloja los elementos de protección y maniobra.

La ubicación del tablero se decide en proyecto teniendo en cuenta el punto de alimentación, la ubicación del medidor y el menor recorrido posible de los circuitos.

Si el tablero principal estuviera a más de 2 m del medidor (retiro de espacio verde) en general se indica que este tablero se ubicará lo más cerca posible de la salida del medidor para contener fusibles o termomagnéticas.

En una vivienda colectiva, en edificios comerciales o industriales por ejemplo se van proyectando tableros a lo mejor en cada planta o de acuerdo a recorridos extensos para el comienzo de los distintos circuitos necesarios.

### Dispositivos de Protección y Maniobra

*Dispositivos de protección:* Permiten detectar condiciones anormales definidas (sobrecargas, cortocircuito, corriente de falla a tierra, etc.) e interrumpir la línea que alimenta la anomalía u ordenar su interrupción a través del elemento de maniobra al que esta acoplado.

*Interruptor automático:* Se dicen llaves termomagnéticas, porque tienen dispositivos de acción térmica (sobrecargas) y magnéticos (cortocircuitos) para protección contra sobrecargas o sobre intensidades. Los dispositivos térmicos consisten en bilaminas metálicas que al paso de la corriente se calientan por efecto Joule; si la corriente es excesiva y por consiguiente el calentamiento excede cierto valor, la deformación que se produce acciona una palanca que abre el circuito. Para ponerlo nuevamente en servicio, basta accionar manualmente la llave que *saltó* mediante una sencilla operación manual. Algunos electrodomésticos tienen térmicos que abren el circuito de alimentación (plancha) cuando la temperatura alcanza el valor deseado, y de esa manera se ahorra energía.

Conociendo la sección del conductor o línea a proteger se determina el valor de corriente nominal se selecciona el interruptor automático que protege a ese conductor. Imposibilidad (solo cambiando el interruptor) de usar un calibre indebido luego de su accionamiento (como en fusibles).

Hay que tener especialmente en cuenta que: **no es recomendable instalar interruptores automáticos en función del consumo previsto, es mejor instalar los calibres de acuerdo al conductor seleccionado en las condiciones de su instalación, y así aprovechar la máxima capacidad de carga de los conductores.**

*Interruptor por corriente diferencial de fuga:* O también llamado interruptor automático diferencial. Funcionan automáticamente cuando la corriente diferencial de fuga excede un valor de (Por Norma entre 15 a 30 mA) y en menos de 0,5 segundos.

Los interruptores diferenciales para la protección de descargas a tierra se basan en la detección de diferencias entre las corrientes que entran y salen de un toroide. Los detectores o sensores diferenciales (Norma IRAM-IEC y “no electrónicos”) se construyen con núcleo magnético toroidal; arrollamientos primarios de entrada de fase y de retorno de neutro para producir flujos magnéticos en oposición. Cuando esos flujos opuestos no son iguales, un arrollamiento detecta la diferencia y ordena apertura de un interruptor incorporado por medio de un rele de alta sensibilidad.

El interruptor diferencial presenta las siguientes ventajas que no son superadas por ninguna protección conocida:

- **Protege a las personas** contra contactos directos e indirectos o accidentes eléctricos, por contacto con partes bajo tensión.

### Canalizaciones embutidas, a la vista u ocultas

No se admiten canalizaciones que sean propagantes de la llama, y se recomienda el mismo criterio para otros servicios de baja tensión (televisión, telefonía, transmisión de datos, etc.).

El recorrido debe respetar la ortogonalidad de los ambientes siguiendo líneas verticales u horizontales de las paredes que limitan el local. Nos se permiten tendidos en diagonal.

El borde de caja más cercano a marcos se ubicará a no más de 0,25 m de la arista del marco, no más de 0,30 m de cielorrasos y no más de 0,20 m de solados (pisos).

Se respetará la cantidad de no más de tres curvas entre bocas, cajas o tableros. Las cañerías y conductos serán del mismo sistema.

En paredes con techos se admitirá una transición que deberá realizarse siempre mediante una caja.

Todo conducto finalizará en caja, gabinete, tablero o elemento de terminación.

En circuitos de conexión fija se admitirá que la canalización continúe hasta la caja de conexión del equipo alimentado.

### Prescripciones particulares para cañerías embutidas

Las de tipos metálicas livianas o sintéticas deberán ser protegidas contra posibles agresiones mecánicas (clavos) por medio de:

- Embutidas con la parte más externa a no menos de 50 mm de las superficies terminadas, o ubicadas en contornos de puertas y ventanas hasta 100 mm de las aristas externas.
- Protegidas por barrera de acero, superpuesta entre cañería y pared externa de superficie terminada, de espesor no menor a 1,4 mm.
- Protegida por mezcla “dura” de cemento (1 de cemento-3 de arena) en toda su longitud. En las instaladas en losas esta condición se considera cumplida.
- Las sintéticas se deben asegurar de modo de no quedar sueltas

### Prescripciones particulares para cañerías curvables y curvables autorrecuperables

Las corrugadas y las lisas, metálicas o sintéticas, presentan la posibilidad de formar curvas por lo que no se permiten simplemente apoyadas (no sujetas) en cielorrasos o lugares donde queden sueltas, además de:

- No se permiten recorridos en diagonal en paredes, se establecen distancias mínimas entre curvas y se deben sujetar a intervalos máximos de un metro.
- Para la selección de espacio interno deben cumplir con el 35% de ocupación máxima de sección de conductores.
- En los modelos de interior “no liso” (corrugado por dentro) se seleccionará la de sección inmediata superior.

Si esta distancia no puede ser mantenida, se deben separar los servicios por medio de una hilera cerrada de ladrillos u otros materiales dieléctricos malos conductores del calor, de espesor mínimo 0,05 m.

Todas las transiciones, conexiones o derivaciones se realizaran en cámaras o cajas.

Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras serán las adecuadas al proyecto y el tendido en función de la sección de los conductores.

Las canalizaciones subterráneas deberán tener cámaras de inspección de acuerdo a proyecto.

### Uniones y derivaciones de conductores

Se realizarán intercalando y retorciendo sus hebras en secciones inferiores a 4 mm<sup>2</sup> hasta cuatro conductores y en 4 mm<sup>2</sup> hasta tres conductores.

Para más de 4 conductores deberán utilizarse borneras de conexionado conformes a Norma IRAM 2441 o Norma IEC.

Para secciones mayores a 4 mm<sup>2</sup> se utilizarán borneras, manguitos u otro tipo de conexiones que aseguren una conductividad eléctrica al menos igual a la del conductor original.

No se las someterá a solicitaciones mecánicas y estarán cubiertas con aislante eléctrico de característica equivalente a la de los conductores.

Las uniones y derivaciones deben ser ejecutadas con idoneidad.

### Código de colores

En la fase de un circuito monofásico se utilizará cualquiera de los colores indicados para las fases. Si una alimentación monofásica se deriva de una trifásica, el color del conductor de fase debe mantenerse en ambas líneas.

Para funciones de retornos de efectos, no se pueden utilizar los colores destinados a fases, neutro o protección, ni tampoco el verde ni el amarillo. Algunos instaladores utilizan el blanco o el rosa.

### Errores comunes

- Utilizar cables normales para instalaciones sumergidas de forma permanente.
- Utilizar cables normales en instalaciones que puedan estar en contacto permanente con hidrocarburos.
- Utilizar cables para instalaciones fijas (Sintenax Valio, Retenax Valio, Afumex 1000, etc.) en redes aéreas a la intemperie.
- Utilizar cables para uso móvil (TPR, etc.) para uso en maquinarias con movimientos continuos (ejemplo: grúas).
- Utilizar cables diseñados para uso móvil (conocidos como tipo taller) en instalaciones fijas.

- **Protege contra incendios** producidos por pequeñas descargas a tierra que no son detectadas por las termomagnéticas y menos por los fusibles.
- **Fácil reposición y sin riesgo** cada vez que acciona, y modo de prueba de seguridad de accionamiento.

*Interruptores especiales:* Un termostato de ambiente puede abrir el circuito de alimentación a una bobina, que al ser desenergizada a su vez puede abrir el circuito de alimentación a una estufa eléctrica.

Un contacto de mercurio sumergido en un tanque de agua permite accionar contactores de bombeo.

Un solenoide que se energiza o se desenergiza periódicamente con un dispositivo de relojería, puede abrir o cerrar a intervalos regulares el circuito de alimentación de luces de una escalera (interruptor temporizado de escalera).

El circuito de alimentación que parte desde los bornes de salida de los fusibles del TP (conexión a la red de distribución con fusibles calibrados) y llega hasta los bornes de salida de los fusibles del TP se la denomina *Línea Principal*. De allí parten:

*Líneas Seccionales:* es la que parte de los bornes de salida de fusibles del TP y llegan al TS de circuitos.

*Circuitos terminales:* es la que parte de los bornes de salida del TS hasta los puntos de conexión de los aparatos de consumo en bocas, tomacorrientes, etc.

### Circuitos

#### *Ubicación de las bocas*

Llamaremos bocas a las cajas para instalar artefactos de iluminación o para tomacorrientes en viviendas, locales, etc. según las necesidades a satisfacer. Las bocas de iluminación van colocadas generalmente en la parte central de los ambientes o en las partes que se defina en el plano de arquitectura para obtener iluminación zonificada u otros efectos.

Los denominados apliques o brazos de luz, van ubicados en los muros y a diferentes alturas según las características y tipo de artefacto a colocarse.

Las bocas de iluminación están vinculadas a llaves de efecto (llaves de encendido-apagado de iluminación, no son protecciones) según un esquema de efecto concebido por utilización del ambiente (un punto, dos puntos, escalera, dimerizado, etc.).

El accionamiento más simple permite, desde un lugar accionar un artefacto, se denomina *llave de efecto de un punto*. Si del mismo lugar, se desea accionar más de un centro o brazo se habla de llaves de dos, tres o más puntos.

También puede accionarse un artefacto o conjunto de ellos ubicados en un centro, desde más de un sitio: a la entrada o salida de un ambiente o desde los extremos de una escalera. En tales casos se habla de llaves de combinación o escalera.

Por lo tanto además de la ubicación de las bocas y brazos se deben ubicar las llaves de efectos. El diseño de efectos determinará la cantidad, sección y recorrido de los conductores y de sus

canalizaciones. Se deberá atender para la ubicación de efectos el sentido de apertura de las puertas, de manera que las llaves no queden atrás de las puertas cuando estas se abran.

En cuanto a los tomacorrientes se debe señalar su ubicación en cada ambiente o local, resultando conveniente indicar su altura: pueden ir a nivel de zócalo, a 0,30 m del piso, a 1,50 m, etc.; en oficinas o locales comerciales por ejemplo pueden ir dispuestos en el piso si así lo requiere su uso.

### Selección de conductores

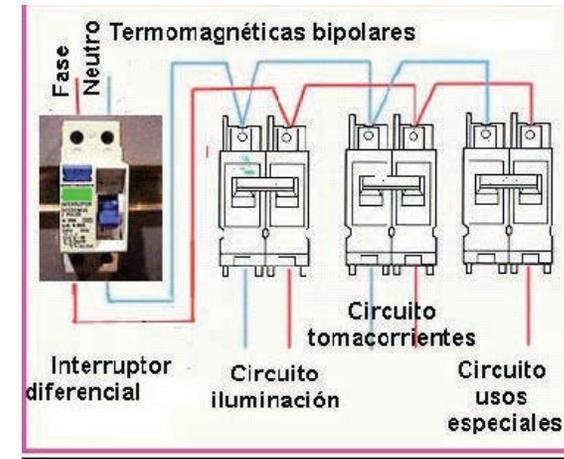
En general a todos los materiales aptos para conducir corriente se los denomina **conductores** (barras de cobre, terminales, peines de conexión, etc.). La RIEI denomina **conductor aislado** a los construidos con hebras flexibles (cobre, aluminio o aleaciones) con una cubierta aislante; y **cables** a los conductores aislados con otra cubierta adicional aislante del material necesario para cumplir condiciones específicas **de instalación**.

En las instalaciones eléctricas de inmuebles y a partir del TP se utilizan conductores de cobre, fundamentalmente por la necesidad de garantizar conexiones seguras y durables con elementos de vinculación y equipos con contactos de cobre (interruptores de efecto, interruptores automáticos, etc.).

La empresa de distribución utiliza en sus redes aéreas, desnudas o aisladas, conductores de aluminio o de aleación de aluminio (como soporte mecánicos de sistema preensamblado) y establece los necesarios elementos de vinculación que evitan **el par galvánico** en la transición de conductores de cobre y aluminio. Es posible establecer en redes aéreas conductores de cobre, pero las razones expresadas y la mayor posibilidad de hurto en definitiva han marcado la tendencia hacia redes de distribución con líneas de conductores de aluminio. Las redes subterráneas de distribución, que están a veces más protegidas, se establecen en su mayoría con cables de cobre aptos para ese tipo de instalación.

La selección de conductores y cables de marcas comerciales debe responder a las tablas de referencia que indica la RIEI. En general coinciden las tablas comerciales con las establecidas en la RIEI cuando se seleccionan marcas líderes que comercializan productos en el marco de Normas de producto y de calidad.

En lo que sigue se seleccionaran conductores y cables de acuerdo a la RIEI y de acuerdo a marca Prysmian para resaltar esas coincidencias.



### Circuitos para usos especiales

Alimentan bocas para cargas mayores a las máximas de los IUG o TUG (aire acondicionado, electrodomésticos de potencia significativa, etc.) o bocas para cargas **a la intemperie**.

### Circuitos de iluminación de uso especial (IUE)

Alimentan exclusivamente artefactos de iluminación. Son aptos para la iluminación de parques y jardines.

Para instalaciones a la intemperie no expuestas a chorros de agua los tomacorrientes, fichas e interruptores de efecto serán de grado mínimo **IP54** y en áreas semicubiertas no expuestas a chorro de agua serán de grado mínimo **IP44**.

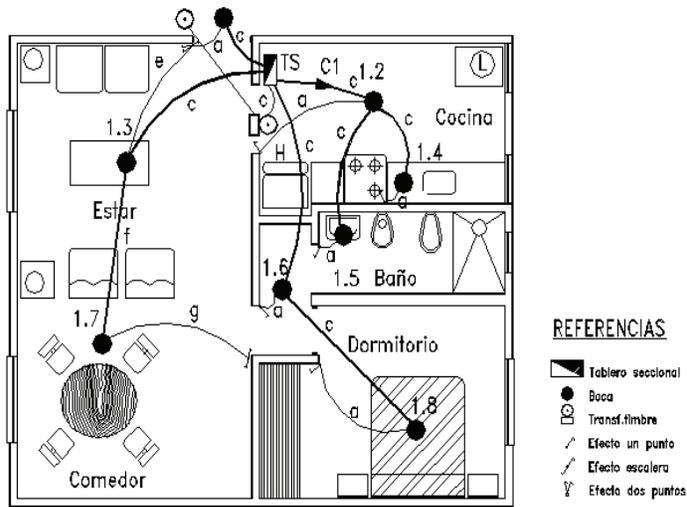
Si deben ser aptas al chorro de agua serán con grado mínimo **IP55**.

### Circuitos de tomacorrientes de uso especial (TUE)

Alimentan bocas para cargas unitarias de hasta 20 A. Se ejecutan por medio de tomacorrientes tipo 2P+ T de 20 A IRAM 2071. Para instalaciones a la intemperie con los mismos condicionamientos indicados en circuitos IUE.

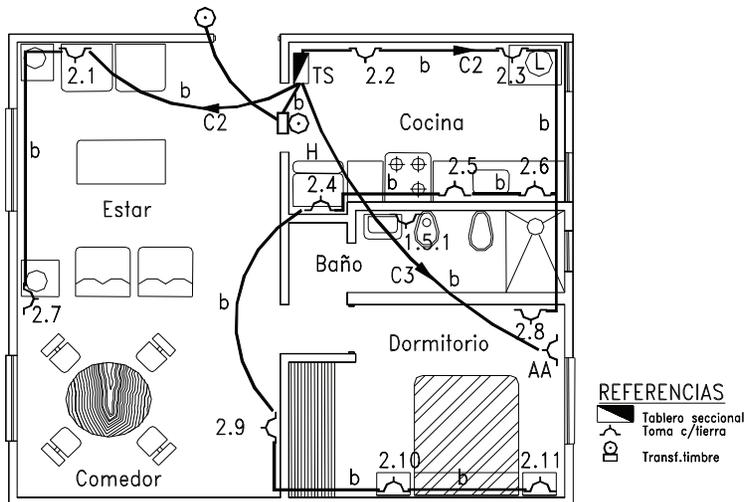
### Distancias mínimas a otros servicios

- Se refiere a servicios que dependen o pertenecen a otros propietarios.
- Entre cables de energía y cables de señalización y comando: 0,2 m.
- Entre cables de energía y cables de telecomunicaciones: 0,2 m.
- Entre cables de telecomunicaciones y cables de señalización y comando: 0,2 m.
- Entre cables de energía y otros servicios: 0,5 m.



Circuitos de tomacorrientes para usos generales (TUG)

Alimentan bocas para tomacorrientes fijos y cargas no mayores a 10 A. Se ejecutan por medio de modelos 2P+ T de 10 A según IRAM 2071.



$$b = 2 \times 2,5 + 2,5 \text{ mm}^2 - \phi 16/14 (*)$$

Baja Tensión  
450 / 750 V

Instalaciones Fijas

H07V-K

SUPERASTIC FLEX



NORMAS DE REFERENCIA

IRAM NM 247-3

DESCRIPCION

- > **CONDUCTOR**  
Metal: Cobre electrolítico recocido.  
Flexibilidad: clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.  
Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.
- > **AISLANTE**  
PVC ecológico, en colores marrón, blanco, negro, rojo, celeste, y verde/amarillo.  
Marcación:  
PRYSMIAN SUPERASTIC FLEX Pirelli® - Industria Argentina — 450/750V — Sección (mm²) - IRAM NM 247 02-05 BWF-B - Sello IRAM - RIN 288391/8.
- > **Normativas**  
IRAM NM 247-3 (ex 2183), NBR NM 247-3 (ex6148); IEC 60227-3 u otras bajo pedido.  
**Ensayos de fuego:**  
No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.  
No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-23; NBR 6812 Cat. BWF; IEEE 383.  
**Certificaciones**  
Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000

CARACTERISTICAS

Cables para instalaciones de iluminación y distribución de energía en el interior de edificios civiles e industriales, en circuitos primarios, secundarios y derivaciones, instalados en tableros, en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos.



CONDICIONES DE EMPLEO



- ▶ Cable Flexible para tendidos en cañerías; tipo H07V-K
- ▶ 450 / 750 V
- ▶ IRAM NM 247-3

**Características técnicas**

Sección nominal	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caída de tensión (4)	Resist. Eléctrica máxima a 20°C y c.c.
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	⦿ (1) A	⦿ (2) A	V/A km	ohm/km
0,75	0,21	0,6	2,3	11	9	8	50	26
1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	13	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98
4	0,31	0,8	4,1	45	28	25	10	4,95
6	0,31	0,8	4,7	63	36	32	6,5	3,30
10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,0	167	66	59	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,6	268	88	77	1,54	0,78
35	0,41	1,2	10,8	361	109	96	1,20	0,554
50	0,41	1,4	12,8	511	131	117	0,83	0,386
70	0,51	1,4	14,6	698	167	149	0,61	0,272
95	0,51	1,6	16,8	899	202	180	0,48	0,206
120	0,51	1,6	19,7	1175	234	208	0,39	0,161

- (1) 2 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.
- (2) 3 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.
- (3) Para Instalaciones en aire (no contempladas en el Regl. de Instalaciones en Inmuebles de la AEA) considerar los valores (1) y (2)
- (4) Cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz., cos φ = 0,8.

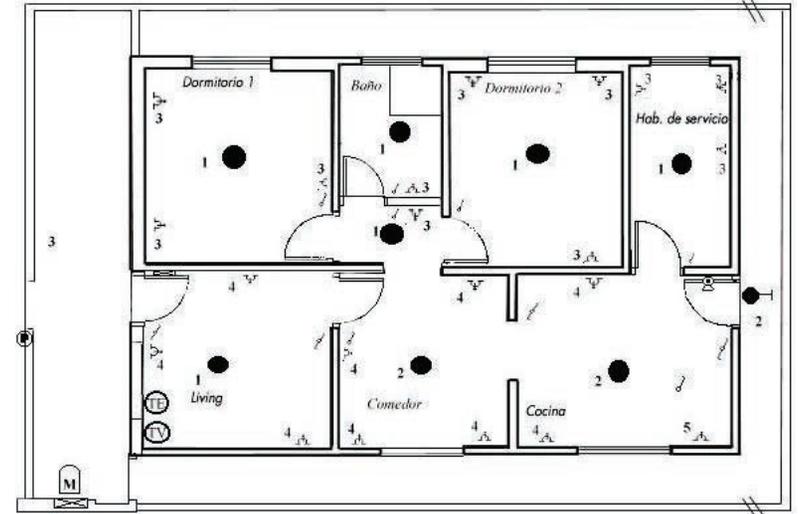
Coefficientes de corrección de la corriente admisible:  
 - Para dos circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,80  
 - Para tres circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,70  
 - Para temperatura ambiente de 30 ° C multiplicar por 1,15  
 - Para temperatura ambiente de 20 ° C multiplicar por 1,29

**Acondicionamientos:**



Acondicionamientos					
Sección nominal mm <sup>2</sup>	Cajas 100 metros	Cajas 30 metros	Rollos 100 metros	Bobinas (longitud fija)	Bobinas (por metro)
0,75	x				
1,0	x			900 m	
1,5	x	x		800 m	
2,5	x	x		500 m	
4	x	x		400 m	
6	x			300 m	
10			x		
16			x		
25			x		
35 - 120					x

NOTA: Pirelli is a Trademark Licensed by Pirelli & C. S.p.A.



**REFERENCIAS**

- Tablero principal
- Tablero seccional
- Interruptor 1 punto
- Interruptor combinación
- Pulsador
- Timbre
- Boca de techo
- Boca de pared
- Toma con puesta a tierra
- Medidor
- Toma de telefonía
- Toma de televisión

En relación a la naturaleza de los elementos que integran los circuitos, estos se pueden diseñar por medio de la RIEI con:

*Circuitos para usos generales*

Alimentan bocas para iluminación y para tomacorrientes en el interior de las superficies cubiertas y en el exterior en espacios semicubiertos.

*Circuitos de iluminación para usos generales (IUG)*

Alimentan bocas para artefactos de iluminación, de ventilación o combinaciones entre ellos con corrientes permanentes no mayores a 6 A. Se ejecutan **por medio de conexiones fijas** (luminarias), o **por tomacorrientes** (luminarias desmontables) de modelo 2 P+T de 10 A IRAM 2071.

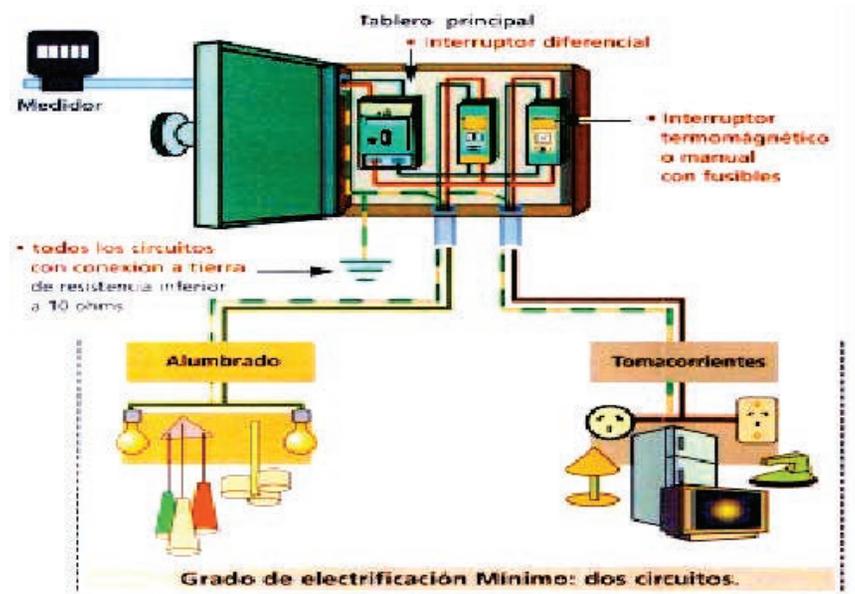
### Conductores aislados de cobre con vaina de protección (Normas IRAM 2178)

Se utilizan para instalaciones donde el conductor pueda o no estar ubicado dentro de una canalización, enterrado o en bandejas. Este tipo de cables se pueden utilizar tanto instalados en cañerías, en bandejas de soporte, en cañerías enterradas, simplemente enterrados, etc., debiéndose especificar en cada caso el uso previsto y las exigencias establecidas.

Existen fabricantes que ofrecen modelos de cables que permiten la prevención de incendios motivados en fallas. Estos modelos son aconsejables como líneas seccionales en "columna montante" de edificios.

### Distribución en circuitos

Los elementos mencionados (bocas de todo tipo para brazos, tomacorrientes y efectos conforman los circuitos que son alimentados desde un TS, donde cada circuito esta vinculado a un cableado y elementos de protección y maniobra para cada uno de ellos.



La RIEI exige al menos dos circuitos (iluminación y tomacorrientes) en la instalación más simple y económica. Cuando mayor sea el número de circuitos, mayor será su costo pero se podrá sectorizar mejor la instalación y ante cualquier problema afectará a la misma en una proporción mucho menor.

Los reglamentos establecen exigencias o recomendaciones tendientes a determinar el número mínimo de circuitos para distintos casos.

## Baja Tensión 450 / 750 V

### N07M-K



NORMAS DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCION ▶

CARACTERÍSTICAS ▶

## Bajísima emisión de humos y gases tóxicos

### AFUMEX 750

IRAM 62267

> CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.  
**Flexibilidad:** clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.  
**Temperatura máxima en el conductor:** 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.

> AISLANTE

Material termoplástico con características LS0H, de formulación Prysmian.

> Colores de aislación:

negro - blanco - celeste - rojo - marrón y verde / Amarillo.

> Marcación:

PRYSMIAN AFUMEX 750 Pirelli® - IND. ARG.— Sección (mm²) 450/750V - IRAM 62267 RIN 288391/8.

> Normativas

IRAM 62267 u otras bajo pedido (ICEA, NBR, etc.).

> Ensayos de fuego:

No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.  
No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-23; NBR 6812 Cat. BWF; IEEE 383.  
Otros: IEC 60754-2 (corrosividad), IEC 61034 (emisión de humos opacos), CEI 20-37/7 y CEI 20-38 (toxicidad).

> Certificaciones

Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la UCIEE

> Los cables AFUMEX 750 son especialmente aptos para instalaciones en lugares con alta concentración de personas y/o difícil evacuación (cines, teatros, túneles de subterráneos, shoppings, supermercados, aeropuertos, hospitales, sanatorios, etc.), y en general en toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable, como las canalizaciones verticales en edificios, colocados en cañerías o en tableros.

Norma de Fabricación	Tensión nominal	Temperatura de servicio	Cuerdas flexibles	No propagación del incendio	Reducida emisión de gases tóxicos	Nula emisión de gases corrosivos	Baja emisión de humos opacos	Mezclas ecológicas	Sello IRAM	Sello de Seguridad Eléctrica

#### CONDICIONES DE EMPLEO

Cañería embutida	Cañería a la vista	Cableado de tableros



Los cables AFUMEX 750 son especialmente aptos para instalaciones en lugares con alta concentración de personas y/o difícil evacuación (cines, teatros, túneles de subterráneos, shoppings, supermercados, aeropuertos, hospitales, sanatorios, etc.), y en general en toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable, como las canalizaciones verticales en edificios, colocados en cañerías o en tableros, tipo N07M-K

450 / 750 V

IRAM 62267

**Características técnicas (IRAM)**

Sección nominal	Diám. Máx. de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (1) y (2)		Intensidad de corriente admisible al aire libre (3)	Caída de tensión (4)	Resist. Eléctrica a 20°C y c.c.
					A	A			
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	Kg/km	A	A	A	V/A km	Ohm/km
1,5	0,26	0,7	2,9	20	15	13	15,5	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	32	21	18	21	15	7,98
4	0,31	0,8	4,1	46	28	25	28	10	4,95
6	0,31	0,8	4,6	64	36	32	36	6,5	3,3
10	0,41	1,0	6,1	110	50	44	50	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,1	170	66	59	68	2,4	1,21
25	0,41	1,2	8,7	270	88	77	89	1,54	0,78
35	0,41	1,2	10,9	364	109	96	111	1,20	0,554
50	0,41	1,4	12,9	515	131	117	134	0,83	0,386
70	0,51	1,4	15,0	700	167	149	171	0,61	0,272
95	0,51	1,6	17,0	905	202	180	207	0,48	0,206
120	0,51	1,6	20,0	1180	234	208	239	0,39	0,161

(1) 2 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.  
 (2) 3 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.  
 (3) Método no contemplado en el Reglamento de Instalaciones en Inmuebles de la AEA  
 (4) Cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz., cos φ = 0,8.

Coefficientes de corrección de la corriente admisible:  
 - Para dos circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,80  
 - Para tres circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,70  
 - Para temperatura ambiente de 30 ° C multiplicar por 1.15

**Acondicionamientos:**



Rollos de 100 metros      Rollos de 100 metros      Bobinas de long. variable

NOTA: Pirelli is a Trademark Licensed by Pirelli & C. S. p.A.



*Secciones mínimas para líneas principales y seccionales*

Se denomina línea principal a la línea que vincula los bornes salida de medidor de energía y el TP: se acostumbra de 4 mm<sup>2</sup> (la RIEI permite 2,5 mm<sup>2</sup>).

*Comentarios sobre secciones de conductor neutro*

En líneas trifásicas con neutro de 380 V/ 220 V y con secciones de conductores de fase del orden mayor a 25 mm<sup>2</sup>, es habitual diseñar un conductor neutro del orden de la mitad de la sección de los conductores de fases, pues se considera que el sistema trifásico origina un cierto equilibrio y compensación de corrientes en el neutro **que a veces** no justifica diseñar el conductor neutro de la misma capacidad de corriente que los de fases.

Si una instalación alimenta cargas monofásicas “asimétricas” y trifásicas “simétricas” como motores y estas últimas son preponderantes en potencia, se podría asegurar que las cargas simétricas son mayores que las monofásicas y sería válido el criterio de un conductor neutro de sección menor a los de las fases.

Para instalaciones de edificios de uso múltiples para viviendas, oficinas y locales alimentados individualmente con suministro monofásico (220 V) no se puede asegurar que siempre y en toda circunstancia la corriente de neutro será menor a la de las fases, por lo tanto y se aconseja utilizar conductores unipolares donde se puede elegir conductores de fase y neutro sean al menos de igual sección.

*Sección del conductor de protección*

En circuitos para usos generales y especiales:

**Sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup>** en todo el recorrido de la instalación incluidos los tramos a interruptores de efecto.

Esto se fundamenta en evitar la disminución en la eficiencia de la puesta a tierra por la conexión mecánica en cajas, caños y otros puntos que lleguen a disminuir o cortar la sección del conductor de puesta a tierra.

**Selección de conductores por corriente admisible.**

La RIEI ofrece las correspondientes Tablas de selección y los factores de corrección por temperatura, proximidad, agrupamiento contenido en cañería, etc.

Naturalmente el proyectista podrá utilizar las tablas comerciales de cables que respondan a las Normas de producto.

*Conductores de cobre aislados y sin vaina de protección (Normas NM- IRAM 247-3 ex IRAM 2183)*

Se utilizan los de simple aislación y sin vaina de protección para instalaciones donde los conductores estarán instalados en cañerías.

**VERIFICACIÓN DE LA SECCIÓN NECESARIA PARA LA CONDICIÓN DE MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN ESTABLECIDA DE ACUERDO AL TIPO DE CARGA (lumínica o motor).**

Los motores de arranque directo, originan caídas de tensión **“en el arranque”** que puede afectar a equipos de mando (contactores) que generalmente están conectados a la misma tensión de alimentación del motor. En este sentido el proyectista debe verificar que la caída de tensión máxima con corriente nominal o en régimen no supere el **5%** y en el arranque del motor no supere el **15%**.

*Conductores y cables no permitidos (771.12.1)*

La exigencia de la RIEI es utilizar en instalaciones fijas exclusivamente conductores aislados o cables **no propagantes de la llama y no propagantes del incendio y de tensión nominal mínima 450/750 V**. En instalaciones móviles se admiten cables que cumplan solo la Norma de “no propagación de la llama”.

No deben utilizarse en circuitos de instalaciones eléctricas en inmuebles las cuerdas desnudas (excepto como dispersores enterrados o de puesta a tierra en bandejas portacables), los conductores macizos, los cables sueltos en cielorrasos ni los “tipo taller” según Norma NM-247-5 (ex IRAM 2158).

Los cordones flexibles NM-247-5 no son aptos para instalaciones fijas. Son de aplicación para la alimentación de aparatos móviles, portátiles, o fijos pero retirables para operaciones de mantenimiento; por ejemplo luminarias con cordón de máximo 5 m y sección mínima 1,5 mm<sup>2</sup> (otras condiciones fijadas en 771.A.6).

No deberán instalarse conductores o cables de cualquier modelo sobre o bajo canaletas, o embutidos directamente en paredes, techos o pisos de cualquier material.

Cables normalizados (el proyectista podrá seleccionar modelos comerciales normalizados).

Intensidad de corriente admisible para cables con envoltura de protección

*Secciones mínimas en circuitos para usos generales y usos especiales*

Independiente del cálculo, no podrán ser menores a las siguientes:

Circuitos IUG:	2,50 mm <sup>2</sup>
Circuitos TUG:	2,50 mm <sup>2</sup>
Circuitos TUE:	2,50 mm <sup>2</sup>
Circuitos para uso específico	2,50 mm <sup>2</sup>
Circuitos 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 (PE):	2,50 mm <sup>2</sup>

Revisemos algunas características fundamentales de conductores y cables:

Características Técnicas	Logotipo de comprensión		Resumen de características
Nivel de Tensión			La tensión mínima exigida por la RIEI es 450 V. El conductor aislado debe garantizar 450/750 V y en cables la cubierta aislante lleva a su aislación a 600/1100 V. La selección de la aislación debe responder a la máxima tensión de trabajo del conductor aislado o del cable.
Material del conductor			El material conductor incide en la conductividad, en el costo y en el peso del cable. Cada tipo tiene su aplicación. El aluminio se utiliza, por ejemplo, en los denominados cables preensamblados y el cobre se utiliza con exclusividad en instalaciones eléctricas de inmuebles.
Material aislante			Incide en la capacidad de carga del cable y en su comportamiento frente al fuego. El PVC debe cumplir las condiciones de <b>ensayo de incendio</b> y el XLPE solo puede cumplir las condiciones de <b>ensayo de llama</b> .
Flexibilidad			Incide en la facilidad de instalación. El tema reviste importancia en las instalaciones eléctricas de inmuebles pues a mayor flexibilidad (Clase 5) se logra una mejor adaptación y se minimizan los daños de la instalación. El cobre electrolítico como conductor posibilita la construcción de Clase 5 <b>que no se logra con conductores de cobre no electrolítico proveniente del reciclado</b> .
Comportamiento frente al fuego			El de segunda columna es <b>antillama</b> y el de tercera columna es <b>antincendio</b> . Incide en el nivel de seguridad en el caso de que el cable tome fuego ya sea por razones propias (instalación mal diseñada) o por razones de un fuego externo.



### Cables Afumex - Ensayo de Visibilidad



•El ensayo que simula las condiciones reales de fuego muestra claramente la performance.

•Consiste en colocar cables para 1 kV de 3x2.5 mm<sup>2</sup> colocado en forma vertical dentro de una sala de 8,5 m<sup>3</sup> con ambiente controlado y estable.

•Después de solo 60 segundos la diferencia en términos de emisión de humos y nivel de visibilidad es evidente.

### Formas corrientes de Instalación de Cables

	En cañerías embutidas		Aéreos sobre aisladores
	Enterrados		En tableros
	Enterrados en conductos		Servicio móvil doméstico
	Bandejas perforadas		Servicio móvil industrial

Conocida la intensidad de corriente en amperes que deben transmitir los conductores eléctricos, la primera selección del conductor se refiere a la sección de cobre que admita esa corriente, procediéndose a elegir los conductores mediante las Tablas comerciales o las indicadas por la RIEI.

A esta primera selección de sección del conductor la denominamos:

**SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR POR CORRIENTE ADMISIBLE (La que admite el conductor).**

Todo conductor por el hecho de tener una impedancia origina una determinada caída de tensión por el paso de la corriente que transmite.

Esa caída de tensión debe **ajustarse** a los límites máximos “desde los bornes de salida del TP y cualquier punto de utilización”:

Máxima caída de tensión total en líneas seccionales y circuitos de uso general o especial y específico para iluminación hasta la última boca: 3% (Considerar además que en líneas seccionales no se debe superar el 1 %, quedando el resto del 2 % para los circuitos de iluminación).

Máxima caída de tensión total en líneas seccionales y circuitos que alimentan solo motores: 5% en régimen y 15 % durante el arranque.

En ningún caso la línea seccional deberá originar una caída de tensión mayor al 1 %. El valor de corriente a adoptar para estos cálculos son las indicadas por la Norma AEA 2002 (más adelante se darán ejemplos de aplicación).

$I_d = 24 \text{ V} / 40 \text{ ohm} = 600 \text{ mA}$ . Esto quiere decir que si se instala un interruptor diferencial de corriente diferencial máxima asignada de 300 mA, se dispone de un margen de seguridad de actuación de 100 % (relación entre 600 mA/ 300 mA).

Pero se debe tener en cuenta que los interruptores diferenciales de corriente diferencial de 300 mA no son aptos para la protección de personas si se pretende que funcionen como seguridad correctiva ante contactos indirectos. Por ello la PAT de protección “es sagrada” como ya lo mencionamos anteriormente, pues nos garantiza la acción de este modelo de interruptor diferencial ante los peligros de los contactos indirectos.

Ejemplos de selección de interruptores automáticos e interruptores diferenciales

Tabla de selección de interruptores automáticos y diferenciales para contactos indirectos a instalar en circuitos seccionales monofásicos de conductores unipolares Norma IRAM NM 247-3 en cañería (Tabla 771.16.I método B52-2B1 a temperatura ambiente de 40 °C).

Sección (mm <sup>2</sup> )	Corriente admisible del conductor (A).	Interruptor automático modelo 2P sugerido (corriente asignada). Curva magnética “D” (1)	Corriente asignada del interruptor diferencial de 300 mA tipo “S”- 2P (2)
4	28	<b>D25A (1)</b>	25 A (2)
6	36	<b>D32A (1)</b>	40 A (2)
10	50	<b>D50A (1)</b>	63 A (2)

- (1) El interruptor automático ubicado en TP debe ofrecer selectividad respecto al ubicado “aguas abajo” en TS, la propuesta es elegir magnético de curva **D**.
- (2) El interruptor diferencial de 300 mA ubicado en TP debe ser selectivo (“S”) con el 30 mA ubicado en TS, para lo cual dispone de una temporización interna de actuación para que no accione simultáneamente con el interruptor diferencial 30 mA instantáneo ubicado “aguas abajo”. El interruptor diferencial de 300 mA **“no es apto como protección contra contacto directo”** y su instalación supone que en el tramo entre TP y TS no existen tomacorrientes o dispositivos que posibiliten contactos directos.

El interruptor diferencial de 300 mA en TP establece la vigilancia de fallas (de 300 mA o mayores) que pueden originar incendios en el tramo TP-TS y que no son detectadas por los interruptores automáticos instalados en TP.

Radio de curvatura en caños metálicos

Tabla - Radios de curvatura para caños metálicos

PARA CAÑO TIPO LIVIANO O SEMIPESADO		RADIO DE CURVATURA [ mm ]	
Diámetro nominal	Designación IRAM	Mínimo	Máximo
5/8"	CL/CR 16	35	45
3/4"	CL/CR 19	42	52
7/8"	CL/CR 22	50	55
1"	CL/CR 25	59	69
1 1/4"	CL/CR 32	74	84
1 1/2"	CL/CR 38	90	100
2"	CL/CR 51	120	130

Nota: CL: curva lisa; CR: curva roscada.

Canalizaciones interiores a la vista

Se podrán utilizar las del mismo tipo establecido para las instalaciones embutidas, incluso las de tipo cablecanal con accesorios normalizados.

En las terminaciones se utilizará el tapón roscado y para el tapado de agujeros se utilizará el tapón de goma o tapa abulonada. Se utilizará también el roscado directo de caños a cajas o por medio de conectores a rosca; pero en todos los casos las vinculaciones que se ejecuten por medio de roscado no se podrán remover sin auxilio de herramientas. No se permiten cajas ni tableros con agujeros troquelados y removibles sin herramienta.

Las canalizaciones podrán ser de acero inoxidable, de acero tipo liviana esmaltada, de caños flexibles Norma IEC 61386 o de cañería o cablecanales aislante según IEC 61084 con las consideraciones exigidas para locales específicos (Por ejemplo: no propagación del incendio y si corresponde al tipo de local las de baja emisión de gases tóxicos y corrosivos).

Bandejas portacables con cables aptos para esa canalización.

En todo tipo de conducto se cumplirá con:

En largos mayores a 2 m fijadas a paredes como mínimo en tres puntos por cada tramo de 3 m, fijación en la entrada y salida de curvas, en las vinculaciones a cajas a no más de 0,5 m de la caja. En ambientes húmedos a distancias mínima de 0,01 m de paredes, a no menos de 0,2 m de conductos de gases calientes: No se instalarán a la vista en huecos de ascensores o expuestas a deterioros mecánicos.

Los denominados cablecanales, que frecuentemente se utilizan para ampliar instalaciones existentes, deben disponer de una base y una cubierta o tapa removible. El tramo de conducto será de sección no circular con conectores para permitir unir, cambiar de dirección o terminar tramos. Deben disponerse de componentes para sujeción a paredes, tabiques o cielorrasos o para incorporar dispositivos como interruptores de efectos, tomacorrientes, etc.

Canalizaciones en pisos técnicos

Podrán utilizarse las de tipo para instalaciones embutidas o a la vista. Las cajas podrán ser los modelos para dispositivos múltiples y no se permiten los modelos con agujeros troquelados. Los

cables serán IRAM 2178, 2268, 62266 instalados, si corresponde, sueltos bajo los pisos técnicos; los unipolares fijados al piso y agrupados para evitar el aumento de su reactancia inductiva.

### Canalizaciones formadas por bandejas portacables

En bandejas construidas con alambres se permiten cables de energía y comando de hasta 4 x 16 mm<sup>2</sup> con las mismas restricciones de ocupación máxima indicada en la RIEI.

Son sistemas de canalizaciones formadas por unidades con herrajes y accesorios para lograr un sistema estructural seguro para la instalación generalmente de cables o caños. Existen de diversos tipos perforadas o sólidas con tapas o sin ellas. No se permiten en lugares expuestos a daños mecánicos como los huecos de ascensores.

Los cables de potencia que recorran el interior de edificios expuestos al aire por una longitud mayor a 2,5 m., deberán satisfacer el ensayo de retardo de propagación del incendio definido por Norma IRAM 2289.

En caños o bandejas no metálicas se deberán solicitar los ensayos de no propagación de la llama.

Requisitos para los cables en circuitos y en cajas de paso y derivación:

Se requiere identificación por medio de colores, letras, números o una combinación de ellos y no entrecruzar conductores de distintos circuitos por el peligro que significarían las equivocaciones que conduzcan a aplicar tensiones de 380 V en circuitos de 220 V.

Solo se permiten instalar cables con cubiertas. Solo como conductores PE se permiten los modelos IRAM NM 247-3 o desnudos como ya se ha indicado anteriormente.

Cuando contengan cables de MBT o de baja tensión se deben establecer barreras de separación con los cables de mayor tensión.

Cuando deban ser accesibles (por ejemplo desde cielorrasos) se deben disponer tapas de inspección de 0,6 m x 0,6 m cada 6 m de desarrollo longitudinal. También se debe mantener una distancia mínima de 0,2 m entre el borde superior de la bandeja y techos u obstáculos.

No se permitirán instalar elementos auxiliares de iluminación sobre las bandejas, y cuando se suspendan artefactos de las bandejas se verificará el esfuerzo mecánico y la posible temperatura adicional hacia los cables instalados en la bandeja. Las derivaciones a artefactos de iluminación solo se realizarán mediante cajas con tapa IP41 (interiores) o IP44 (exteriores).

En cuanto a la corriente admisible de los cables instalados, cada modelo de bandeja establece una tabla de selección de cables y su corriente máxima admisible.

La bandeja no será utilizada como conductor de protección pero debe ser incorporada al sistema equipotencial de la instalación mediante accesorios adecuados.



Continuidad de los componentes metálicos del sistema

### Ejemplo de aplicación de la condición:

**Se busca** asegurar la actuación de un interruptor automático de modelo C20A.

**Se trata** de una falla a tierra franca (Resistencia de falla = 0) con tensión  $U_o = 220$  V, impedancia del lazo  $Z_s$  (comprende la resistencia de PAT de servicio  $R_b$  + la impedancia del transformador de distribución + la impedancia del conductor activo desde la fuente hasta el punto de falla + la impedancia del conductor de protección PE desde el punto de falla hasta el sistema de PAT de protección + la resistencia de la PAT de protección  $R_a$ ).

El valor de  $Z_s$  debe garantizar una corriente de defecto  $I_d$  que asegure el accionamiento instantáneo del interruptor automático cuando la corriente de defecto se establezca por medio de la resistencia de PAT. Considerando que la  $Z_s$  impone fundamentalmente el valor de  $R_a$ , es necesario que se cumpla que la corriente de actuación instantánea garantice la detección de tensiones iguales o mayores a 24 V:

$$I_d \cdot R_a \leq 24V_{ca}$$

La resistencia máxima que garantiza que esta relación se cumpla debe ser la necesaria que impone la actuación instantánea del interruptor automático. El modelo de interruptor automático C20A tiene un accionamiento instantáneo del orden de 5 a 10 veces la  $I_n$ , es decir entre 100 A y 200 A.

El valor de  $R_a$  (resistencia de PAT) que garantiza que cualquier el interruptor automático normalizado C20A detecte en forma instantánea el valor de 200 A es:

$$R_a < 24 \text{ V} / 200 \text{ A} \approx 0,12 \text{ ohm}$$

Se observa que obtener una resistencia de PAT de protección tan reducida es costoso y difícil de mantener en el tiempo en sistemas TT; por lo que la condición de seguridad que establece la relación anterior **no se puede cumplir sólo** por medio de protecciones convencionales de sobrecorriente.

En definitiva, este relato nos indica la necesidad de utilizar interruptores diferenciales de corriente diferencial adecuada para evitar contactos indirectos con tensiones mayores a 24 V en instalaciones eléctricas de inmuebles, donde como se ha relatado se exige sistema TT.

Cuando pueda asegurarse la imposibilidad de contactos directos (circuitos seccionales tablero a tablero) podrán utilizarse interruptores diferenciales con corriente diferencial de hasta 300 mA para la protección **sólo** contra contactos indirectos, que también protegen contra la generación de incendios por corrientes de fuga a tierra.

Se debe garantizar que el circuito así protegido no posea derivaciones, por ejemplo, a bocas para tomacorrientes, luminarias o dispositivos de maniobra o protección con puntos con tensión accesibles; pues son fuente de posibles contactos directos.

En cuanto al máximo valor de la resistencia de PAT, la RIEI indica que no debe ser mayor a 40 ohm.

Se debe considerar en sistemas TT los valores máximos de resistencia de PAT de protección indicados en la Tabla 771.3.I de la RIEI. Por ejemplo el valor máximo de la toma de tierra de las masas eléctricas para detectar tensiones iguales o mayores a 24 V resulta de la relación:

Por cada una de los circuitos derivados se instalará un interruptor automático con apertura por sobrecarga y cortocircuito.

En definitiva, para tableros TP y TS la propuesta es utilizar interruptores automáticos de las siguientes características:

- Bipolares, 2P, deben cortar fase y neutro (220 V), por un dispositivo de accionamiento interno. Son **por fabricación** “bipolares” (dos polos activos y protegidos, obligatorio).
- Tripolares, 3P, deben cortar circuitos trifásicos (380 V) por un dispositivo de accionamiento interno.
- Son **por fabricación** “tripolares” (tres polos activos y protegidos).
- Tetrapolares, 4P, deben cortar circuitos trifásicos más conductor neutro (380 V/220 V) por un dispositivo de accionamiento interno. Son **por fabricación** “tetrapolares” (cuatro polos activos).

Los interruptores automáticos tetrapolares que disponen de un sistema mecánico **interno** ejecutando el corte de fases y neutro en forma simultánea por actuación de cualquier polo, cumplen con la condición de corte simultáneo de los polos ante la acción protección o de maniobra. La cruceta que une las cuatro palancas de un interruptor automático tetrapolar **no garantiza por sí sola** el cierre y apertura simultánea que exige la RIEI.

Es conocido que el interruptor automático también puede ser operado como dispositivo de maniobra; por lo que se debe considerar esa situación en la calidad y seguridad del dispositivo para ser maniobrado por personas no capacitadas (BA1).

El fabricante Merlin Gerin ofrece interruptores automáticos con o sin corte de neutro. Lo que indica la RIEI es que si las entradas de los TS y TP son trifásicas y tienen neutro distribuido, el neutro debe ser siempre cortado en forma simultánea por el interruptor automático para asegurar la inexistencia de tensión **neutro-tierra** en el circuito que el interruptor ha cortado.

Cortar **siempre** el neutro permite garantizar que en la instalación no existan tensiones peligrosas provenientes del neutro de la red de distribución (por corte de neutro, fallas y asimetrías), situación que ya ha originado muertes por electrocución. Se aclara que la Norma internacional IEC 60364 como la RIEI considera al neutro como un conductor activo.

#### *Necesidades de seguridad en la selección de interruptores automáticos.*

Para la selección de la corriente asignada del interruptor automático debemos conocer la corriente admisible del cable que debe ser protegido “en las condiciones de su instalación” y para cada tipo de conductor.

Análisis de las condiciones necesarias para el corte automático de la alimentación contra los contactos indirectos, por medio de un dispositivo de protección contra sobrecorrientes (interruptor automático).

El dimensionamiento del ancho de ocupación de cables dispondrá de una reserva del 20 % y no más de una capa. Entre líneas de bandejas las separaciones aproximadas serán de 0,3 m entre ellas.

Las prescripciones de instalación en función de las influencias externas aconsejan alturas mínimas de montaje que se definen en relación al tipo de personas en circulación en su entorno. Por ejemplo con un mínimo 2,20 m en interiores, 3,50 m en exteriores y 4 m con circulación vehicular. Para BA4 y BA5 se podrán reducir estos mínimos siempre considerando el movimiento de materiales, los impactos o la posible circulación de personas y máquinas.

En todos los casos el diseño debe evitar o disminuir la propagación del fuego en recorridos verticales por medio del sellado de pases por paredes o losas. En lugares con emisión de polvos o de ambiente sucio; en bandejas de chapa perforada o de fondo sólido se dispondrá de tapa ciega. Otro criterio es diseñar con modelos tipo escalera con los cables separados al menos un diámetro entre sí, “y que así se mantengan en el tiempo”.

#### Columnas montantes

En todo inmueble con más de una planta en altura, es común que el tablero principal esté en la planta baja o en un subsuelo (garaje, cochera, sala de medidores, etc.). Es habitual que la distribución desde el tablero principal hasta los tableros seccionales ubicados en los pisos se realice mediante canalizaciones embutidas o a la vista, que recorren verticalmente el edificio, formando una denominada columna montante.

En los modernos proyectos se destina un conducto vertical de mampostería o cámara de aire (pleno) para albergar a las canalizaciones de la columna montante que se realiza con cañerías, conductos, bandejas o canalizaciones prefabricadas; derivando los circuitos seccionales en cada piso mediante una caja para esa función.

La columna montante puede responder al tipo abierta o cerrada y en cada caso las canalizaciones y conductores deben ser elegidos de acuerdo a las condiciones de influencias externas.

Los conductores de los distintos circuitos estarán identificados y los cables ser de modelos aptos para montaje en bandejas, sellando los espacios de vinculación entre los pisos con materiales resistentes al fuego.

No existe una regla simple para efectuar la distribución de circuitos, no obstante se pueden atender ciertas pautas. Por un lado la ubicación del tablero determina en cierta medida la configuración de los circuitos como así también la zonificación de los ambientes del inmueble o edificio.

Conviene distribuir la carga total en un número razonable de circuitos de acuerdo a las características de carga y equilibrados en cuanto a intensidad de corriente.

Se deben buscar los recorridos mas breves y directos entre las salidas y accionamientos, evitando subidas, bajadas, curvas y desvíos inútiles. Se debe tratar que los ambientes críticos reciban alimentación por circuitos adecuados (cocina y lavadero) pues son las cargas más fuertes del inmueble.

La condición de mínimas cantidades de circuitos que exige la AEA no quiere decir que no puedan adoptarse un número mayor según proyecto.

Una vez determinado el número de circuitos, sobre el mismo plano en planta se unen con un trazo las diversas bocas de iluminación y efectos y los circuitos de tomacorrientes independientemente alimentados desde el TS.

Debe decidirse los trazos de cada circuito y los efectos buscados para el accionamiento de bocas y brazos.

### Tipos y espacios disponibles de caños

En general, la denominación de los caños responde a su aptitud de manipuleo:

- ◆ Rígidos: se curvan solo con herramienta adecuada.
- ◆ Flexibles: se pueden doblar con las manos y con fuerza reducida.
- ◆ Transversalmente rígidos o “con aptitud de volver”: se les aplica una fuerza de aplastamiento durante un tiempo reducido.

### Espacios disponibles

El diámetro interno mínimo se determina en función de la cantidad, sección y diámetro (incluida la aislación) de los conductores.

Para los casos no previstos, el área total ocupada por los conductores, comprendida la aislación, no debe ser mayor que el 35 % de la sección interna del caño o conducto.

Conviene realizar una tabla para diversos tipos de caños y espacios ocupados por conductores. Luego, realizar las comprobaciones habituales que consisten en verificar que los conductores no ocupen más del 35 % del espacio interno disponible del caño.

*Sección total que ocupa el cable con su aislación, para diversas secciones de cobre.*

SECCIÓN DE COBRE (mm <sup>2</sup> )	SECCIÓN TOTAL CON AISLACIÓN (mm <sup>2</sup> )
1	5,5
1,5	7,1
2,5	9,3
4	13,9
6	21,3
10	33,2

### Comentarios de características y modelos

#### *Dispositivos de protección de circuitos en tableros seccionales.*

Los interruptores deberán seccionar y proteger también al conductor neutro.

Se prohíbe el uso de dispositivos unipolares o bipolares denominados con “neutro no protegido”, “neutro pasante” o marcados “IP+ N” en las instalaciones monofásicas.

La protección de circuito derivada de cualquier tipo de tablero cumplirá con:

- No se deben intercalar interruptores unipolares en el conductor neutro de instalaciones polifásicas.
- Prohibición uso de elementos unipolares de corte de neutro.
- Corte y protección bipolares en las instalaciones monofásicas de los dispositivos para maniobra y protección.

Se aclara que esta restricción es una exigencia de la RIEI que considera razones de seguridad para las indicaciones de los modelos de interruptores automáticos. Pero los interruptores unipolares pueden estar certificados bajo la Norma de producto IEC 60898 y pueden ser utilizados, por ejemplo, como interruptores de efecto para iluminación brindando una protección adicional.

Los interruptores automáticos deberán garantizar el cierre y la apertura simultánea de todos sus polos.

Como elemento de seccionamiento pueden utilizarse interruptores diferenciales, siempre y cuando tengan la aptitud de seccionamiento garantizada por el fabricante (RIEI punto 771.20.5.4.a.5). Si analizamos la oferta observamos que todos los interruptores diferenciales de la marca Merlin Gerin tienen aptitud al seccionamiento.

Pero no todo interruptor diferencial normalizado según Norma IEC 61008/9 o IRAM 2301 tiene aptitud al seccionamiento, pues esa condición no es requerida por esas Normas.

Si estamos proyectando una instalación para personas BA1, y si esas personas por un orden lógico, realizarán maniobras en el interruptor diferencial de un TS, debemos entender la importancia de establecer la aptitud de seccionamiento en ese interruptor diferencial, pues le debemos garantizar a esas personas la necesaria seguridad de seccionamiento que indican las

La protección en el TS deberá ser realizada por:

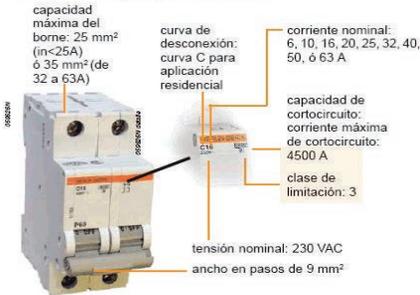
- Interruptor automático tetrapolar o bipolar con todos los polos protegidos.
- Interruptor diferencial con apertura por corriente diferencial, que cumpla con lo indicado en la RIEI y posea aptitud al seccionamiento garantizada por el fabricante.

Se debe garantizar la protección diferencial en cada circuito derivado de un TS en forma individual o agrupada en un mismo interruptor diferencial.

**Ejemplo de aplicación:**

Los cables de 2,5 mm<sup>2</sup> instalados según método B52-4B1 de Tabla 771.16.I admiten 18 A y pueden estar protegidos a las sobrecargas por los modelos tetrapolares de B16A o C16A o D16A.

**P60 Interruptor Automático**



Espacio utilizable disponible interno de caños:

Caño normalizado Norma IRAM (pulgadas comercial).	Sección utilizable (35 % de la total) en mm <sup>2</sup>
RL 16/14-5/8"	53,85
RS 16/13-5/8"	46,43
RL 19/17-3/4"	79,4
RS 19/15-3/4"	61,81
RL 22/20-7/8"	109,9
RS 22/18-7/8"	89,02
RL 25/23 -1"	145,34
RS 25/21 -1"	121,16
RL 32/29-11/4"	231,06

**Ejemplos de selección de caños (en pulgadas, denominación habitual no normalizada)**

Instalar 2 conductores de 4 mm<sup>2</sup> más uno de 2,5 mm<sup>2</sup> que ocupan 2 x 13,9 mm<sup>2</sup> + 9,3 mm<sup>2</sup> = 37,1 mm<sup>2</sup>. El caño adecuado en la variante RS debe ser de 5/8" pues dispone de un espacio de 46,43 mm<sup>2</sup> > 37,1 mm<sup>2</sup>.

Instalar 2 conductores de 6 mm<sup>2</sup> más uno de 2,5 mm<sup>2</sup> que ocupan 2 x 21,3 mm<sup>2</sup> + 9,3 mm<sup>2</sup> = 51,9 mm<sup>2</sup>. Si el caño a seleccionar es tipo RS, conviene el tamaño 3/4 pues dispone de espacio interior de: 61,81 mm<sup>2</sup> > 51,9 mm<sup>2</sup>.

**Modelos de canalizaciones y su aplicación**

**Resumen para caños de acero y termoplásticos en canalizaciones embutidas**

Se considera que las cañerías embutidas son susceptibles de riesgo eléctrico por la introducción de clavos u otros elementos punzantes. Los riegos se pueden minimizar por las características propias de los materiales de las canalizaciones, o bien por condiciones que deben observarse en la instalación de los caños.

Se considera que los caños de acero semipesado y pesado conformes a Norma IRAM IAS U 500 2005 y Norma IRAM IAS U 500 2100 tienen condiciones propias que proveen protección mecánica para la agresión mecánica.

Se considera que los caños de acero liviano conformes a Norma IRAM IAS U 500 2224 y los caños de material sintético no propagantes de la llama según Norma IEC 61386-21 para cañerías rígidas,

IEC 61386-22 para las curvables y transversalmente recuperables e IEC 61386-23 para las flexibles; están expuestas a condiciones de agresión mecánica y riesgo incrementadas.

Los eventuales deterioros mecánicos pueden reducirse instalando los caños a 50 mm entre superficie terminada del tabique a la parte más exterior de la canalización. Como alternativa, se indica la utilización o interposición de barreras sólidas de resistencia mecánica adecuada (de acero con características equivalentes a las de caño semipesado o bien con una capa adecuada de concreto).

La RIEI establece que las canalizaciones embutidas se realizaran conforme a:

- Con caños de acero pesado o semipesado respectivamente, sin restricciones.
- Con caños de acero liviano o de material sintético en cualquiera de sus tipos, instalados con:

Embutidos de manera que su parte más externa quede a no menos de 50 mm de las superficies terminadas del tabique.

Protegidos por una barrera de acero, de espesor no menor que el caño semipesado, interpuesta en todas las partes que tengan una distancia de la superficie terminada del tabique menor que 50 mm y con un ancho que exceda el del caño en no menos de 5 mm por cada lado. Esta barrera será continua y estará fijada de modo a asegurar las condiciones de protección en forma permanente

Protegidos por una mezcla de concreto de cemento (dosaje mínimo 1:3, una parte de cemento por cada tres partes de arena, sin cal ni yeso), interpuesta en todas las partes que tengan una distancia de la superficie terminada del tabique menor a 50 mm y con un ancho que exceda el del caño en no menos de 10 mm. Esta barrera será continua, tendrá un espesor no menor que 10 mm y asegura las condiciones de protección en forma permanente en toda su longitud.

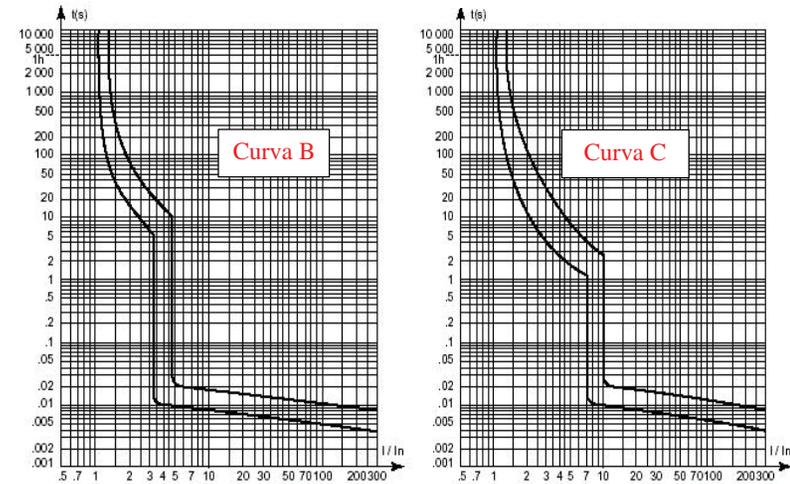
### Montaje de canalizaciones

Las uniones entre conductos se realizarán mediante accesorios que no disminuyan su sección interna, que no generen discontinuidad que pueda dificultar la colocación de los conductores y que aseguren su protección mecánica. En conductos metálicos deberá garantizarse la continuidad eléctrica entre sus partes y el conductor PE.

Las uniones conductos y cajas se realizarán mediante conectores o tuerca y boquilla, según lo indique el proyecto. Los accesorios serán Norma IRAM 2224/73 o 2005/72. Los accesorios de vinculación serán metálicos en canalizaciones metálicas y de material sintético para canalizaciones sintéticas.

En tramos rectos y horizontales sin derivación se colocará como mínimo una caja cada 12 m. y en tramos verticales un mínimo de una caja cada 15 m. Las cajas de paso y de derivación serán siempre accesibles.

Como es posible la acumulación de agua en cruces por debajo de los pisos, se instalarán únicamente cables Norma IRAM 2178, 62266 ó 2268, en cañerías de material sintético, hierro galvanizado o acero inoxidable (no de acero esmaltado).



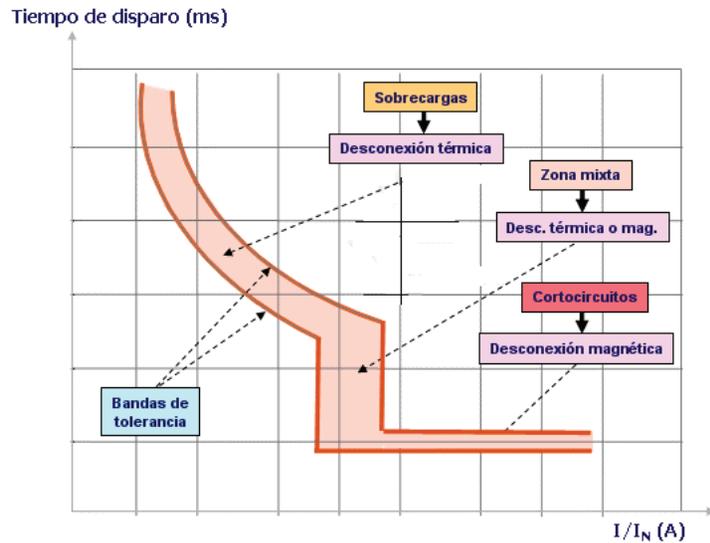
### Ejemplo de modelos:

Un modelo **B16A** significa un interruptor automático de 16 A y accionamiento de 3 a 5 veces la corriente asignada. Este tipo de accionamiento instantáneo de interruptor automático es apto para proteger cables donde **se instalarán cargas que no presenten corrientes de conexión elevadas** que puedan accionar el instantáneo ante su conexión (cargas de alumbrado, de calefacción, etc.).

Un modelo **C16A** significa un accionamiento instantáneo de 5 a 10 veces la corriente asignada. Este tipo de accionamiento instantáneo es apto para proteger cables donde se instalarán cargas **con corriente de conexión**, siempre que estas cargas de conexión estén por debajo del valor de actuación instantáneas (que sean menores a 5 In). Este tipo de curva es la más ofrecida comercialmente para circuitos para usos generales.

Un modelo **D16A** significa un accionamiento instantáneo de 10 a 20 veces la corriente asignada. Este tipo de accionamiento instantáneo es apto para proteger cables donde se instalarán cargas **con altas corrientes de conexión**, siempre que estas cargas de conexión estén por debajo del valor de actuación instantánea (que sean menores a 10 In). Por ejemplo, para la conexión de transformadores de aislación, comando, etc. Este tipo de curva “**D**” también la utilizaremos para mejorar la selectividad por instantáneos.

*Es importante aclarar que tanto el interruptor automático B16A como el C16A o un D16A tienen la misma curva de accionamiento térmico, pues deben proteger las sobrecargas del mismo tipo de cable.*



Como ante todo tipo de cortocircuitos, es necesario que el accionamiento sea instantáneo, el disparo magnético del interruptor automático cumple con esa condición. Más adelante se examinarán procedimientos de selección de interruptores automáticos de modelos que cumplan el accionamiento instantáneo por corriente de cortocircuito mínima.

La designación del valor de actuación magnética del interruptor automático se indica con una letra (B, C, D, etc.). Su actuación instantánea responde a los siguientes valores normalizados:

**Curva B (acción instantánea de 3 a 5 veces  $I_n$ ), IEC 60898.**

**Curva C (acción instantánea de 5 a 10 veces  $I_n$ ), IEC 60898**

**Curva D (acción instantánea de 10 a 20 veces  $I_n$ ), IEC 60898**

Algunos fabricantes, como Merlin Gerin, garantizan en la línea C60 y curva **D** valores más precisos de acción instantánea, por ejemplo de 10 a 14 veces la  $I_n$ .

Las curvas de accionamiento termomagnético de los interruptores automáticos se deben presentar como resultados de ensayos y en un diagrama de “veces” la corriente asignada respecto del tiempo.

Ejemplo de fabricante Merlin Gerin modelo C60N.

Curva B con accionamiento magnético entre 3 y 5 veces la corriente nominal

Curva C con accionamiento magnético entre 5 y 10 veces la corriente nominal.

Las curvas en las canalizaciones se consideran como una canalización de sección circular con ángulos interiores comprendidos entre 90 y 135°. No se admitirán más de tres curvas incorporadas a la cañería y entre dos cajas consecutivas. Las curvas deberán terminar en ángulos interiores menores que 90°. La distancia mínima entre dos curvas consecutivas no será menor a diez veces el diámetro exterior del caño.

Si la canalización es metálica, se deberá mantener la equipotencialidad del conducto mediante tramos de conductor PE verde y amarillo fijados.

En instalaciones intemperie, la cañería deberá ser de hierro con adecuada protección ante la corrosión (galvanizado por inmersión en caliente, inoxidable, etc.) o de material sintético con protección contra la radiación ultravioleta.

### Instalación de cajas y bocas

Caja de paso: caja a la que ingresan y egresan el mismo número de circuitos, sin que ninguno de ellos tenga derivación alguna.

Caja de paso y derivación: caja a la que ingresan y egresan el mismo número de circuitos, pudiendo tener alguno de ellos derivaciones

Boca: punto de un circuito terminal donde se conecta el aparato utilizador por medio de borneras, tomacorrientes o conexiones fijas. No se consideran bocas a las cajas que contienen elementos de maniobra o protección (interruptores de efecto, atenuadores, etc.).

Se puede continuar o derivar solo un circuito en cajas de paso o derivación con un único circuito, como por ejemplo en una boca para tomacorriente (altura aproximada 0,3 m del piso).

Las cajas instaladas en losas; de paso, derivación o paso derivación; serán consideradas como **bocas** y contarán para el Grado de Electrificación si sus medidas alcanzan 100 mm x 100 mm inclusive.

Las cajas y tomacorrientes en espacios semicubiertos se realizarán con grado de protección mínimo IP 44. El conjunto de cajas y tomacorrientes deberá tener grado IP 44 o superior, y ser resistentes a la corrosión, no permitiéndose el empleo de cajas de hierro.

### Cables en conductos, cámaras de aire y otros huecos

En los conductos para la extracción de vapores de todo tipo no se deben realizar instalaciones eléctricas.

Tampoco se debe hacer ninguna instalación eléctrica en conductos o chimeneas utilizados para la extracción de vapor o la ventilación de cocinas comerciales. Ejemplo: incendio en cables instalados dentro de los conductos.

En conductos o cámaras de aire construidos para ventilación natural, sólo se permiten instalaciones eléctricas con cañerías metálicas flexibles o rígidas estancas o herméticas de longitud no superior a 1,50 m para conectar equipos y dispositivos aprobados para poder ser instalados en estos conductos y cámaras de aire (plenos).

## Instalación de los conductores en las canalizaciones

### Reglas de instalación

Antes de instalar los conductores se habrá concluido con el montaje de las canalizaciones y completado los trabajos de mampostería y terminaciones superficiales. Deberá dejarse 150 mm como mínimo de conductor aislado en cada caja para poder realizar las conexiones.

Los conductores que pasen sin empalme a través de las cajas deberán formar un bucle.

Los conductores colocados en cañerías verticales deberán estar soportados, mediante dispositivos colocados en cajas accesibles, en tramos no mayores de 15 m. Los elementos de soporte deberán estar colocados y tener formas tales que no dañen la envoltura o la aislación de los conductores.

No están permitidas las uniones o derivaciones de conductores en el interior de los caños, solo en cajas.

Durante el montaje no se deberá ejercer sobre los conductores un esfuerzo superior a 50 N/mm<sup>2</sup> de su sección nominal.

### Agrupamiento de conductores en una misma canalización

Todos los conductores pertenecientes a un mismo circuito, incluyendo el conductor de protección, se instalarán dentro de la misma canalización.

Cada circuito se alojará en una cañería o conducto independiente.

Los circuitos seccionales deberán alojarse en caños o conductos independientes. No obstante, se admitirán en un mismo caño hasta tres circuitos seccionales, pero de cables Norma IRAM 2178, 2268, 62266 y siempre que correspondan a un mismo medidor.

Si se opta por el empleo de bandejas, los circuitos seccionales podrán alojarse en la misma bandeja.

Los circuitos para usos generales, especiales y los de consumos específicos deberán tener cañerías independientes. No obstante se permite que:

En circuitos para usos generales podrán alojarse en una misma cañería en un máximo de tres, si pertenecen a una misma fase y tablero seccional, **la suma** de las corrientes asignadas de los dispositivos de protección de los circuitos no sea mayor que 36 A y el número total de bocas de salida del conjunto no será mayor que 15.

Ejemplo: Si la práctica aconseja instalar en una misma cañería un circuito IUG y un circuito TUG con conductores de 1,5 mm<sup>2</sup> y 2,5 mm<sup>2</sup> respectivamente la condición tiene su lógica utilizando protecciones de 16 A para el IUG y protecciones de 20 A para el TUG.

En todas las cajas donde converjan circuitos diferentes, los conductores deberán estar identificados buscando evitar que pueda alterarse la correlación o mezclarse conductores de diferentes circuitos y de diferentes fases o diferente neutro. Esa identificación podrá hacerse por colores de los conductores, anillos numerados u otros medios adecuados de identificación, indelebles y estables en el tiempo.

sobre el producto terminado, aseguren la confiabilidad mediante un standard de calidad. La Norma de calidad **garantiza el cumplimiento en el tiempo** de la Norma de producto.

Normas de instalación:

El uso de un interruptor automático, como cualquier componente de una instalación eléctrica, debe ajustarse a los criterios indicados en la Norma correspondiente. En Argentina se debe utilizar para instalaciones eléctricas de inmuebles la RIEI.

Es importante mencionar que las Normas y Reglamentaciones se consideran cada vez más necesarias en el mundo para establecer un conjunto de reglas a respetar en la concepción (proyecto), realización y explotación de una red para asegurar:

- Alimentación de receptores en condiciones de servicio convenidas (tensión, continuidad de servicio, etc.).
- Seguridad de personas y bienes.
- Conservación de características de la instalación en el tiempo, mediante adecuados controles y verificaciones.

Las características de ensayo ante sobrecargas de los interruptores automáticos deben responder a las tolerancias térmicas de los cables que protege, como sigue:

Corriente de ensayo del interruptor automático.	Tiempo limite de disparo o de no disparo de interruptor automático.	Resultado a ser obtenido
1,13 x In	t = 1 hora (para IA de In < 63 A) t = 2 hora (para IA de In > 63 A)	No disparo
<b>1,45 x In</b>	<b>t ≤ 1 hora (para IA de In &lt; 63 A)</b> <b>t ≤ 2 hora (para IA de In &gt; 63 A)</b>	<b>Disparo</b>
2,55 x In	1 seg. < t < 60 seg. (para In < 32 A) 1 seg. < t < 120 seg. (para In > 32 A)	Disparo

Se puede observar en la tabla que los interruptores automáticos fabricados y ensayados bajo esta Norma garantizan la actuación en menos de una hora ante sobrecarga de 1,45 In; lo que concuerda con lo exigido para proteger al conductor asociado (medidas de protección y seguridad establecidas de la RIEI).

Las protecciones eléctricas cubren la necesidad de desconectar las fallas que deben estar contempladas en cualquier proyecto eléctrico; desde una modesta hasta una compleja instalación de un edificio donde pueden estar afectados cientos de personas.

Las protecciones que normalmente se utilizan en este tipo de instalaciones detectan el aumento de la corriente con elementos “en serie” con la corriente “circulante”; denominados también dispositivos de detección “primarios”.

Los interruptores automáticos (termomagnéticos) especificados en Norma IRAM 2169, Norma IEC 60898 (ámbito de uso doméstico, usuario BA1) o Norma IEC 60947-2 (ámbito de uso por personal calificado o idóneo en electricidad, usuario BA4/BA5); son los dispositivos que por su confiabilidad y seguridad de maniobra se han impuesto en las instalaciones eléctricas de inmuebles.

Los pequeños interruptores automáticos (en algunas líneas hasta 63 A y otras líneas hasta 125 A) están fabricados para ser montados en “riel DIN” y están contenidos en tableros, que en el caso específico de uso doméstico pueden ser operados por personas sin conocimiento de los riesgos que puede originar el uso de los aparatos eléctricos. Ante esta posibilidad la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) definió dos Normas, la IEC 60439-3 en cuanto los gabinetes y tableros y la Norma IEC 60898 para interruptores automáticos, ambas para el uso doméstico. En el caso de los interruptores automáticos de Norma IEC 60898, estos se someten a métodos de ensayo de comprobación de aptitudes más exigentes que los de Norma IEC 60947-2 (donde se desempeñan operadores BA4 / BA5).

El interruptor automático es capaz de interrumpir sobrecargas y cortocircuitos hasta una **corriente máxima** denominada **poter de corte**, que es la máxima corriente que el interruptor automático es capaz de cortar.

La correcta selección de una protección debe realizarse buscando preservar las instalaciones de los riesgos que pueden originar corrientes eléctricas no toleradas térmicamente por los cables que los llevan a procesos de reacciones térmicas de altas temperaturas y es la causa de numerosos incendios vinculados a fallas en instalaciones eléctricas.

Como al usuario de un interruptor automático no le es posible realizar los ensayos de verificación de características que la Norma establece, es de fundamental importancia que los interruptores automáticos se presenten para su comercialización en el marco de una Norma específica de pruebas y ensayos “de tipo” con su certificación correspondiente; lo que garantiza una calidad documentada y referida a los avanzados conceptos de actualización que debe disponer el producto.

En el campo de las instalaciones eléctricas relacionadas con la electrotecnia, existen tres tipos de Normas que se deben respetar:

Normas de productos:

Establecen los requisitos básicos de diseño que deben cumplir los productos en el desempeño de su función específica para brindar seguridad al usuario.

Normas de calidad:

Establecen la metodología y procedimientos que un proveedor debe implementar para garantizar que el diseño, fabricación, gestión de compra de materiales constitutivos de sus productos y ensayos

Cada boca de salida servirá como tal a un sólo circuito y servirá como caja de paso pero **no de derivación de otros circuitos**. Por ejemplo, en las cajas que alojen interruptores de efecto y tomacorrientes les deberá llegar un solo circuito, que podrá continuar hacia otros puntos de la instalación.

Los conductores de los circuitos de 380/220 Vca, MBTS; MBTF o señales débiles deberán colocarse dentro canalizaciones independientes.

Los cable-canales múltiples se consideran canalizaciones independientes, sólo si cuentan con separadores, paredes o barreras, fijos y permanentes, diseñados y dispuestos de manera que sea imposible que un conductor alojado en una sección pueda entrar en la otra. Los conductores de circuitos de tensiones diferentes deberán estar separados por una pantalla metálica puesta a tierra. Los conductores de circuitos de diferentes tensiones podrán estar en un mismo cable multipolar, pero los de tensiones menores deberán aislarse individual y colectivamente de acuerdo con la mayor tensión presente.

Cuando existan pantallas metálicas, serán conectadas entre sí y al conductor PE.

## Luminarias e instalaciones de iluminación

Protección contra los efectos térmicos

En cuanto a los efectos térmicos de las luminarias hacia su entorno, se debe tener en cuenta:

- ✓ La potencia máxima disipada por las lámparas.
- ✓ La resistencia al fuego de los materiales adyacentes en el lugar de la instalación, en las áreas afectadas térmicamente.
- ✓ La distancia mínima entre las luminarias y los materiales combustibles incluyendo los ubicados en el camino del haz de luz emitida por la luminaria.

Según la resistencia al fuego de los materiales adyacentes en el lugar de la instalación y en las áreas afectadas térmicamente, se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

## Sistemas de cableado

Para los cables aislados dentro de la luminaria se deben seleccionar los adecuados en concordancia con la marcación de la temperatura de funcionamiento de la luminaria.

Para luminarias que cumplen con Norma IEC 60598 o Norma IRAM AADL J2020 y J2021 y no tienen marcada la temperatura de funcionamiento, no se requieren cables de alta temperatura o resistentes al calor.

Para luminarias que cumplen con Norma IEC 60598 o Norma IRAM AADL J2020 y J2021 y tienen marcada la temperatura de funcionamiento, se deben emplear cables de alta temperatura o resistentes al calor adecuados a la temperatura marcada.

### Equipos auxiliares

Para luminarias que se monten embutidas en cielos rasos suspendidos, los equipos auxiliares, como balastos, ignitores, capacitores, transformadores, etc., deberán instalarse sobre una bandeja que forme parte de la luminaria o apoyarse sobre un bastidor construido al efecto o suspenderse del techo por arriba del cielorraso en la cercanía de la luminaria a la que alimenta.

En cualquier caso se debe asegurar el fácil acceso para mantenimiento.

En ningún caso se permitirá que los equipos auxiliares apoyen directamente sobre el cielorraso.

### Efecto estroboscópico

En iluminación de locales donde funcionan máquinas con partes en movimiento giratorio se debe tener en cuenta el efecto estroboscópico, ya que puede implicar la confusión de pensar que una paleta en movimiento se encuentra parada.

Este efecto debe ser evitado por la elección adecuada de las luminarias y los equipos auxiliares, y por la correcta realización de la instalación (por ejemplo, alimentación alternada de luminarias desde distintas fases, en casos de instalaciones trifásicas).

### Cordones o cables para conexión de luminarias

Cuando estén embutidas (plafón) debe considerarse la aptitud a ser desmontadas para el mantenimiento.

Se permitirá instalar un cable flexible con envoltura (Norma IRAM 2158, 2188, 2178 o 62266) de sección adecuada a la corriente de la luminaria y como mínimo de 1,5 mm<sup>2</sup> de cobre, recomendándose que la longitud del cable flexible no supere los 5 m.

Si la temperatura lo exige, deberá emplearse un cable flexible con envoltura, pero aislado con goma siliconada, adecuado para altas temperaturas, con las mismas consideraciones sobre la determinación de la sección.

Cuando se requiera alimentar una luminaria con aislación Clase II (alimentación sin conductor PE), el cordón deberá ser bipolar con ficha normalizada de dos polos sin puesta a tierra.

Cuando se requiera alimentar una luminaria con aislación Clase I (se requiere del conductor PE), que el cordón deberá ser tripolar con ficha normalizada de dos polos más borne de tierra.

Las luminarias deben conectarse en todos los casos a tierra.

### Protección contra contactos indirectos

Consiste en tomar todas las medidas necesarias destinadas a proteger a las personas contra los peligros que puedan resultar de un contacto con partes metálicas (masas) puestas accidentalmente bajo tensión a raíz de una falla en la aislación.

Este sistema de protección consta de un sistema de puesta a tierra y de un protector diferencial.

### Instalación de la puesta a tierra

La puesta a tierra consiste en hacer pasar por la cañería, conjuntamente con los conductores de energía eléctrica, un conductor aislado de cobre, engrapado rígidamente a la canalización en cajas y tableros, para ser vinculado a tierra mediante un elemento dispersor (*jabalinas o conexiones estructurales*) .

El dispersor tipo jabalina es un elemento normalizado IRAM de una longitud comprendida entre 1,50 m y 2 m. Normalmente se ubica próximo al TP pudiendo recurrirse a un caño plástico de diámetro conveniente, según la sección del conductor a tierra, para cubrir la distancia entre el TP y la cámara de inspección de la jabalina.

El conductor de la puesta a tierra debe ser unido rígidamente mediante bulones, tanto al TP como al extremo superior de la jabalina.

Selección de protecciones eléctricas, interruptores automáticos, protecciones diferenciales. Condiciones de seguridad en instalaciones eléctricas

### Introducción.

Las protecciones deben desconectar los conductores de la instalación que transportan una determinada corriente, pero la utilización hace posible y previsible que se originen sobrecargas y/o cortocircuitos.

Las estadísticas mencionan como causas de incendio, entre otras, a:

- ✓ La actuación demorada de térmicos o fusibles reforzados (no calibrados) que supuestamente están instalados para proteger conductores ante sobrecargas y por falta de criterio técnico de selección no son aptos para proteger y desconectar los conductores en el tiempo máximo que indica la Norma del conductor y evitar así la destrucción de su aislación.
- ✓ Las sobrecargas que disminuyen la vida útil de la aislación de los cables, lo que finalmente origina un cortocircuito.
- ✓ La utilización de equipos y materiales fuera de Norma.
- ✓ La baja retención de contactos (tomacorrientes fuera de Norma) en conexiones de equipos, empalmes de baja calidad, conexiones de cables mediante el uso indebido de cinta aisladora, conexiones a tornillos flojas o fuera de Norma, etc.

## CÁLCULO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Para viviendas y locales comerciales y si se trata de circuitos de uso general o especial, los cálculos definen desde la ubicación de bocas la selección de conductores y de protecciones asociadas a los conductores elegidos. En general la mecánica es elemental y no requiere mayores complicaciones.

Por otra parte, la RIEI establece secciones mínimas de conductores que cubren con buen margen de seguridad las circunstancias de utilización. Se aclara que el conductor de sección de  $2 \text{ mm}^2$  no es reconocido por la Norma IRAM por lo que se lo deberá reemplazar por uno de  $2,5 \text{ mm}^2$  de sección mínima.

Con respecto al diámetro de la cañería el mismo depende de:

- Tipo de conductores y su aislación
- Número de conductores y su sección
- Clase de cañería.

En la cantidad de conductores está incluido el conductor para la puesta a tierra del sistema, con sección mínima de  $2,5 \text{ mm}^2$ . La RIEI brinda tablas de diámetros de cañería para diversas cantidades y tipos de conductores.

### Sistemas de seguridad

Resulta necesario tomar todas las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros derivados del uso de la corriente eléctrica. Se establece una división respecto a las medidas de protección o seguridad personal contra contactos eléctricos:

#### Protección contra contactos directos

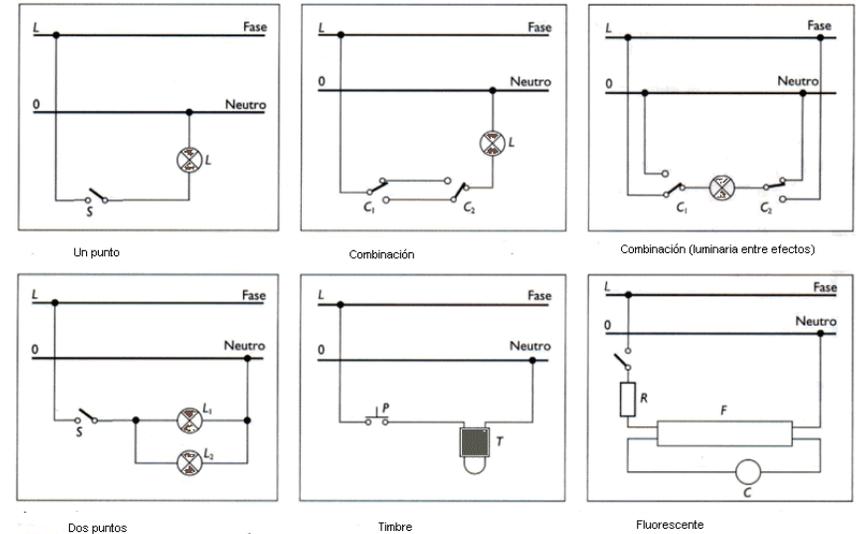
Consiste en tomar todas las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que puedan resultar de un contacto con partes normalmente bajo tensión.

Ninguna de las partes de una instalación que este bajo tensión, debe ser accesible al contacto con las personas, deben estar convenientemente aisladas o colocando las partes fuera del alcance de la mano por medio de obstáculos adecuados: chapas, rejas u otras protecciones mecánicas. Estos obstáculos mecánicos metálicos deben estar conectados eléctricamente entre sí y al conductor de puesta a tierra.

Se debe complementar esta protección con un interruptor automático por corriente diferencial en fuga.

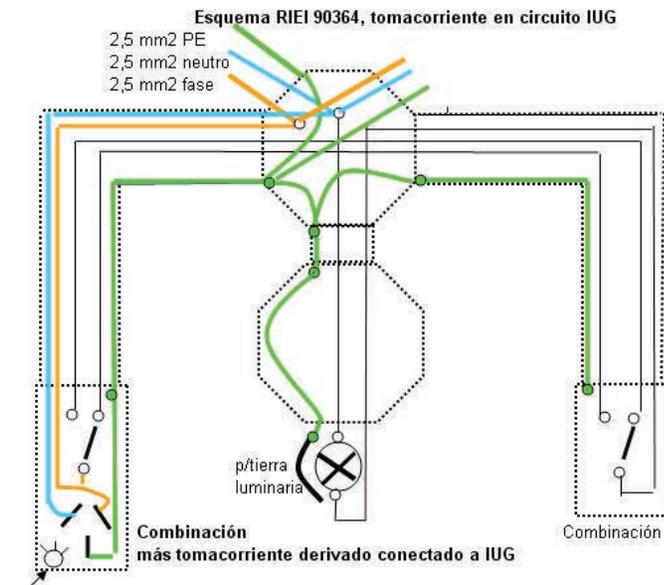
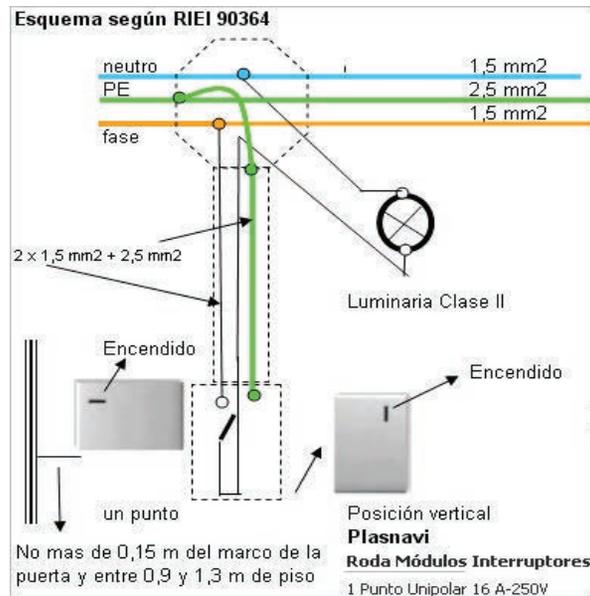
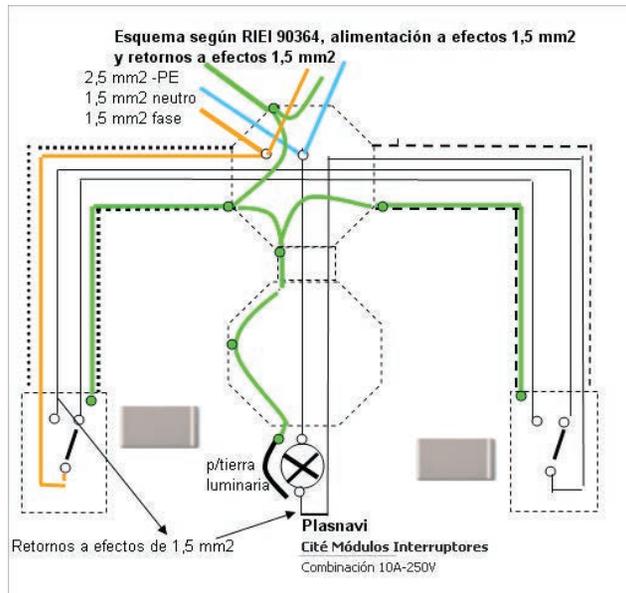
## Esquema de circuitos

### Conexiones normalizadas de luminarias interiores y exteriores

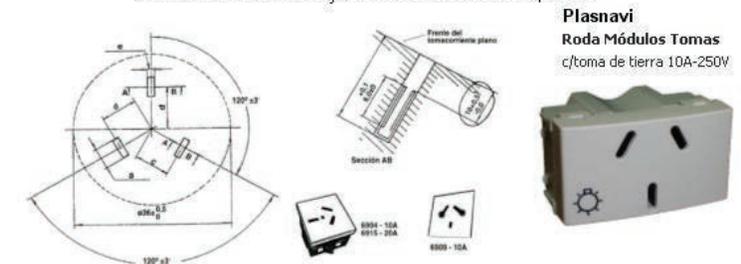


Esquema con interruptor de efecto de un punto: corresponde a la simple conexión de un efecto para encender y apagar una lámpara (o grupo de lámparas) con su correspondiente conexión de neutro permanente y fase al efecto. Se observa que el efecto está conectado en serie con la lámpara, con lo que abiertos los contactos la lámpara permanecerá apagada, al accionar la tecla los contactos se cierran y la lámpara se encenderá. El esquema debe interpretarse como que línea y lámpara están ubicadas en una boca y el efecto en una caja rectangular unida con un caño a la caja por el que bajan dos conductores.

Esquema con efectos para sistema escalera: Se observa las conexiones de los efectos específicos para sistema escalera para comandar una lámpara o grupo mediante dos efectos escaleras o sea de tres puntos de conexión. La lámpara se enciende o apaga con cualquier maniobra de cualquier efecto, como en el anterior esquema lo que se corta siempre son las fases. Se requieren caños a los dos efectos desde la caja de ubicación de la lámpara. Entre efectos se necesitan dos conductores y si se utiliza para ese recorrido la caja aparece el sistema de tres conductores.



ideograma Alimentación a tomacorriente y PE con 2,5 mm<sup>2</sup>  
Alimentación a luminaria y retornos de efectos con 1,5 mm<sup>2</sup>



Circuitos IUG con tomacorrientes derivados con 2,5 mm<sup>2</sup>  
Alimentación a efecto 1,5 mm<sup>2</sup> y retorno de 1,5 mm<sup>2</sup>

Sin entrar a analizar el tema de la durabilidad de estas cajas y reconociendo que todo material plástico es de por sí un avance en la garantía ante contactos indirectos, me interesa analizar el tema puntual de la disipación térmica de una caja plástica que funcione como tablero que debe cumplir la verificación de ensayo de “hilo incandescente” o la IEC 60439-3

Se dice que un tablero es una envolvente que contiene protecciones y sus conexiones. Si existen componentes y conexiones como elementos de disipación en un tablero, es evidente que existe una temperatura de funcionamiento normal y temperaturas extremas ante posibles sobrecargas que puedan provenir de los cables vinculados o por posibles cortocircuitos internos.

Un conductor que no esté adecuadamente protegido trasladará temperaturas al tablero y si éste es de calidad inaceptable, llegará a sobrecalentamiento y hasta a su incendio.

Se podrá decir que sobre los conductores y conexiones existen cálculos establecidos por la RIEI, y de ese razonamiento suponer que el tablero plástico no debería cumplir ningún requisito de aptitud a la disipación térmica de temperaturas que puedan provenir de los cables que conecta

Pero además de las dudas que merece el razonamiento anterior, está la necesidad de disipación térmica por el uso normal del tablero, pues sabemos que algunos denominados tableros (cajas plásticas de material reciclado) no soportan el uso normal y prácticamente se derriten ante la primera circunstancia de temperatura motivada en cualquiera de los temas mencionados y lo que es aún peor el material es propagante de la llama no cumpliendo el ensayo de hilo incandescente obligatorio para todo material termoplástico de uso eléctrico.

Hay que imaginarse la situación de un cliente al cual se le ha instalado embutida una de esas cajas y se le derrite e incendia y hay que imaginarse el trabajo que deberá desarrollar el instalador para arreglar la situación o, aún peor, el incendio de destrucción total o parcial del inmueble.

Y el ahorro inicial donde quedó???

Tabla de selección de interruptores automáticos y diferenciales para contactos indirectos a instalar en circuitos seccionales trifásicos de conductores unipolares Norma IRAM NM 247-3 en cañería (Tabla 771.16.I método B52-4B1 a temperatura ambiente de 40 °C)

Sección (mm²)	Corriente admisible del conductor (A).	Interruptor automático modelo 4P sugerido (corriente asignada). Curva magnética "D" (1)	Corriente asignada del interruptor diferencial de 300 mA- tipo "S" - 4P.
4	25	D25A (1)	25 A (2)
6	32	D32A (1)	40 A (2)
10	44	D40A (1)	40 A (2)

Tabla de selección de interruptores automáticos y diferenciales para contactos indirectos a instalar en circuitos seccionales **monofásicos** de conductores unipolares en PVC Norma IRAM 2178 en cañería (Tabla 771.16.III método B2 a temperatura ambiente de 40 °C).

Sección (mm²)	Corriente admisible del conductor (A).	Interruptor automático modelo 2P sugerido (corriente asignada). Curva magnética "D" (1)	Corriente asignada del interruptor diferencial de 300 mA tipo "S" -2P.
4	26	D25A (1)	25 A (2)
6	33	D32A (1)	40 A (2)
10	45	D40A (1)	40 A (2)

Tabla de selección de interruptores automáticos y diferenciales para contactos indirectos a instalar en circuitos seccionales **trifásicos** de conductores unipolares tipo PVC Norma IRAM 2178 en cañería (Tabla 771.16.III método B2 a temperatura ambiente de 40 °C).

Sección (mm²)	Corriente nominal del conductor (A).	Interruptor automático modelo 2P sugerido (corriente nominal). Curva magnética "D" (1)	Corriente nominal del interruptor diferencial de 300 mA-tipo S -4P.
4	23	D20A (1)	25 A (2)
6	30	D25A (1)	25 A (2)
10	40	D40A (1)	40 A (2)

Tabla de selección de interruptores automáticos a instalar en circuitos para usos generales de conductores unipolares Norma IRAM NM 247-3 en cañería (Tabla 771.16.I método B52-2 B1 a temperatura ambiente de 40 °C)

Sección (mm²)	Corriente admisible del conductor (A).	Interruptor automático modelo 2P sugerido (corriente asignada)	
		Curva magnética para circuito iluminación o de tomacorrientes	
		Circuito de iluminación	Circuito de tomacorrientes
2,5	21	B20A*	C20A*
1,5	15	B10A*	No se puede utilizar esta sección

\* Máxima corriente asignada de la protección de acuerdo a la sección y para circuitos IUG y TUG

Tabla de selección de interruptores automáticos a instalar en circuitos para usos especiales de conductores unipolares Norma IRAM NM 247-3 en cañería (Tabla 771.16.I método B52-2B1 a temperatura ambiente de 40 °C)

Sección (mm²)	Corriente admisible del conductor (A).	Interruptor automático modelo 2P sugerido (corriente asignada) Curva magnética para circuito iluminación o de tomacorrientes	
		Circuito de iluminación	Circuito de tomacorrientes
2,5	21	B20A	C20A
4	28	B25A	C25A

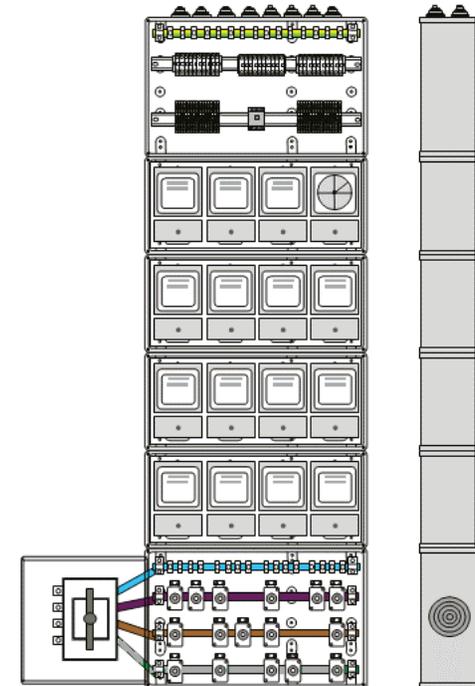
modo que los interruptores automáticos puedan ser accionados por los usuarios BA1 (domésticos) sin riesgo de contacto eléctrico directo o indirecto.

Existen modelos comerciales de “columnas” de material sintético modulares sin límites de medidores o tamaños. Las características relevantes de estos tableros son el sistema modular, la facilidad de armado y su aislación total ante fallas a tierra.

**Esquema de espacios y ubicación de elementos:** Entrada por dispositivo de corte general, barra de conexiones inferiores de fases, neutro y puesta a tierra, protecciones anteriores a medidores para cada cliente y servicio, y salida superior a columna montante mediante termomagnéticas.

El modelo de tablero TP de conjunto de medidores debe responder a lo establecido por la empresa de distribución.

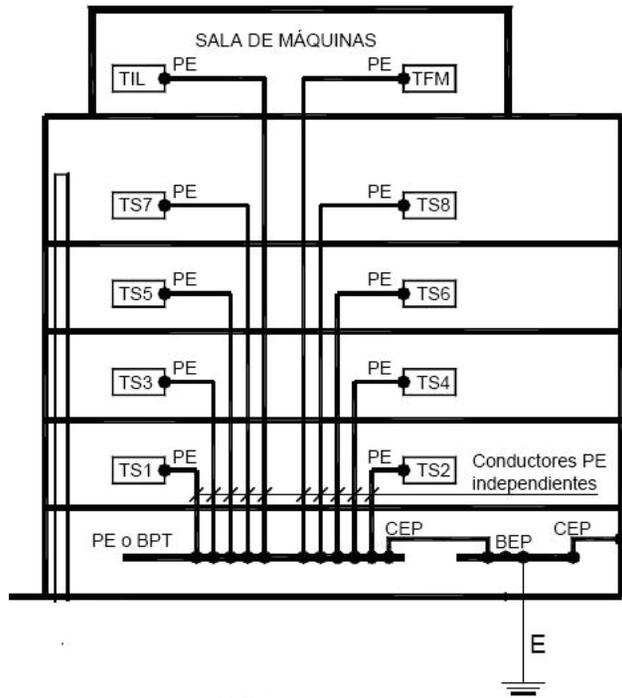
Ejemplo genérico para observar las tendencias internacionales al respecto:



**Reflexión de la utilidad de conocer estos cálculos en los tableros plásticos:**

La realidad de competencia y falta de criterio nos muestra una oferta de **cajas plásticas** fuera de toda Norma que, “se dice”, se presentan para satisfacer la necesidad de ofrecer modelos que garanticen seguridad en la operación y mantenimiento.

vincule con la PAT de protección y con los fierros con continuidad de las estructuras (ver designaciones en la RIEI).



Los equipos y dispositivos instalados deberán estar identificados con inscripciones que precisen la función a la que están destinados. Por razones de seguridad los dispositivos se instalarán en forma vertical y alimentados por sus bornes superiores. De no ser posible se colocaran carteles de advertencia y se deberá indicar cuáles son los bornes de alimentación en montaje horizontal y vertical con acometida inferior.

Podrán ser proyectados para montaje sobre el piso, sobre pared o para embutir. Las partes conductoras accesibles (masas) serán puestas a tierra.

En general, se denominan tableros a los gabinetes o cajas que contienen dispositivos de maniobra y protección con envoltentes metálicas o plásticas. En algunos casos los gabinetes no contienen protecciones y se entiende que por ello no se deben denominar tableros.

El material plástico además de rigidez mecánica presenta características de no inflamabilidad, no higroscópicos y adecuadamente dieléctricos, por lo que se utilizan cada vez más en este tipo de instalaciones. En tableros TS es habitual instalar los modelos plásticos con tapa y contratapa, de

## TECNOLOGÍA SUPERINMUNIZADA EN INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

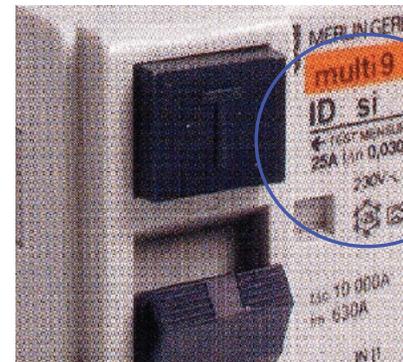
Más adelante se darán ejemplos de aplicación circuitos donde se requieran interruptores diferenciales "inmunizados".

Tecnología de interruptores diferenciales superinmunizados de la Marca Merlin Gerin



ID bipolar

ID tetrapolar

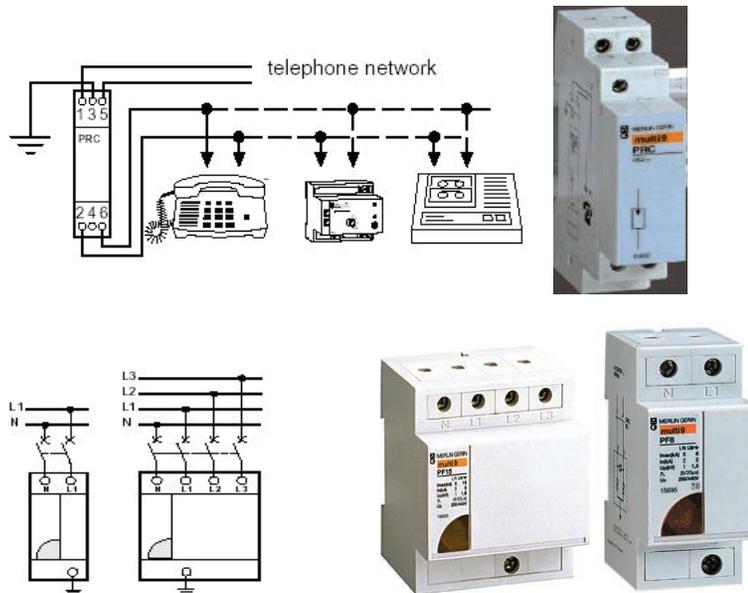


La indicación Si significa en el fabricante Merlin Gerin un interruptor diferencial denominado super inmunizado

### Protecciones contra sobretensiones de origen atmosférico:

Es conocido que los equipos con **componentes electrónicos** deben ser protegidos ante sobretensiones que por diversas causas provienen de la red externa. Estos protectores se ubican **en serie y anteriores** a los equipos a proteger y deben derivar a tierra en forma eficiente las sobretensiones. El proyectista debe elegir dispositivos de calidad y eficiencia y establecer un diseño adecuado de ubicación y PAT.

Soluciones del fabricante Merlin Gerin, con dispositivos fabricados y ensayados según Norma IEC 61343-1.



### Funcionamiento del Contactor

Su importancia en las instalaciones eléctricas radica en que es un elemento que conecta una potencia por medio de un sistema independiente (bobina de mando).

Es decir que pueden o no existir vinculaciones eléctricas entre la red de alimentación y la red de comando.

Este dispositivo está preparado para numerosas cantidades de maniobras de potencia lo que lo hace imprescindible para mandos reiterados de motores y para operaciones que se pueden hacer a distancia o con sistemas donde la tensión de comando puede cumplir requerimientos de seguridad de baja tensión, corriente continua, etc.

### Forma constructiva de los tableros

Todo tablero eléctrico deberá llevar en su frente el logotipo, marcado en forma indeleble, la prevención de la existencia de riesgo de choque eléctrico mediante una leyenda de tipo "TABLERO ELÉCTRICO PRINCIPAL" o "TABLERO ELÉCTRICO SECCIONAL"; en caracteres de fácil lectura.

Las partes constitutivas podrán ser metálicas o de materiales sintéticos que tengan además de la rigidez mecánica, las características y propiedades adecuadas al ambiente del proyecto. Para viviendas, oficinas y locales el grado de protección mínimo será IP41. No tendrá partes con tensión accesibles desde el exterior, aún con la puerta abierta. El acceso a las partes con tensión será posible sólo luego de la remoción de tapas o cubiertas mediante el uso de herramientas. Las borneras de conexión deberán estar ubicadas a una altura mínima de 0.2 m., medida desde su parte inferior con respecto al nivel de piso terminado para evitar la acción de la humedad o el agua eventual en el piso. Las partes no deberán superar las temperaturas establecidas en la Norma IRAM 2186.

Los tableros plásticos para uso doméstico se dimensionarán de manera tal de no provocar elevaciones térmicas inadmisibles mediante un diseño que garantice no superar la corriente nominal indicada por el fabricante o verificar que el valor nominal del dispositivo de cabecera sea menor o igual que el valor nominal asignado por el fabricante del tablero. En tal caso deben responder a la Norma IEC 60439-3 en caso contrario se deberá efectuar el cálculo térmico detallado en 771.H.3 de la RIEI.

Los que tengan más de tres circuitos de salida deberán contar con un juego de barras que permita efectuar el conexionado o remoción de cada uno de los dispositivos y sin interferir con los restantes.

Las partes aislantes componentes, los peines de conexión y bornes de distribución deberán responder al ensayo de hilo incandescente (950 °C), según Norma IEC 60695, y tener una rigidez mínima de 2,5 kV entre fases o entre fase y neutro, según Norma IEC 60664.

Las barras deben proyectarse para una corriente nominal no menor que la de alimentación del tablero y para un valor de corriente de cortocircuito no menor que el valor eficaz de la corriente de falla máxima en el lugar de la instalación.

Para las barras dispuestas en forma horizontal su ubicación será N, L1, L2, L3, mirando desde el lugar de acceso a elementos bajo tensión o de arriba hacia abajo, mientras que para las ejecuciones verticales será de izquierda a derecha, mirando desde el frente del tablero.

Las barras de los tableros estarán identificadas según código de colores normalizado. No podrán instalarse otros conductores que los específicos a los circuitos del tablero y no se podrá usar los tableros como caja de paso o empalme de otros circuitos. Dispondrán de placas, barras o borneras identificadas y con la cantidad suficiente de bornes adecuados al número de circuitos de salida y de PAT de protección.

Para tableros de hasta tres circuitos de salida, se admitirán las interconexiones realizadas con conductores aislados.

Se deberá asegurar la conexión del PE a todas sus masas y las partes metálicas no activas. Para los diversos tableros seccionales de un edificio se debe establecer un sistema equipotencial que los

## Condiciones y ubicación de los tableros

Se instalarán en lugares secos, ambiente normal, de fácil acceso y alejados de otras instalaciones, tales como las de agua, gas, teléfono, etc.

Cuando sean operados por personas BA1 (tableros de corriente de alimentación máxima 250 A), delante de la superficie frontal habrá un espacio libre no menor a 0,9 m. para facilitar la realización de trabajos y operaciones.

El recinto donde se ubicarán los tableros deberá disponer de iluminación artificial adecuada para operar los dispositivos de maniobra en forma segura y efectiva y leer los instrumentos con facilidad.

Las dimensiones mínimas del local y el número mínimo de salidas estarán de acuerdo con lo indicado en la RIEI. No existirán desniveles en su piso y el proyecto en cuanto a alturas debe cumplir la Norma y el código de edificación correspondiente.

El nivel de iluminación mínima en el local será de 200 lx, medido a un metro de nivel del piso, sobre el frente del tablero. Es conveniente disponer de iluminación de emergencia autónoma.

La puerta del local deberá abrir hacia afuera del mismo, sin impedimento alguno desde el interior, y poseer la identificación en caracteres de fácil lectura. Estará construida con material de una resistencia al fuego similar a las paredes del local según clasificación del Decreto PEN 351/79 Reglamentario de la Ley Nacional N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo (Capítulo 18 "Protección contra incendio") y poseerá doble contacto y cierre automático.

### Tipos de tableros

La elección de los aparatos de maniobra y protección de los TP y TS son de responsabilidad del proyectista.

#### Instalación y tipos de TP

Se ubicarán dentro de la propiedad a una distancia que en general se indica no superior a los 2 m de la caja de medidor.

En caso de imposibilidad de respetar la distancia mencionada, la ubicación resultará del acuerdo entre proyectista, propietario y empresa de distribución.

Dada la imposibilidad de detectar eficientemente potenciales peligrosos originados por fallas a tierra es generalizada la tendencia en establecer TP de Clase II, es decir construidos con material sintético aislante al igual que la canalización de la línea principal.

Si se instalan a la intemperie, el grado mínimo de protección no debe ser inferior a IP 54.

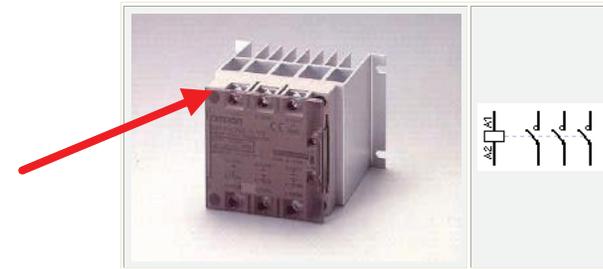
#### Instalación y tipos de TS

En general, son accionados por personas que no conocen los riesgos de la electricidad (BA1)

Se ubicarán en lugares de fácil localización dentro de la vivienda, oficina o local con buen nivel de iluminación y a una altura que facilite el accionamiento de los elementos de maniobra y protección.

No se instalarán en los cuartos de baño.

Es un elemento de comando, por lo tanto debe ser protegido a las sobrecargas y cortocircuitos de modo que no opere en condiciones que puedan deteriorar sus contactos de potencia.



Al aplicar tensión a la bobina crea un campo magnético que se cierra a través del núcleo de chapa magnética. El flujo da lugar a un par electromagnético, superior al par resistente (de los muelles). El par originado atrae la armadura móvil (martillo) con lo que cierra el circuito magnético, y, a la vez, acciona los contactos principales y auxiliares.

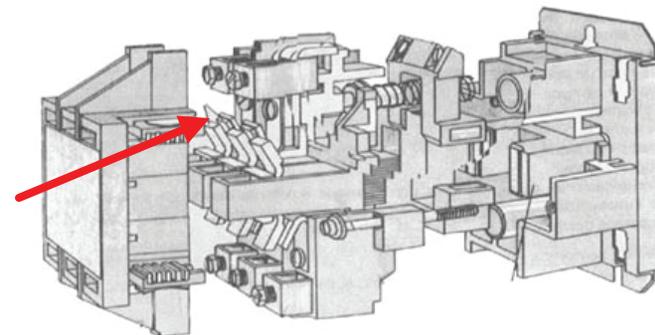
Al abrir el circuito de alimentación de la bobina, los muelles antagonistas vuelven la parte móvil a la posición de reposo.

Es un aparato que establece o interrumpe una corriente eléctrica por medio de contactos accionados por un electroimán.

NO HAY VINCULACIÓN ENTRE EL CIRCUITO DE MANDO Y EL PRINCIPAL.

Su principal aplicación es efectuar las maniobras de apertura y cierre de circuitos relacionados con instalaciones de motores, pero no existen limitaciones para otros usos.

### Aspectos Constructivos



Las partes constituyentes son:

**Soporte.** Sobre el que se fijan los órganos del contactor.

**Electroimán.** Formado por un circuito magnético y una bobina.

**Contactos principales.** Elementos que aseguran el establecimiento y corte de las corrientes de potencia o principales, realizándose la maniobra simultánea en todas las vías.

**Contactos auxiliares.** Son los elementos que forman parte del circuito auxiliar del contactor y realizan las funciones de señalización, enclavamiento, autoalimentación, etc.

#### Algunas aplicaciones

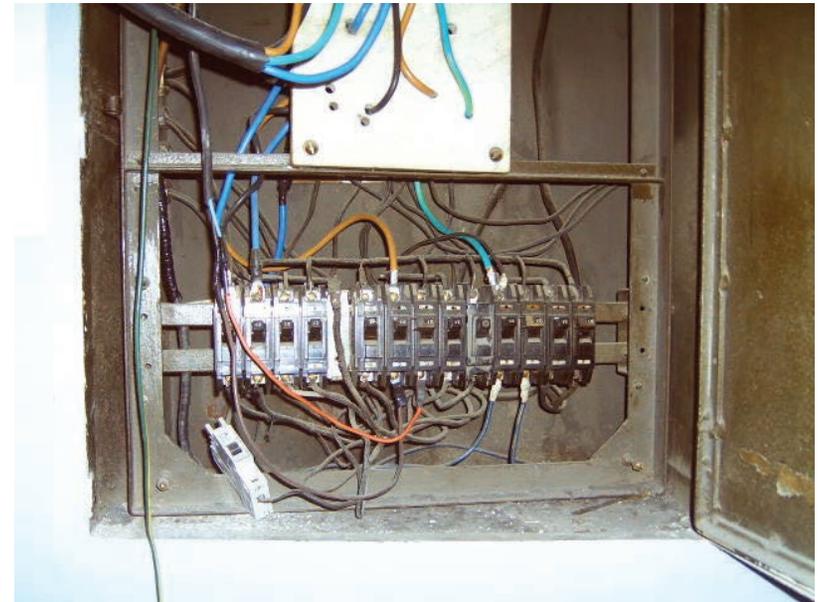
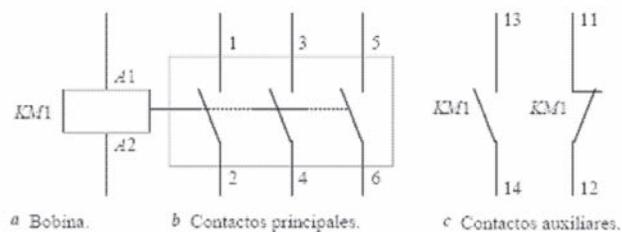
- Arranque y parada de motores.
- Arranque con mando por impulsos.
- Arranques secuenciales y condicionados por el estado de otros motores.
- Comando de sistemas de alumbrado por medio de automatismos, temporizaciones o fotocélulas.

#### Ventajas en utilizar contactores

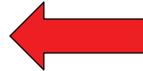
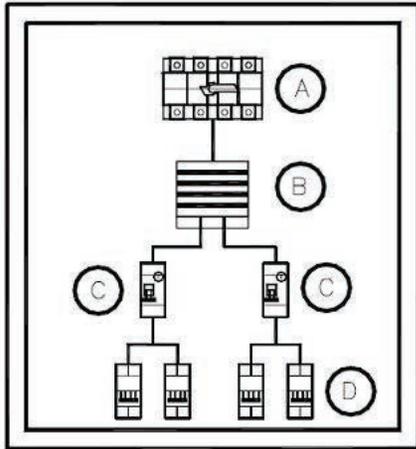
1. Ahorro de tiempo al realizar maniobras reiteradas.
2. Seguridad del personal.
3. Poder controlar un motor desde diferentes puntos.
4. Automatización del arranque de un motor.

#### Esquemas de comando de bobinas

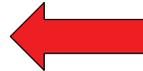
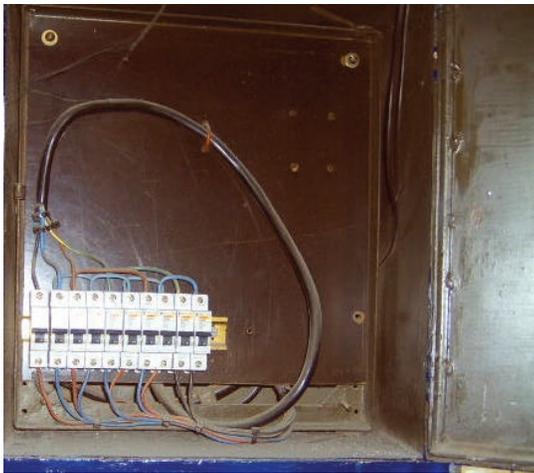
Dispone de contactos principales y diversas configuraciones de contactos auxiliares para proyectar el sistema de comando.



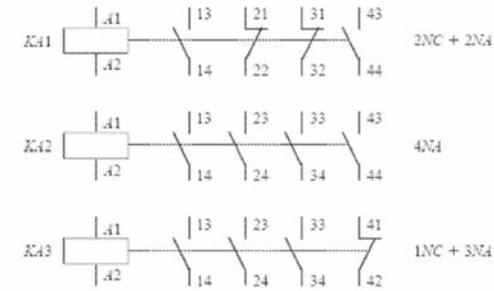
- A: interruptor-seccionador de cabecera;
- B: bornera o juego de barras;
- C: interruptor diferencial;
- D: dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos (interruptor automático)



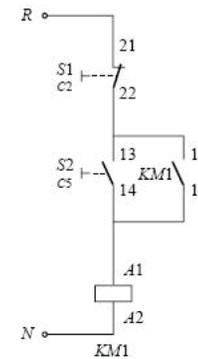
**Tablero normalizado**



- Peligros:**
- Termomagneticas unipolares (el neutro no es cortado)
  - No dispone de contratapa para personal BA1.



- a) **Marcha:** cuando se pulsa S2, se activa la bobina del contactor KM1, cerrándose el contacto auxiliar 13-14. Cuando se deja de pulsar S2, el contactor sigue activado.  
**Paro:** Cuando se pulsa S1, se elimina la tensión aplicada a la bobina del KM1.
- b) **Marcha:** se coloca el conmutador S1 en la posición 1.  
**Paro:** Se coloca el conmutador S1 en la posición 2.



**Régimen de carga**

Para la selección de un contactor es importante conocer el régimen de carga que comandará.

Categoría de servicio	Aplicaciones
AC1	Cargas puramente resistivas para calefacción eléctrica, ...
AC2	Motores asíncronos para mezcladoras, centrifugadoras, ...
AC3	Motores asíncronos para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores, ...
AC4	Motores asíncronos para grúas, ascensores, ...

**Resumen de posibles fallas e interpretaciones.**

Avería	Causas	Reparación
El contactor no funciona.	Tensión insuficiente en la bobina.	Localizar la disminución de tensión. Revisar el circuito.
El contactor hace ruido.	Superficies de atracción (armadura + núcleo) desgastadas.	Cambiar la armadura y el núcleo del contactor.
Los contactos se calientan demasiado.	Sobrecarga prolongada.	Comprobar que el contactor elegido es el adecuado.
Desgaste prematuro de los contactos.	Aperturas con corriente excesiva.	Sustituir el contactor por uno de mayor calibre.
Débil presión de los contactos.	Tensión de alimentación baja por debajo del 85%.	Localizar la disminución de tensión. Revisar el circuito.
Soldadura de los contactos.	Accionamiento excesivamente elevado. Elevado número de maniobras.	Sustituir el contactor por otro más adecuado a su categoría de servicio.
Rotura de la bobina.	La bobina no estaba bien sujeta a la armadura.	Cambiar la bobina, sujetándola correctamente.
Desgaste o rotura de alguna parte del contactor.	Funcionamiento incorrecto motivado por una sobretensión, bobina inadecuada, etc.	Sustituir la parte averiada y localizar la fuente de la avería. Si no se localiza, comprobar el contactor.

## TABLEROS ELÉCTRICOS

Contienen los dispositivos de conexión, maniobra, protección, etc, con sus cubiertas y soportes.

Designaciones por ubicación

Caja de medidor (no se considera un tablero pero forma parte de la acometida). Contiene el medidor de energía.

Tablero principal (TP): recibe la línea principal, contiene la protección principal y deriva los circuitos seccionales.

Tablero de medidores (a veces denominados gabinetes): recibe la alimentación y contiene los medidores de energía, y los circuitos seccionales. Contiene dispositivos de maniobra y protección de circuitos seccionales.

Tablero seccional (TS): recibe el circuito seccional y deriva circuitos seccionales y/o circuitos terminales.

El TP y el primer TS pueden coincidir.

Esquema de tablero principal de tipo industrial

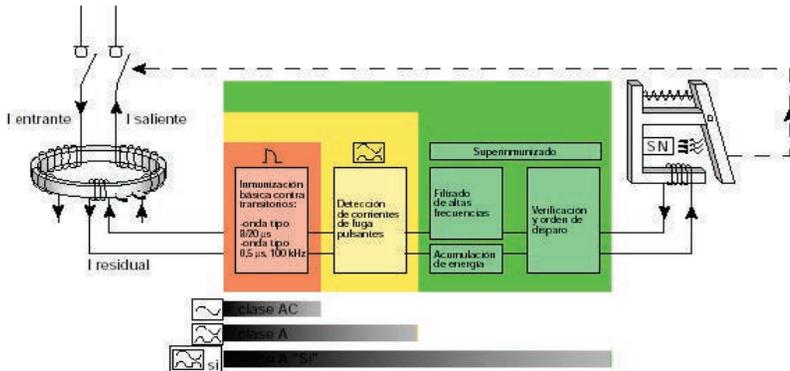


**Tablero peligroso:**

- Contactos directos
- No se puede hacer corte simultáneo (los fusibles pueden originar faltas de fase y daños en motores).

# Tecnología Superinmunizada una tecnología evolucionada

La tecnología "Si" esta basada en el mismo principio de funcionamiento que la tecnología standard, pero esta especialmente diseñada para resistir las perturbaciones cada vez mas frecuentes, en las instalaciones de baja tensión.



La gama **Multi 9 Superinmunizada** es de clase A, lo que permite detectar tanto defectos de corriente alterna, como defectos de corriente rectificada pulsante con o sin componente continua. Su innovación mas característica se basa en la incorporación de dos bloques electrónicos especiales, que mejoran enormemente su comportamiento:

### Filtro de altas frecuencias

Las corrientes de alta frecuencia, de varios kHz, son generadas y enviadas a tierra por los filtros de algunos receptores, como balastos electrónicos para iluminación y variadores de velocidad, entre otras cosas. Si la cantidad de receptores de este tipo es importante, se pueden producir tanto disparos intempestivos como el bloqueo del diferencial. Este bloque filtra las altas frecuencias, evitando que afecten al diferencial.

### Circuito acumulación de energía

Este bloque garantiza la continuidad de servicio en caso de producirse sobretensiones transitorias por conexión o desconexión de circuitos en la red eléctrica o por descargas atmosféricas. Además, incrementa enormemente las prestaciones de los dispositivos clase AC y A estándar; por ejemplo, un diferencial de 30 mA instantáneo clase AC resiste picos de hasta 250A y el mismo diferencial versión superinmunizada resiste picos de hasta 3000A según onda de choque de tipo 8/20µs.

## SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### Protección de las personas y animales domésticos contra contactos eléctricos

Permiten desconectar la instalación ante contactos directos con partes normalmente activas de la instalación sin que los dispositivos conectados a ella hayan fallado; o desconectarla ante contactos indirectos con masas metálicas accesibles puestas en tensión accidentalmente a consecuencia de una falla de aislación.

Toda instalación o equipo eléctrico debe ser objeto de medidas de protección contra contactos directos e indirectos.

Protección simultánea contra los contactos directos e indirectos por MBTS

La protección simultánea contra contactos directos e indirectos también se puede lograr mediante el uso de circuitos de MBTS.

La protección contra los choques eléctricos por medio de la MBTS se considera asegurada tanto contra los contactos directos como contra los contactos indirectos cuando:

La tensión nominal no debe ser superior a 24 V para ambientes secos, húmedos y mojados y de 12 V para lugares en donde el cuerpo pueda estar sumergido.

La fuente de alimentación debe tener un transformador de seguridad que cumpla con los requisitos de fabricación y ensayos establecidos en la Norma IEC 61558-2-6, definido con separación de sus circuitos y destinado a alimentar circuitos con muy baja tensión que debe cumplir con:

Tener una tensión de salida igual o inferior a 24 V.

Tener separación de protección entre los circuitos primario y secundario (no se admiten los auto-transformadores), por medio de:

Doble aislación (Clase II).

Aislación principal y una protección por pantalla que se logra por la separación de circuitos eléctricos de partes activas peligrosas por una pantalla conductora de protección que al igual que el núcleo debe estar eléctricamente vinculada a la red equipotencial de tierra.

Los circuitos secundarios de MBTS no deben ser conectados a tierra, ni a partes activas o conductores de protección pertenecientes a otros circuitos.

Los conductores de MBTS estarán separados de cualquier otro circuito.

Si esto no fuera posible se considerarán al menos una de las siguientes condiciones:

Adicionalmente a su aislación principal, los conductores de los circuitos de MBTS tendrán vaina no metálica (Por ejemplo cables Norma IRAM 2178 e IRAM 62266).

Los conductores de los circuitos con tensiones diferentes estarán separados por una pantalla metálica conectada a tierra.

Un cable multipolar o un agrupamiento de cables unipolares pueden contener circuitos de tensiones diferentes, siempre que los conductores de los circuitos de MBTS estén aislados individualmente o en conjunto para la tensión más elevada del circuito.

Las fichas y tomacorrientes empleados en MBTS no deben permitir su acoplamiento cuando pertenezcan a tensiones diferentes y responderán a Normas IRAM – IEC 60309.

Las fichas y tomacorrientes empleados en MBTS no deben ir provistas de contacto de protección (no deben permitir la conexión de un conductor de protección).

Las masas de los equipos eléctricos conectados a los circuitos MBTS, no deben estar conectadas a tierra, ni a conductores PE o masas de otros circuitos.

### Protección contra los contactos directos

La protección contra los contactos directos se debe asegurar por medio de:

- Aislaciones
- Barreras o envolturas
- Obstáculos
- Protección por dispositivos a corriente diferencial (de fuga)

Todo circuito (IUG, IUE, TUG, etc.) deberá estar protegido por un interruptor diferencial de corriente diferencial de 30 mA, de actuación instantánea según Norma IRAM 2301 ó Norma IEC 61008, o Norma IEC 61009 (interruptores automáticos a corriente diferencial con protección termomagnética incorporada).

El empleo de interruptores diferenciales de corriente diferencial de valor inferior de 30 mA es reconocida internacionalmente como medida eficaz y terminante de protección contra los contactos directos accidentales. Estos contactos son producidos por falla de protección contra contactos directos o imprudencias que, según indica la estadística, estarían motivadas en el desconocimiento de los riesgos de la electricidad.

La utilización de estos dispositivos no está reconocida como medida de protección completa contra contactos directos y, por lo tanto no exime al proyectista en establecer el empleo del resto de las medidas de seguridad enunciadas por la RIEI.

### Canalizaciones y dispositivos de doble aislación (Clase II)

La experiencia indica la necesidad de evitar tensiones peligrosas sobre las partes accesibles de los materiales, equipos y componentes eléctricos.

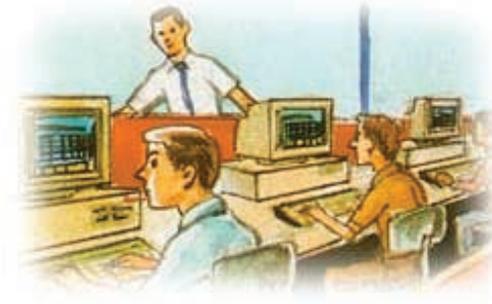
En el material Clase II la protección contra contactos indirectos se obtiene con la aislación principal de cables y la suplementaria de canalizaciones o conductos. Por ejemplo, la utilización de una cañería aislada (Clase II) para contener un circuito seccional.

Protección contra los contactos indirectos por corte automático de la alimentación

Permite la eliminación de la falla antes que pueda producirse un efecto fisiológico peligroso sobre una persona por una tensión de contacto (Norma IRAM 2371 ó Norma IEC 60479).

Los interruptores diferenciales también evitan la generación de incendios ante una corriente de fuga a tierra.

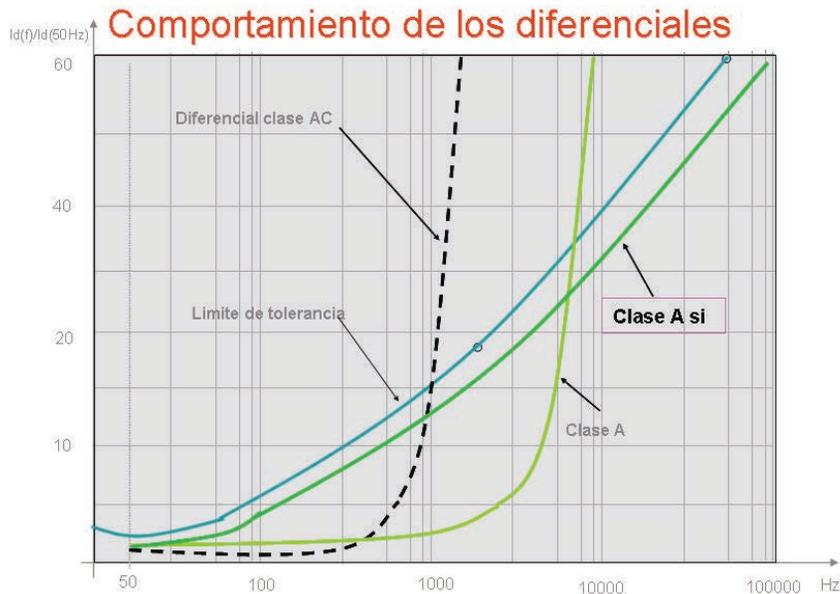
En estos casos, las fugas aumentadas dependen del tipo de lámpara y en el caso de tubos del tipo de balastos la relación es de 1 a 2.5 mA. Es decir que si un interruptor diferencial común permite hasta 20 luminarias de este tipo; con el interruptor diferencial superinmunizado se podrán conectar hasta 50 luminarias sin problemas de desconexión intempestiva.



La tecnología de los interruptores diferenciales superinmunizados de Merlin Gerin:

de 30 mA (accionamiento de 15 a 30 mA) en forma errónea por la sumatoria de las fugas naturales a tierra.

La tecnología moderna nos ofrece interruptores diferenciales “Superinmunizados” que interpretan por medio de sistemas internos las fugas de alta frecuencia y las discriminan respecto a las fugas de 50 Hz de fallas reales a tierra, valiéndose de la propiedad que el cuerpo humano soporta más corriente a mayor frecuencia.



En la figura se observa que el límite de tolerancia del ser humano aumenta con la frecuencia, de modo que esta condición nos permite diseñar interruptores diferenciales de tipo “A si” como los indicados que siguen con más precisión las condiciones de tolerancia del ser humano ante las corrientes de mayores frecuencias que la fundamental. Estos modelos de interruptores diferenciales denominados superinmunizados por Merlin Gerin extienden su actuación (curva clase A) hasta el orden de 10.000 Hz cuando el interruptor diferencial convencional (Clase AC) queda “cegado” con corrientes de frecuencias mayores al orden de 1000 Hz.

En los modelos Merlin Gerin ID y Bloques “Superinmunizados” de 30 mA bipolares el fabricante garantiza que se pueden instalar hasta 12 PC’s bajo un único interruptor diferencial “Superinmunizado”.

Este tipo de interruptor diferencial también es ventajoso para las luminarias de bajo consumo o tubos fluorescentes con balastos electrónicos donde también se producen fugas a tierra normales aumentadas por las cantidades de equipos.

Se debe garantizar la vigilancia de fallas a tierra en viviendas, oficinas y locales por la presencia de personas con capacidad BA1 ó BA2:

Para locales con la presencia de personal con capacidad BA4 ó BA5 y ante reparaciones se debe garantizar que el sistema de seguridad mantenga sus características de proyecto.

### Seguridad ofrecida por las envolturas del equipo

La Norma IRAM 2444 especifica la aptitud de las envolturas de equipos eléctricos para bloquear la penetración de sólidos, líquidos, o su aptitud para resistir daños mecánicos producidos por impactos.

Las condiciones para las envolturas se establecen mediante un código de 3 cifras.

$$IP X_1, X_2, X_3$$

La primera cifra ( $X_1$ ) indica la aptitud de la envoltura para bloquear la penetración de sólidos (según IRAM 2444 con un “dedo” de prueba de 80 mm de longitud).

La segunda cifra ( $X_2$ ) indica la aptitud de la envoltura como protección contra ingreso de líquidos o humedad.

La tercera cifra ( $X_3$ ) indica la aptitud de la envoltura para resistir daños mecánicos por impactos.

Lo que la Norma IRAM 2444 indica se encuentra actualmente modificado y mejor definido en dos normas internacionales IEC 60529 para grados de protección IP.

Las cifras tienen un número del siguiente significado:

	1° CIFRA CARACTERÍSTICA	2° CIFRA CARACTERÍSTICA	LETRA ADICIONAL
	Protección del material contra la penetración de cuerpos sólidos extraños	Protección de las personas contra el acceso a las partes activas peligrosas	Protección de las personas contra el acceso a las partes activas peligrosas con:
0	(no protegido)	(no protegido)	A Dorso de la mano
1	De $\varnothing > a 50$ mm	Dorso de la mano.	B Dedo
2	De $\varnothing > a 12$ mm	Dedo.	C Herramienta $\varnothing 2,5$ mm
3	De $\varnothing > a 2,5$ mm	Herramienta $\varnothing 2,5$ mm.	
4	De $\varnothing > 1$ mm	Hilo $\varnothing 1$ mm.	D Hilo $\varnothing 1$ mm
5	Protegido contra polvo	Hilo $\varnothing 1$ mm.	
6	Estanto al polvo.	Hilo $\varnothing 1$ mm.	
7		Inmersión temporal	
8		Inmersión prolongada	

### Ejemplo de aplicación:

En cuartos de baño, la RIEI establece que en la denominada “zona de protección” sólo se instalarán artefactos eléctricos de conexión fija, de clase II, y de grado IP44. Esta indicación en la práctica consiste en elegir artefactos de cubiertas exteriores sintéticas y sellados con burlete.

**Seguridad ofrecida por la Clase de aislación del equipo.**

Clase de un equipo

En figura más adelante se indican las formas “genéricas” de conectar a tierra las masas o partes metálicas.

CLASE	CARACTERÍSTICA
0. Sin protección	Peligro total ante falla de la aislación básica hacia la superficie externa metálica.
I. Puesta a tierra de la masa	El peligro esta relacionado con la actuación segura de la protección asociada al sistema PAT de protección (interruptor diferencial obligatorio en tablero seccional).
II. Aislación doble	Sin peligro de contacto hacia el usuario.
III. Seguridad intrínseca por utilizar fuente de MBTS	Sin peligro aun ante contactos.

Equipo de Clase 0:

Significa una protección contra shock eléctrico sólo basada en una aislación básica y no se conectan las masas o partes metálicas a tierra o a un conductor de protección.

Este tipo de equipo no esta permitido en los alcances de la Normativas y Regulaciones argentinas.

Equipo de Clase I:

Significa una protección contra shock eléctrico basada en su aislación básica y se conectan las masas o partes metálicas a tierra por medio de un conductor de protección incorporado al cable y ficha de conexión del equipo.

La RIEI indica, además de la PAT de protección de estos equipos; el uso obligatorio del interruptor diferencial (desconexión automática de la alimentación).

Equipo de Clase 0-I:

Si a un equipo de Clase I, por desconocimiento de la seguridad que establece la continuidad de la PAT de protección por ficha normalizada de conexión (2P +T), se le interrumpe su PAT de protección mediante el uso de un “adaptador” de los prohibidos para “adaptarse” a un tomacorriente sin toma de tierra (ya prohibido), el equipo pasa a ser de Clase 0-I (IRAM 2092 Parte 1, IEC 60335 Parte 1 Párrafo 2.4.6.). Esta practica está totalmente prohibida pues no responde a las normas de seguridad eléctrica, ni de productos ni de instalaciones establecidas por la RIEI.

También están comprendidos en Clase 0-I los antiguos electrodomésticos como heladeras, lavarropas, etc. Estos tienen en su parte metálica una conexión para un cable de de protección de modo que esa conexión no está integrada a la ficha de conexión de tensión del equipo.

Equipo de Clase II:

Significa una protección contra shock eléctrico basada en su aislación básica más una suplementaria exterior (doble aislación). Este diseño ofrece una total seguridad y por lo tanto no son necesarias las

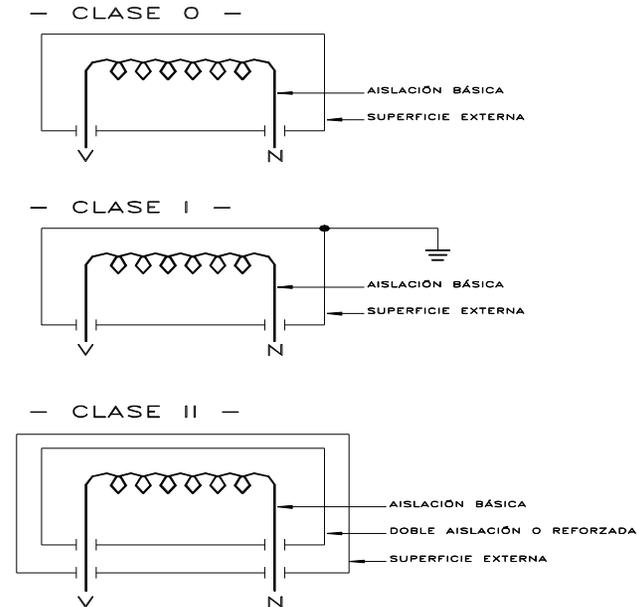
conexiones a tierra de las masas o partes metálicas internas. Por ejemplo, el uso de artefactos de iluminación en Clase II, utilizados en la “zona de protección” de baños.

Equipo de Clase III:

Significa una protección de seguridad total basada en alimentar el equipo con una fuente de MBTS (< 24 V).

Los esquemas que siguen muestran la forma genérica en los diseños de los equipo de cada Clase.

La conexión de Clase I para la fase, neutro y PAT de protección debe ser realizada en forma conjunta mediante la ficha Norma IRAM correspondiente.

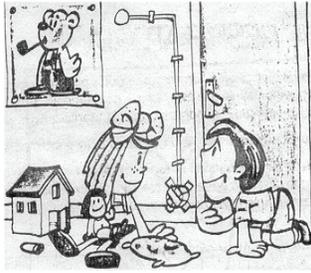


Equipos especiales de Clase II

Ejemplo: los equipos de computación a veces fabricados con envoltura de Clase II (superficie externa de material aislante). Si se observa su ficha de conexión se notará frecuentemente que se indica su conexión correspondiente de fase, de neutro y de PAT de protección.

Se debe respetar la conexión de la ficha de origen, pues estos equipos tienen filtros y protecciones internas que deben estar conectadas a tierra. Por ese motivo se indica la PAT de protección del equipo, a pesar que es de Clase II.

Estos filtros y las fuentes tipo “Switching” de las computadoras generan fugas a tierra en funcionamiento normal del equipo del orden de 2 mA. Por lo tanto en una instalación donde haya que conectar más de 6 PC’s no es posible garantizar que no actúe el interruptor diferencial estándar



A los aparatos electrodomésticos que lleven el símbolo de doble aislamiento en su chapa de características, se les debe considerar como no peligrosos en este sentido (salvo en caso de que se mojen).

Para evitar estos accidentes debemos seguir las siguientes normas de prevención:

- No conectar aparatos que se hayan mojado.
- Procurar no usar ni tocar aparatos eléctricos estando descalzos aún cuando el piso esté seco.
- No tener estufa eléctrica, tomas de corriente ni otros aparatos eléctricos en el baño al alcance de las manos.
- Usar tomacorrientes con bloqueo mecánico a objetos que no sean la ficha normalizada de inserción.
- Ante cualquier reparación o manipulación de la instalación desconectar las protecciones del tablero general o interruptor y comprobar la ausencia de tensión.
- Debe asegurarse en toda instalación la existencia de un interruptor diferencial de 30 mA (0.03A) en el tablero seccional. Se comprobará su funcionamiento de forma periódica, pulsando “el botón de prueba” que lleva incorporado.
- Disponer de un conductor de puesta a tierra en todas las bases de los enchufes. Este conductor deberá llegar a las carcasas de todos los aparatos electrodomésticos que no lleven grabado el símbolo de doble aislamiento.
- Comprobar que las tuberías metálicas de agua (caliente y fría), desagüe de baño, fregadero, lavabo, etc. Estén conectados

### Primeros auxilios

En primer lugar se deberá cortar la corriente o por lo menos apartar al accidentado de la fuente de descarga, de la manera más rápida posible.

Para hacerlo, sin recibir a su vez corriente, la persona que intervenga debe estar aislada, ya sea pisando una alfombrita de goma, calzado de zapatillas o zapatos de taco y suela de goma o apartando el elemento de contacto del cuerpo de la persona accidentada por medio de un bastón de madera o de una tabla no humedecidos.

## CAUSAS DE CONTACTOS ELÉCTRICOS Y SEGURIDAD BRINDADA POR LA INSTALACIÓN.

Como causas de contactos eléctricos directos podemos mencionar:

### Accidental

La tensión no “se ve”, no se advirtió el peligro. Por ejemplo, un contacto directo en un tomacorriente.

### Intencional

La persona no conoce los peligros de la electricidad y establece un contacto directo (se introduce un elemento metálico en un tomacorriente).

Ejemplo: Niños (BA2) con tomacorriente a su alcance.

### La seguridad ante contactos se puede establecer mediante los siguientes criterios

Seguridad intrínseca

Cuando no hay riesgo de daños. Por ejemplo utilizando fuentes de MBTS, aislación galvánica, etc.

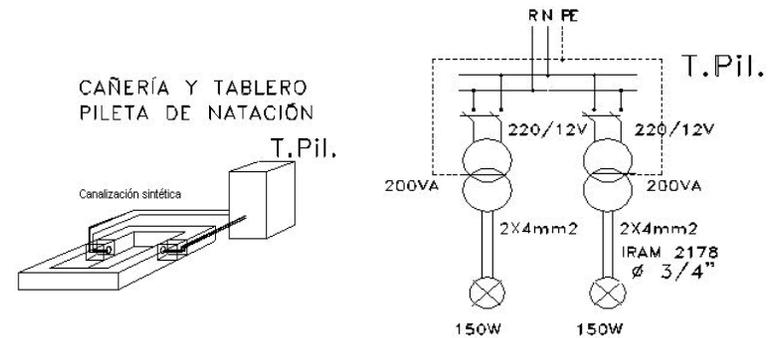
---

Ejemplo de utilización de fuente de M.B.T.S.

---

Iluminación de pileta de natación utilizando fuente de M.B.T.S (transformadores de aislación galvánica de 220 V/ 12 V) y cañería de material sintético.

En este ejemplo se muestra un sistema para alimentar dos luminarias de 150 W en 12 Vca., mediante un tablero denominado T.Pil.



**Nota importante:** El sistema reductor de 220 V a 12 V debe ser obligatoriamente mediante TRANSFORMADOR DE SEGURIDAD, “NO” DEBE INSTALARSE UN AUTOTRANSFORMADOR O SISTEMA ELECTRÓNICO REDUCTOR DE TENSIÓN O UN TRANSFORMADOR QUE NO CUMPLA LOS REQUISITOS DE SEGURIDAD ESTABLECIDOS EN LA RIEI PARA LA MBTS.

Los transformadores de seguridad se fabrican con:

- El bobinado primario y el secundario en columnas diferentes, de modo que la separación sea galvánica y por medio del núcleo con el núcleo conectado al sistema de PAT de protección.
- Los bobinados primario y secundario en la misma columna, pero con una pantalla metálica intermedia entre ellos que se vincula a la PAT de protección.

El transformador debe ser instalado sobre gabinete adecuado de forma de evitar ingreso de humedad o agua.

**El transformador debe cumplir los ensayos de calidad establecidos por la RIEI.**

Es una práctica peligrosa utilizar un autotransformador o un sistema reductor de tensión electrónico, o un transformador que no sea de seguridad según los modelos de fabricación explicados antes para este tipo de instalaciones. Esa práctica, si es realizada por el instalador, pone el peligro la seguridad de las personas.

Seguridad preventiva

Se intenta evitar que se produzca el contacto actuando sobre las **causas formales**. Por ejemplo, en los productos el grado IP de Norma IRAM 2444 o Norma IEC 60529.

Seguridad correctiva

Se actúa sobre la causa eficiente limitando sus consecuencias. Por ejemplo, el uso obligatorio de protección diferencial.

La RIEI indica la obligación de proyectar e instalar el dispositivo de protección diferencial residual, el que vinculado a una adecuada instalación de PAT de protección, realiza la desconexión automática de la alimentación cuando las tensiones son peligrosas (mayores a 24 V en ambiente seco o húmedo o mojado).

Para el contacto directo la utilización de interruptores diferenciales de máxima corriente diferencial de 30 mA.

**Seguridad preventiva para evitar contactos eléctricos peligrosos.**

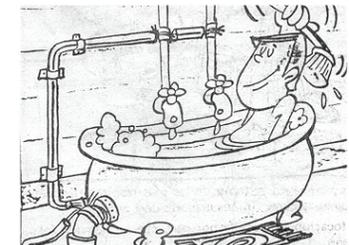
Como la mayoría de los equipos o dispositivos utilizados en instalaciones eléctricas tienen partes metálicas, ellas deben estar eficientemente puestas a tierra.

Se debe establecer un sistema de continuidad de PAT de protección entre todos los elementos y equipos instalados (caños, cajas, equipos, etc.), mediante un conductor aislado verde-amarillo (PE) de cobre de sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup>.



Hay que tener en cuenta que esta circunstancia de da en múltiples lugares del hogar:

- Cuartos del baño.
- Lavadero.
- Cocina.
- En cualquier lugar después de fregar el piso.



El contacto accidental de una persona con un objeto o aparato que esté en tensión puede producirse de dos formas distintas:

1. Cuando se tocan directamente elementos eléctricos que estén en tensión (contacto directo) por existir cables pelados, por conectar los aparatos mediante conductores por el extremo pelado (sin enchufe), al cambiar fusibles, tratar de reparar algún aparato sin haberlo desconectado, al introducir los niños alambres, tijeras en las bases de enchufes, por haber aparatos que carecen de tapas protectoras y por consiguiente tienen partes eléctricas accesibles.
2. Cuando se toca la carcasa de algún aparato electrodoméstico (contacto indirecto), que se ha puesto en tensión como consecuencia de una deficiencia de los aislamientos interiores.

Este riesgo lo presentan todos los aparatos electrodomésticos con contorno metálico:

- Heladera.
- Lavadora.
- Lavaplatos.
- Etc.

Reiterados informes de bomberos, han coincidido en señalar como causales de los incendios a las instalaciones eléctricas, pues son las que naturalmente originan los llamados procesos electrodinámicos o sea transforman la energía eléctrica en calor.

Cuando una instalación ha sido mal proyectada o ejecutada, se pueden producir cortocircuitos o recalentamiento de cables, imprevistos que originan incendios en inmuebles.

En cuanto a los accidentes llamados de electrocución, se puede consultar la fatídica crónica diaria, donde observamos que personas de edades extremas, niños y ancianos, y también amas de casa, reciben descargas eléctricas mortales cuando hace mas de 30 años que se han inventado y fabrican aparatos de protección que actúan instantáneamente salvando las vidas que tanto deseamos preservar.

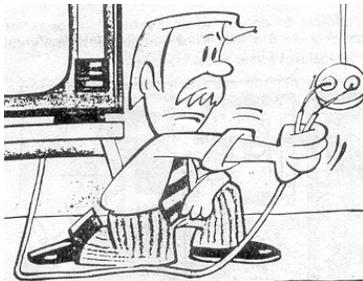
Resulta paradójico pensar que corrientes eléctricas mínimas que apenas podrían hacer brillar la luz de una bombilla, resulten mortales a los seres humanos. El corazón humano, ante el paso de una corriente eléctrica mayor a 30 mA, sufre un proceso llamado de fibrilación cardiaca que desorganiza sus fibras y origina en él, un proceso de parálisis mortal. No hay latidos que bombeen sangre a la circulación. También puede producirse quemaduras en el punto por el que se haya penetrado la corriente.

Los llamados protectores *diferenciales*, que se fabrican bajo las Normas IRAM, deberían ser de uso obligatorio para todas las nuevas viviendas y además instalarse en aquellos lugares de alto riesgo, tales como clínicas, sanatorios, guarderías, comercios, donde en general se manipulen artefactos y su relación ambiental origina todavía mayores riesgos por contactos húmedos o de ambientes polvorientos.

## Seguridad en el hogar

En las viviendas existen riesgos de electrocución para todas las personas que naturalmente utilizan la electricidad.

Una persona puede electrocutarse pues las tensiones existentes de 220 V que alimentan a los aparatos electrodomésticos son peligrosos es decir en caso de aplicarse accidentalmente a una persona puede producir desde el conocido calambre, hasta la muerte de la persona por paro cardíaco.



El peligro que entraña un contacto eléctrico se hace MUCHO MAYOR cuando la persona está en AMBIENTE MOJADO ó DESCALZA sobre el suelo.

Esta conexión a tierra de las masas metálicas que puedan quedar electrificadas es totalmente obligatoria y prioritaria respecto de las otras medidas de protección.

Explicación sobre la prioridad de la PAT de protección sobre todas las otras medidas:

- El lector se preguntará, ¿cuál es la razón de exigir una PAT de protección siendo obligatoria la instalación de una protección diferencial?

La pregunta es de suma importancia y se puede contestar con algunos ejemplos:

Si no existe la PAT de protección en una instalación y ante un contacto indirecto, **es la persona** la que hará actuar la protección diferencial; es decir se pierde la seguridad preventiva establecida por la RIEI para contactos indirectos.

Si no existe la PAT de protección en un TP (aguas arriba del TS) que contiene la protección diferencial de contactos indirectos de 300 mA, puede existir una falla “no despejada” que involucre una tensión mayor a 24 V que puede ser fuente de peligro al contacto indirecto con el agravante que la protección diferencial, en este caso es de 300 mA, no es apta para salvaguardar la vida humana.

Por lo mencionado anteriormente la instalación del sistema y conexiones equipotenciales de puesta tierra de protección de toda masa metálica factible de quedar electrificada por una falla de aislación es lo primero que se debe establecer y asegurar en toda instalación eléctrica. La equivocada concepción de diseñar o tener protección diferencial sin PAT de protección es inaceptable para lograr un diseño seguro de las instalaciones eléctricas.

### Ejemplos de peligro por contactos eléctricos.

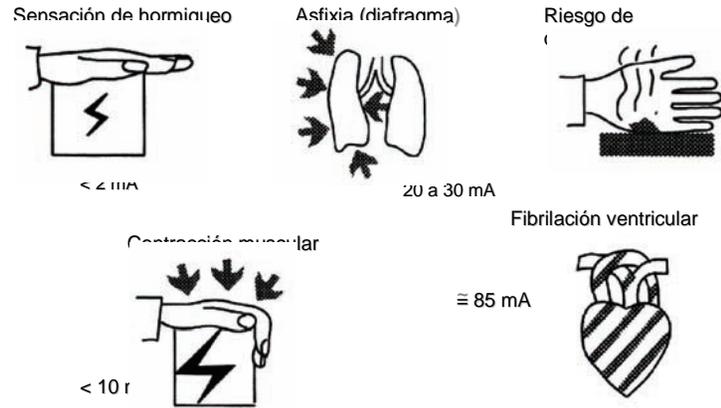
El sistema de distribución puede originar tensiones respecto a tierra y la posible circulación de corrientes a tierra por personas o instalaciones.

En las figuras que siguen se observan las corrientes peligrosas y algunos contactos indirectos (de mayor ocurrencia) donde:

- ♦ La masa metálica **no tiene** tensión respecto a tierra producida por una pérdida de aislación. La persona no recibe ninguna tensión de contacto ( $U_c = 0$ ).
- ♦ La masa metálica **tiene tensión** originada por una pérdida de aislación y la masa metálica **está aislada de tierra** (por ejemplo se desconectó la PAT, se puso un “adaptador” de tres /dos patas y se perdió la PAT de protección, etc.). La persona recibe la tensión de pérdida de aislación de hasta 220 V ( $U_c = U_o$ ) y esta situación esta totalmente prohibida pues es de alta peligrosidad.
- ♦ Existe una **tensión de pérdida de aislación** pero la masa metálica está vinculada a la PAT de protección (por medio de  $R_A$ ) según establece la RIEI y para asegurar que operen las protecciones de falla a tierra obligatorias. Es conocido que no se puede garantizar en una instalación con esquema TT la suficiente corriente que accione las protecciones de detección primaria (interruptores automáticos o fusibles); por lo que la RIEI indica como obligatorio establecer la protección diferencial que garantiza que la corriente a tierra será detectada y el correspondiente tramo de circuito desconectado antes que una persona tome contacto con una tensión peligrosa mayor a 24 V originada por una falla de aislación.

- ♦ Los riesgos de electrocución ya han sido estudiados por las Normas Internacionales y se relacionan con la corriente, con el tiempo de permanencia y con la parte del cuerpo afectada.

## Riesgo de electrocución



a tierra de las acometidas no son controlados ni exigidos por las empresas de distribución, lo que agrava la posibilidad planteada.

**Reflexión:** Si una tensión peligrosa se traslada desde la masa de la acometida a las masas de la instalación interna, la situación se vuelve peligrosa pues esa tensión no es detectada ni desconectada por la protección diferencial obligatoria instalada en el TS.

### Seguridad en el trabajo en instalaciones eléctricas

El ejecutor u operador de la instalación debe considerar a la instalación “bajo tensión” mientras no compruebe lo contrario mediante medios propios de verificación.

No se deben emplear elementos de material conductor (escaleras metálicas) y las herramientas deben estar aisladas a la tensión de utilización (verificar la conservación del medio aislante).

Emplear equipos de protección personal como guantes, protectores faciales, detectores de tensión, interruptores diferenciales en equipos portátiles, etc.

### Protección contra las sobretensiones transitorias (atmosféricas) desde el ambiente externo

Como consecuencia del continuo incremento de equipos y sistemas electrónicos en todos los sectores de la sociedad, se ha verificado un considerable aumento en los daños causados en las instalaciones eléctricas por sobretensiones transitorias y permanentes, debidas fundamentalmente a las descargas atmosféricas.

Las medidas de protección que deben considerarse al ejecutar los proyectos o incorporarse en las instalaciones existentes, se ajustarán a las prescripciones de las Normas IRAM 2184-1, IRAM 2184-1-1 básicamente en:

- Sistema externo o primario: conformado por captores, conductores de bajada y el sistema de puesta a tierra.
- Sistema interno o secundario: consiste en la equipotencialidad de todas las masas y en la instalación y coordinación de limitadores de sobretensión.

La eficiencia del conjunto de los sistemas de protección estará indicada por los organismos competentes o basándose en los mapas isocerámicos de la zona y en la frecuencia anual promedio de rayos directos.

### Peligros de la corriente eléctrica

El uso de la energía eléctrica ha mejorado en todo el mundo nuestra calidad de vida, pero es también justo reconocer que una fatídica estadística de accidentes personales e incendios, han obligado a establecer normas y reglamentaciones, que resguarden a nuestra sociedad de estos peligros. Ellas cubren la necesidad social de proteger a todas las personas, que a diario utilizan artefactos eléctricos de todo tipo.

## Seguridad por evitar el traslado de tensiones peligrosas

Traslado de tensiones peligrosas desde las masas de la acometida a las masas del inmueble.

La RIEI establece que el nivel de seguridad de la instalación interna del inmueble se debe garantizar mediante la PAT de protección equipotencial de la instalación interna (a partir del TS) y la obligatoriedad de la protección diferencial en TS.

Es decir que cualquier tensión peligrosa que origine corrientes a tierra por personas o bienes y que supere la corriente de accionamiento del interruptor diferencial (de 15 a 30 mA) debe ser cortada en el tiempo establecido por las Normas.

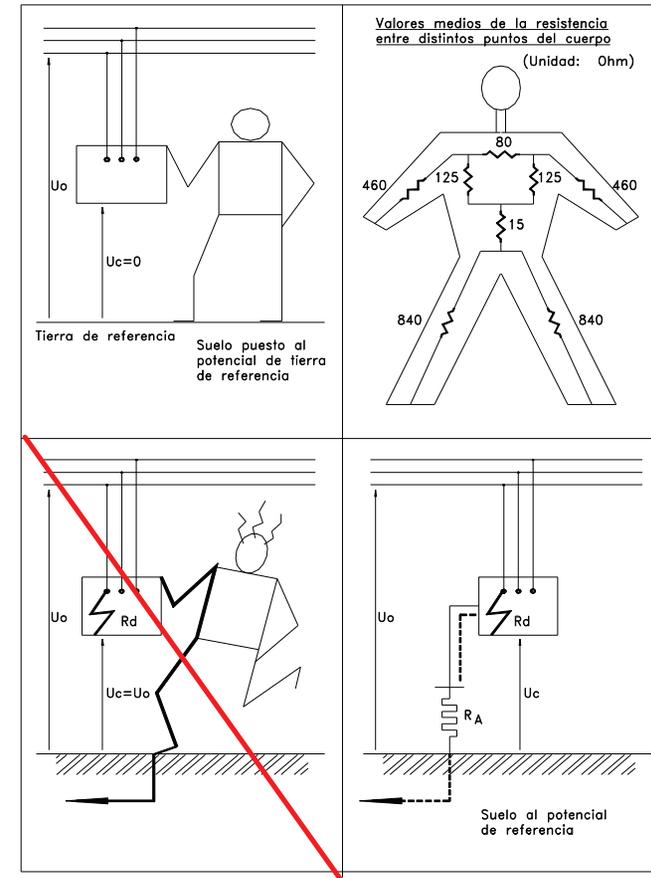
En general, los instaladores “interpretan” que la PAT de la acometida “es LA puesta a tierra” y así vinculan la instalación interna de la vivienda o local mediante el conductor PE a las partes metálicas de la acometida. Dicho de otro modo, interconectan las partes metálicas de la instalación interna de la vivienda con las partes metálicas de la acometida.

Esta concepción, que es generalizada sobre todo en las provincias donde no se alientan o aceptan acometidas con componentes “aislados”, trae como consecuencia el traslado de tensiones desde la acometida a las instalaciones internas realizado por las fallas a tierra “no desconectadas” en la acometida:



La tensión peligrosa proveniente de la falla a tierra (por ejemplo, en la caja metálica de un medidor de energía) puede trasladarse a las masas de la instalación interna dado que, como es sabido, una falla a tierra en la acometida no es cortada, pues las protecciones de la red de servicio no son ni es aconsejable que sean de tipo diferenciales para desconectar fallas a tierra.

Si bien la situación descrita puede ser interpretada como algo rebuscada, creo necesario reflexionar en el interés de alentar los sistemas “plásticos” en las acometidas como forma de mejorar la seguridad eléctrica. Esto, sobre todo, desde el punto de vista de reconocer que los valores de puesta



Protección diferencial. Relación corrientes / tiempos peligrosos para el ser humano.

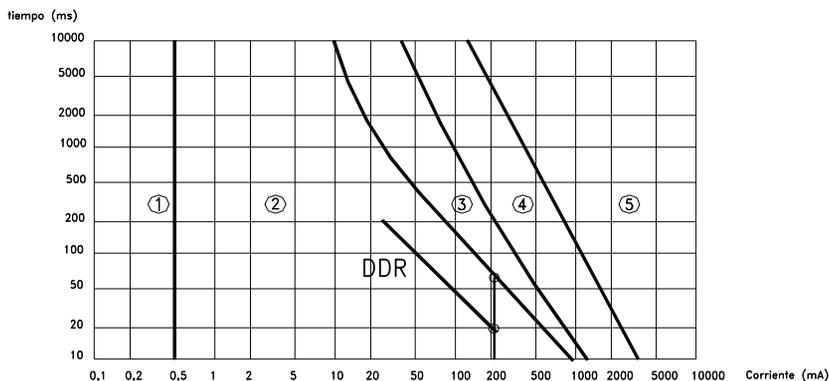
Afortunadamente se ha publicado y difundido las características excepcionales de esta protección, sólo considero importante destacar que:

- El efecto fisiológico de la acción de la corriente sobre el ser humano está relacionado con la intensidad de la corriente, con el tiempo de permanencia del contacto, con el valor de la tensión de contacto, con la frecuencia de la corriente (a más de 100 kHz la corriente no produce contracción muscular ni fibrilación cardíaca sólo produce quemaduras, acción que se utiliza en métodos quirúrgicos a través de la acción de los equipos denominados electrobisturi), y con la resistencia del trayecto de la corriente sobre el ser humano (valor variable de acuerdo a estado de la piel intermediaria del contacto). Es habitual que un contacto que permanezca en el tiempo

destruya la piel intermedia y por ello disminuya el valor de resistencia del contacto, originándose un aumento de la corriente de circulación que agrava el hecho.

- Los trayectos más peligrosos son los que involucran corazón o pulmones que inmovilizan al accidentado y lo ponen en riesgo de muerte si no es asistido.
- El interruptor diferencial debe actuar (disparo) con la energía brindada por la misma corriente de falla (toma la energía de actuación del propio transformador de corriente). Los dispositivos electrónicos **no operan** cuando la tensión “es baja” o falta una fase o el neutro del sistema y puede ocurrir un contacto eléctrico con una fase activa en la instalación sin operar el dispositivo electrónico. **Los diferenciales de tipo “electrónicos” están prohibidos en Argentina y el MERCOSUR para ambientes domiciliarios y comerciales con personal BA1, BA2 y BA3.**
- El interruptor diferencial bajo Norma de corriente diferencial de 30 mA puede operar entre 15 mA y 30 mA. Esta característica debe ser contemplada por el proyectista de la instalación pues existen equipos que originan pérdidas a tierra, que si bien son de pocos mA; si se acumulan pueden originar acciones intempestivas del interruptor diferencial. Esto se acentúa en las fugas a tierra capacitivas cuando existen las denominadas armónicas de corriente y tensión que generan los equipos informáticos, fuentes conmutadas, balastos electrónicos, etc.
- Los modernos interruptores diferenciales deben estar inmunizados a la acción de sobretensiones inducidas que puedan hacerlo accionar inútilmente.
- Los interruptores diferenciales tetrapolares se puede utilizar en instalaciones de 220 V. Desde el punto de vista de la seguridad, hay que verificar que el “botón de prueba” quede en la misma fase de utilización de 220 V.
- La Norma IEC 60479 indica la curvas de corriente-tiempo peligrosas al ser humano.

En la figura que sigue se dibujó la curva de accionamiento de los interruptores diferenciales fabricados y ensayados según Norma IRAM-IEC junto con las condiciones de tiempo corriente de porcentajes de fibrilación cardíaca de IEC 60479-1. Se observa que la desconexión del interruptor diferencial establece “seguridad”, pues a un valor de corriente diferencial mayor a 30 mA “actúa” y cubre la necesidad de desconectar el contacto o falla eléctrica.



Zona 1: habitualmente ninguna reacción  
 Zona 2: habitualmente algún defecto fisiopatológico  
 Zona 3: habitualmente algún riesgo de fibrilación  
 Zona 3: posibilidad de fibrilación (hasta 50%)  
 Zona 4: riesgo de fibrilación (superior al 50%)

Si suponemos una  $R_t$  de 10 ohm, la corriente de falla a tierra (tensión de falla 220 V) será 22 A y un interruptor automático convencional de 16 A o 20 A no accionará. La corriente de falla se convierte así en peligrosa para personas o instalaciones.

Como los esquemas TT pueden tener resistencias de PAT de hasta 40 O no es posible, en este sistema, proteger contra el contacto indirecto con interruptores automáticos y se deben utilizar en forma obligatoria y por seguridad los interruptores diferenciales.

Predeterminación teórica de valores resultantes de PAT

Consultando la Norma IRAM 2281 y bibliografía, se pueden predeterminar resultados teóricos aproximados de resistencia de PAT logrados con jabalinas de 5/8” de diámetro.

Tabla de valores con relación a largo de jabalina y resistividades de terreno de 10 a 55 O.m (terrenos ideales, zona de Pampa Húmeda argentina o similares).

		RESISTIVIDAD DE TERRENO (ohm/metro)									
Largo de jabalina (m)		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
1,50		7,12	10,68	14,24	17,86	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	<b>7,86</b>	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

También se indican valores de corrección cuando se instalan jabalinas en paralelo como sigue:

Numero de jabalinas en paralelo	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K	0,57	0,42	<b>0,33</b>	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,15

Ejemplo:

Resistividad del terreno = 20 O x m.  
 Jabalina seleccionada = JL-16 x 3000.

De la Tabla se obtiene un valor de  $R = 7,86$  O con una sola jabalina. Si se colocan 4 jabalinas se debe corregir el resultado con  $k = 0,33$ , lo que en definitiva conduce a un valor de:

$$R_4 = 0,33 \times 7,86 \text{ O} = 2,59 \text{ O} .$$

Al instalar las cuatro jabalinas se debe verificar que entre ellas exista al menos 4 m entre sus ejes de clavado (evitar interferencias entre ellas).

Este tipo de soluciones sencillas no es posible en ciertas zonas áridas o semiáridas de nuestro país, por lo que siempre es recomendable la vinculación del sistema de PAT de protección a los llamados “electrodos naturales” (hierros estructurales de una edificación como ya se mencionó).

que efectivamente están puestas a tierra). Por ejemplo, los hierros embebidos en hormigón de estructura o zapatas de fundación.

#### Características de los conductores de protección (PE) para la PAT.

En general, en instalaciones internas de viviendas o edificios, el conductor de PAT de protección que acompaña a los otros conductores debe ser Norma IRAM NM 247-3 bicolor verde-amarillo. El sistema será *continuo* y no debe ser utilizado para otras funciones (por ejemplo, como neutro de red Esquema TN-C, esquema totalmente prohibido por la RIEI).

En el recorrido del conductor de protección no deben instalarse protecciones (fusibles o interruptores automáticos). Sólo se admite que el conductor de protección pueda ser interrumpido por dispositivos mecánicos, que son necesarios para las comprobaciones de verificación de continuidad exigidas.

En pasos por paredes o lugares expuestos, se protegerá los conductores de protección ante las posibles acciones mecánicas, químicas o electrodinámicas que lo puedan deteriorar.

Las uniones equipotenciales o uniones entre diversos sistemas puestos a tierra (vinculación de bajadas relacionadas a protecciones contra descargas atmosféricas o para sistemas de comunicaciones) deben ser visibles y accesibles.

Conceptos a cumplir en instalaciones de PAT de protección según Norma IRAM 2281-I.

Cuando sea posible elegir el sitio de la PAT, se pueden adoptar las siguientes medidas:

Un suelo con cantidad de humedad tipo pantanoso o el tipo más común arcilloso con mínimo componente de arena, evitando los pedregosos o de basalto.

Se elegirá suelo de “no buen drenaje” *pero no llegar a suelos empapados*, dado que la ventaja de disminuir a lo sumo un máximo del 20 % de la resistencia de PAT de protección por la presencia de la humedad, es afectada por el lavaje de sales que en definitiva aumenta el valor de PAT de protección y lo hace poco estable.

Cuando no sea posible el clavado de jabalinas, se realizará un agujero por perforación y se llenará el lugar con tierra zarandeada *y luego se hincará la jabalina por percusión*.

En todos los casos se aconseja que el hincado de penetración de las jabalinas se lo realice con inyección de agua, para evitar huecos y facilitar la salida de aire. El agua se aplicará por goteo alrededor de la jabalina y en el proceso de hincado.

Mejorar el suelo con sales comunes (cloruro de sodio), aunque es económico, finalmente conduce a una rápida corrosión de la jabalina y consiguientemente está prohibido.

Diversos estudios indican que en suelos de resistividad baja (10 a 100 O.m) la resistencia de PAT de protección que establece el electrodo disminuye, en general, con la profundidad de hincado hasta profundidades máximas de 6 m. A más profundidad, no se logra reducciones sustanciales en el valor de resistencia de PAT de protección y el costo de electrodos y mano de obra aumenta.

No es posible asegurar que por el solo hecho de instalar una PAT de protección accionará en todos los casos un interruptor automático ante una falla a tierra.

Es interesante relacionar la corriente aproximada (contacto teórico a través de la piel, sin considerar los elementos intermediarios como los zapatos, pisos, etc.) que se originaría en un ser humano que tome contacto con una tensión de 220 V.

---

#### Ejemplo:

---

Supongamos en forma aproximada un contacto mano-mano de resistencia aproximada por la suma de trayectos (cuerpo y manos) de 1000 O en cuerpo desnudo. En teoría, un contacto de este tipo con 220 V originaría una corriente de  $220 \text{ V} / 1000 \text{ O} = 220 \text{ mA}$ .

En el gráfico que relaciona la Norma IEC 60479 con la curva de accionamiento del dispositivo diferencial (DDR) observamos que la corriente de 220 mA debe ser desconectada en un tiempo del orden de 50 ms (2,5 ciclos), si no se quiere ingresar a la zona 3 del gráfico donde existe una posibilidad de contracción muscular.

Se observa que un interruptor diferencial fabricado y ensayado mediante la Norma IEC 61008, con la corriente de 220 mA actúa en 40 ms, lo que le garantiza a la persona sólo un efecto de zona 2 (daños no permanentes).

La conclusión que podemos indicar para este ejemplo es:

¿Cuál es la razón por la cual la persona estableció este contacto eléctrico?

Si se disponen envolturas de aparatos IP44, esto no debería ocurrir. El caso del tomacorriente merece un comentario especial, pues son conocidos los casos de electrocución por la inserción de elementos metálicos por “niños” (BA2) que están a la altura del tomacorriente.

Los fabricantes ofrecen tomacorrientes según Norma IRAM 2071 o IEC 60884-1 con bloqueo mecánico de inserción que impide que “un elemento” que no sea la ficha normalizada ingrese a las partes vivas internas del tomacorriente y evitan así un posible contacto directo. Es de notar que la RIEI establece que en toda vivienda y hasta una altura de 90 cm del piso se deben instalar tomacorrientes con barrera de protección pues se consideran ambientes con presencia de personal BA2 (Niños)

El contacto indirecto no debería ocurrir si se instala un sistema continuo de PAT de protección que posibilite que accione el interruptor diferencial “antes” que la persona tome contacto con la tensión peligrosa.

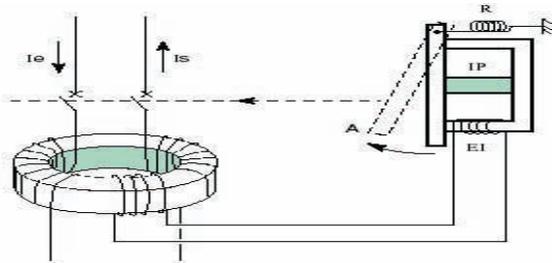
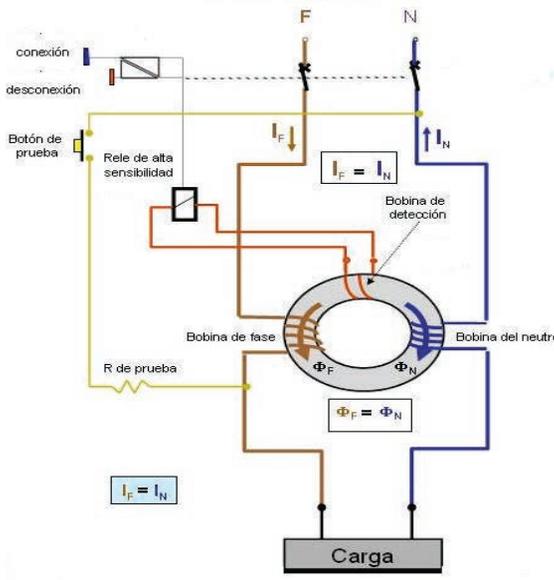
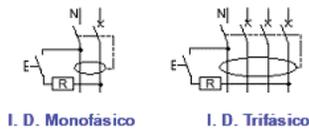


Fig. 3.10. La corriente de defecto, a través del toroidal, suministra la energía a un electroimán (EI) cuya parte móvil (la paleta A) se mantiene "pegada" por la atracción del imán permanente (IP). Cuando se alcanza el umbral de funcionamiento el electroimán anula la fuerza de atracción del imán permanente, la paleta móvil A, ayudada por un resorte R que acelera su rotación, abre entonces el circuito magnético y da la orden mecánica de apertura del interruptor del circuito controlado.



El uso generalizado del cobre como material de contacto con la tierra está motivado en algunas características del cobre como que no es atacado por el agua a ninguna temperatura y las acciones externas crean una capa de sulfato de cobre (color verdoso) que reduce la oxidación en aproximadamente 1 micrón por año.

La jabalina Norma IRAM 2309 debe tener obligatoriamente grabado "**nombre del fabricante, marca comercial, modelo, y Norma IRAM o Internacional equivalente**".

En cuanto a cumplir determinados valores de resistencia de PAT de protección utilizando variantes de jabalinas **de 1/2" o jabalinas de 3/4"**; se logra a lo sumo disminuir la resistencia en el orden del 10 % utilizando jabalinas de 3/4" y el costo es casi el doble; por lo que no es conveniente aumentar el diámetro más allá de la necesidad de rigidez mecánica necesaria para su hincado.

Por lo expresado, lo que generalmente se utiliza en instalaciones de inmuebles es jabalina de diámetro 12,6 mm (1/2").

La conexión jabalina-conductor de cobre será realizada mediante accesorios normalizados de tipo grapas de bronce (que permitan desconexiones posteriores para tareas de medición de PAT de protección indicadas como obligatorias), fabricadas para que no expongan el hierro de la jabalina a la agresión del terreno. Esta conexión no debe quedar enterrada sino dentro de una caja de inspección de montaje obligatorio.

Si la jabalina esta construida **fuera de Norma IRAM 2309**, como las de tipo acero a la que se le coloca un caño de cobre extruido, se puede prever que ocurrirá una oxidación en el espacio de aire intermedio entre el acero y el cobre; lo que finalmente originará que el óxido que ocupa más lugar que el aire haga un efecto de expansión del tipo de una "explosión" y el consecuente agrietamiento del caño de cobre extruido.

Diversos estudios indican que las características de un electrodo óptimo, donde se busque lograr una baja resistencia y un costo menor, conducen a electrodos de tipo jabalina, frente al uso de placas, caños, etc.

Los cables para construir una malla de PAT, por ejemplo perimetral, deben ser de cobre electrolítico de sección mínima del orden de 25 mm<sup>2</sup> a 50 mm<sup>2</sup>, o la que indique el proyecto respectivo. Es de práctica el sistema de cuadrículas (malla cuadrangular) que se diseña del orden de 0,5 m a 0,7 m de lado y a 0,7 m de nivel de enterrado con uniones normalizadas.

Si se han previsto bajadas de conductores hacia la malla y se estima que los mismos pueden resultar dañados, se los debe proteger mediante conductos "no metálicos" (caños sintéticos).

Ejemplo de sistema de PAT de protección en edificios a construir:

Se colocarán conductores de sección 50 mm<sup>2</sup> formando un anillo en el perímetro de fundación y en fondo de zanjas de cimientos. Todos los conductores estarán en contacto íntimo con la tierra y vinculado a los hierros estructurales mediante soldadura cuproaluminotérmica.

Desde la malla se derivarán los "chicotes" de conexión a la PAT de protección de cajas, tableros, etc.

La Norma IRAM 2281 también aconseja vincular el sistema de PAT de protección y la malla y/o jabalinas, con los componentes metálicos denominados "tierras naturales" del edificio (estructuras

Es obvio que el contacto directo en la acometida y hasta el TS es imposible, pues la acometida y el circuito seccional no son accesibles.

En forma complementaria a este sistema, es una tendencia de las empresas de distribución conectar a tierra el neutro de la red en la acometida. Este diseño de múltiples conexiones de neutro a tierra garantiza a la empresa una mayor estabilidad de tensiones de red ante el corte accidental del conductor del neutro y el consecuente sistema desequilibrado sin neutro.

Se aclara que lo indicado anteriormente sobre los detalles técnicos de las acometidas no están incluidos en la RIEI dado que el punto de origen de las instalaciones inmuebles y por consiguiente para la ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo 19587 comienzan en los bornes de entrada del interruptor principal ubicado en el TP.

No obstante, la RIEI indica la necesaria separación entre la PAT de servicio más cercana del neutro de la red de distribución pública, (aproximada mínima de 3 m con jabalinas convencionales de 1,5 m) y la PAT de protección de la instalación para evitar que se pierdan las características del sistema TT. Las partes metálicas accesible a usuarios no deben estar vinculada a la puesta a tierra de la acometida (ver más adelante). Si la empresa de distribución conecta el neutro de la red a tierra, debe garantizar que la tensión de neutro no supere 24 V (se entiende que se refiere a la tensión de neutro que pueda ser accesible a los usuarios de la acometida).

#### Utilización de jabalinas.

Deber estar fabricadas según Norma IRAM. 2309.

Los fabricantes ofrecen componentes de jabalinas para empalmar en sentido longitudinal, siendo este sistema muy eficiente donde el terreno tenga una considerable humedad a varios metros bajo el nivel de enterramiento. Desde el largo mínimo de jabalina (habitual según Norma IRAM de 1,5 m) se han dado casos de mejora sustancial de la resistencia de PAT de protección logradas con acoples de jabalinas, en algunos casos llegando hasta profundidades de 15 m.

Como en general el terreno presenta mayor humedad con la profundidad, es de esperar una disminución mayor en la resistencia lograda con jabalinas profundas.

**Posibles efectos de instalar jabalinas en paralelo:** el uso de varias jabalinas “en paralelo” es un medio muy eficiente para disminuir el valor final de la resistencia de la PAT de protección. Con mayores separaciones entre jabalinas se logra una mayor disminución de la resistencia final de la PAT de protección.

La distancia recomendada es del orden del largo de la jabalina o un valor del orden de 2 m.

La experiencia indica que para lograr el menor valor posible de **resistencia de PAT** de protección es necesario un íntimo contacto de la jabalina con la tierra, por lo que electrodo jabalina se debe instalar por percusión (sin perforación previa).

La jabalina **debe responder a Norma IRAM 2309** (jabalina de acero con depósito electrolítico de cobre de espesor mínimo establecido en Norma IRAM 2309), lo que garantiza una perdurable unión metalúrgica cobre-acero y, por lo tanto, una duración aproximada de veinte años de la jabalina ante las acciones de agresividad química del terreno.

#### Seguridad por utilizar criterios en las conexiones

El interruptor de efecto y los tomacorrientes son componentes de la instalación que están exigidos en la vida diaria, por lo que en los países de vanguardia tecnológica son controlados y normalizados en forma rigurosa justamente por ser dispositivos manejados por personas (BA1) que en general no conocen los riegos de la electricidad.

Una deficiente conexión en un tomacorriente (falta de presión de contacto) causa molestias y puede llevar a fallas de calentamiento que originen principios de incendios.

Cuando se instalan dispositivos de mala calidad por un motivo “de ahorro” de obra, en realidad le trasladamos el gasto al usuario que en poco tiempo deberá cambiarlos a un costo mayor de reinstalación, más allá de la probabilidad de accidentes que maximizan el gasto.

Los modernos interruptores de efecto y tomacorrientes tienen componentes termoplásticos de alta tecnología resistentes a impactos y que no propagan la llama; y bastidores de material plástico, que además de brindar la necesaria seguridad, toleran la acción de los calcáreos.

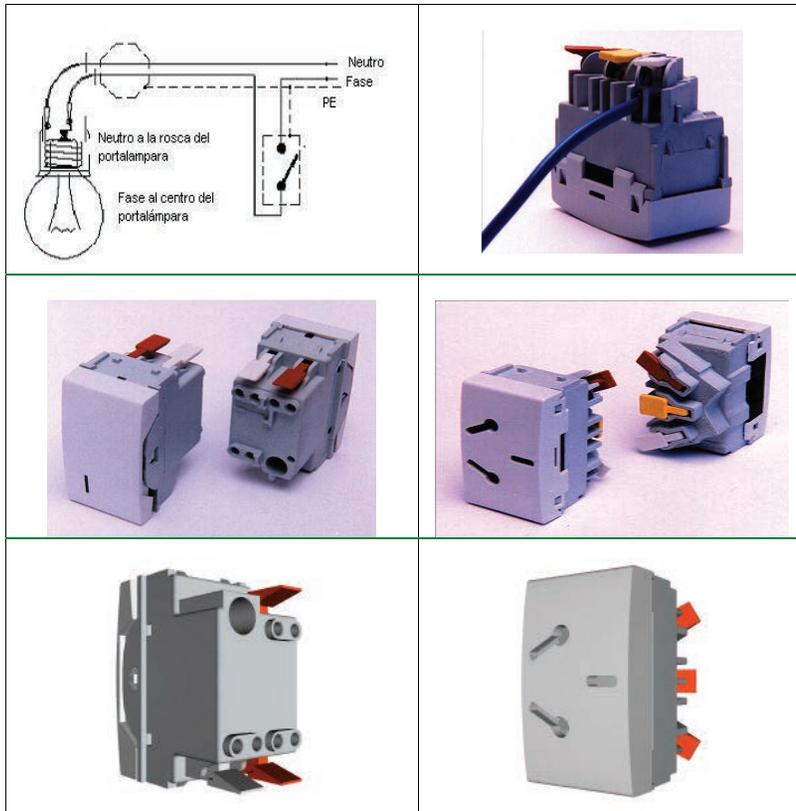
En cuanto a la calidad del interruptor de efecto, la Norma IRAM 2007 menciona que debe ser ensayado a 20000 interrupciones a 10 A y  $\cos \phi = 0,6$  sin desgaste apreciable de contactos. Especialistas en el tema mencionan que esto lo cumple si al menos uno de sus contactos (fijo o móvil) es de plata o revestido en plata.

El tomacorriente debe cumplir la Norma IRAM 2071 (con toma de tierra). Deben poseer la comprobada tecnología de contactos para garantizar la capacidad de sujeción de la ficha.

La ficha con tierra debe ser Norma IRAM 2073 y la ficha sin tierra (para conectar aparatos de Clase II) debe ser Norma IRAM 2063.

Las fichas de calidad ofrecen sistema laberíntico de los cables internos de modo a evitar la desconexión “por tirado” del cable.

En cuanto a la tecnología de las conexiones los interruptores de efecto de todo tipo (un punto, dos puntos, escalera, etc.) deben cortar el conductor “de fase”. Se muestra el sistema de conexionado rápido de Plasnavi.



### Montaje y revisión de las instalaciones eléctricas

Revisar la temperatura de los conductores de circuitos seccionales y terminales a su corriente nominal máxima pues si están sobrecargados se originan temperaturas superiores a las previstas con pérdidas por calentamiento y desclasificación de sus protecciones asociadas en tableros y riesgos de cortocircuitos o incendios, además de mayor consumo energético.

Las conexiones flojas y con torque insuficiente aumentan las pérdidas de energía y pueden originar incendios, por lo que debe efectuarse un correcto diagnóstico periódico y ajuste de conexiones y limpieza de contactos, borneras, barras, etc. Es necesario disponer de un torquimetro entre otras herramientas necesarias del instalador.

El calentamiento puede ser causado, entre otras cosas por la sección inadecuada de los conductores o por empalmes y conexiones efectuados con elementos ineficientes.

Cuando se introduzcan electrodos hincados, manualmente o con martillo o en zanja (conductor desnudo), o en pozo (placas), se deberá compactar la zona vecina al electrodo, rellenando previamente con tierra fina y con agregado de agua en forma lenta para ayudar a la compactación.

Se recomienda que las mediciones de resistividad del suelo o de la resistencia de PAT de protección se realice en las épocas más desfavorables (bajas temperaturas y escasez de lluvias).

Puesta a tierra de acometidas y de instalaciones internas. Neutro a tierra en acometidas.

Algunas empresas de distribución especifican que las partes metálicas de la acometida deben ser vinculadas a un conductor de cobre (en general mínimo 10 mm<sup>2</sup>) protegido mecánicamente por canalización aislada y conectado a la jabalina o conjunto de puesta a tierra.

Otras distribuidoras de Argentina especifican cajas de medidores aisladas de policarbonato. En estos casos el instalador deberá consultar la especificación técnica de acometida correspondiente.

La conexión de la jabalina al conductor de PAT de protección debe ser accesible, pues el instalador debe realizar posteriores tareas de verificación del valor de resistencia y mantenimiento del sistema de PAT de protección.

Es conocido que la puesta a tierra de la acometida (ver ejemplo más adelante) no garantiza en modo alguno la actuación segura de las protecciones de acometida (tradicionalmente mediante fusibles). Como la responsabilidad de la acometida es de la empresa de distribución, algunas empresas de distribución han indicado que las cajas y tableros que contengan medidores eléctricos deben ser tipo "plástico" con tapas de material policarbonato de alta calidad.

### Ejemplo:

¿Qué resistencia debe tener el sistema de puesta a tierra de la acometida, de modo a garantizar que accionen las protecciones (fusibles) cuando se origina una pérdida de aislación de 24 V en las partes metálicas de la acometida?

Supongamos un fusible de 30 A (generalmente son de mayor calibre) que accione con una corriente mínima a tierra del orden de 2,5 veces su corriente nominal (75 A).

Para lograr esta condición, la resistencia  $R_t$  de la puesta a tierra de la acometida debe ser:

$$R_t = 24 \text{ V} / 75 \text{ A} = 0,32 \text{ ohm}$$

Pretender ese valor de  $R_t$  o un valor aun menor si el fusible fuera de mayor calibre, es de difícil realización práctica e imposible de mantener en esquemas de conexión a tierra TT

Se puede comentar que, desde lo técnico, este tema sólo tiene solución utilizando cubiertas plásticas (Clase II) en elementos de la acometida y dispositivos de detección de fallas a tierra en el tablero.

La directiva de utilizar cubiertas plásticas, que por otro lado es tendencia generalizada en todo el mundo, ofrece la garantía de evitar contactos eléctricos indirectos en la acometida y ofrece una solución concreta ante la imposibilidad práctica de instalar protecciones diferenciales en la red de servicio.

Las partes conductoras ajenas no pueden ser utilizadas como conductor PE. Las cañerías o conductos de gas inflamable no deben ser utilizados como conductor PE.

No obstante, será obligatorio conectar a tierra los elementos citados y otros similares, a partir del conductor PE mediante soldadura cuproaluminotérmica o uniones de compresión o indentación o grapas normalizadas.

#### Mantenimiento de la continuidad de los conductores PE

Deberán estar convenientemente protegidos contra los eventuales deterioros mecánicos y químicos y de los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deberán ser accesibles para inspección y ensayo.

No debe insertarse ningún dispositivo en el conductor PE, pero pueden utilizarse uniones desmontables (exclusivamente con la ayuda de herramientas) para mediciones o ensayos.

#### Características de los terrenos

La resistencia de la PAT de protección depende fundamentalmente del tipo de electrodo y de la resistividad del terreno.

La resistividad del terreno depende del tipo de terreno, humedad del suelo, salinidad, compactación, estratos, temperatura del terreno, factores estacionales, etc.

Humedad y salinidad del suelo: uno de los factores fundamentales para una baja resistividad del terreno es la humedad que al aumentar disminuye la resistividad del suelo.

El suelo se compone principalmente de dos compuestos con características aislantes como el óxido de silicio y el óxido de aluminio. Las sales reducen la resistividad pues el proceso electrolítico permite que por el agua del terreno circulen los electrones producidos en la disociación de las sales.

En los suelos con elevada humedad y alto contenido salino, el valor de la resistividad puede ser bajo debido a fenómenos electrolíticos.

En los suelos con poca humedad los factores más importantes en la resistividad serán la granulometría de las partículas y el aire ocluido en sus intersticios.

Los terrenos arenosos tienen mayor capacidad de absorción de agua que los suelos arcillosos, pero retienen menos. Por esta razón, deben preferirse los suelos arcillosos, con menor drenaje de agua, a los arenosos ya que serán en general más húmedos que éstos, además de tener una menor resistividad intrínseca. Asimismo, y con el objetivo de captar mayor humedad, los electrodos de PAT de protección deben instalarse alejados de plantas y árboles que en general absorben la humedad del terreno.

Un exceso de agua puede ser perjudicial, como ocurre en los cauces de los ríos ya que las sales útiles para el proceso electrolítico serían eliminadas de la zona del electrodo por lavado, haciendo la zona más resistiva.

**Compactación:** un aspecto fundamental es asegurar la compactación del terreno que rodea al electrodo para garantizar un contacto directo con la tierra.

Los fabricantes líderes ofrecen junto con sus protecciones de potencia los accesorios de conexión.

Ejemplos de la práctica:

- Merlin Gerin para sus líneas de interruptores de potencia incorpora en el suministro los accesorios de conexión por bulones tipo 8.8 y arandelas de presión tipo concava (Bellville) que “se clava” ante el apriete lo que garantiza elementos de conexiones eficientes por las pruebas realizadas por el mismo fabricante.
- Conexiones de salida inferior de un interruptor automático por medio del pelado directo del conductor (secciones pequeñas) realizadas sin cuidar (a lo mejor porque no se observa pues esta debajo) que en los conductores parte de su aislación queda incorporada a la conexión que así queda floja y susceptible de calentamiento y punto de incendio.
- Las conexiones “tirantes” pueden afectar a los bornes de conexión de los equipos.

#### Algunas reglas de instalación:

Cuando se instalan portalámparas, el circuito de entrada debe ingresar al punto medio y la rosca quedar del lado de la carga.

Las conexiones entre conductores de hasta 2,5 mm<sup>2</sup>, se pueden realizar retorciendo sus hebras de cobre y una unión mecánica que asegure continuidad eléctrica.

Los terminales metálicos de cobre colocados como intermediarios de la conexión posibilitan que el instalador “apriete” suficientemente la conexión para que no se generen pérdidas de calor en la misma, que son motivo de destrucción de aparatos y fuente de incendios en tableros.

Hay que evitar que las uniones y derivaciones estén solicitadas mecánicamente. Para esto es fundamental que cuando se conectan cables a dispositivos se realice la conexión de modo que no quede “tirante” (los cables deben tener un tramo tipo “rulo” antes del acceso a la conexión).

Para todo tipo de secciones de conductores, existen en el mercado, y son de bajo costo, dispositivos simples de conexión tipo “conos” o tipo “dentados” que evitan el uso indiscriminado de cinta aisladora. Esta cinta, por estar erróneamente instalada o por ser de baja calidad, puede ser fuente de pérdida de aislación de la conexión.

También se comercializan cajas de conexión con borneras incorporadas que evitan los tradicionales manojos intrincados de cables en cajas.

En cuanto a la conexión se aconseja cubrirla con un aislante de calidad. En el mercado existen los elementos “termocontraíbles”, para cubrir el tramo que pudiera quedar desnudo del cable en la conexión y cubrebornes, para aplicar al dispositivo conectado.

Los dispositivos (interruptores automáticos, de efecto, tomacorrientes, etc.) deben poseer bornes donde el apriete se ejecute a través de un elemento plano o curvo de compresión y no por la acción directa de un tornillo que puede ser motivo de rotura de los hilos de cobre, aflojamiento de la unión y/o su debilitamiento en sección que lleva al calentamiento inaceptable de la conexión.

Para los circuitos de usos generales, los tomacorrientes deben ser tipo 2P+ T, de corriente nominal 10 A y conformes a Norma IRAM 2071.

Para los circuitos de uso especial sólo se admiten los tomacorrientes del tipo 2P+ T de corriente nominal 20 A, conformes a Norma IRAM 2071 o los de 16 A normalizados según IRAM- IEC 60309. Estos tomacorrientes son más grandes que los de 10 A, aunque mantienen la misma configuración y tipología de las espigas.

Existe una Norma provisoria y una Res. de la Ex. Secretaría de Industria, Comercio y Minería que autoriza temporalmente la utilización de tomacorrientes binorma que aceptan la ficha de 3 espigas planas IRAM y la de 2 pernos redondos (Europlug) denominado tomacorriente binorma. A la fecha de impresión del presente la fecha límite de comercialización de este tomacorriente es hasta Julio de 2007.

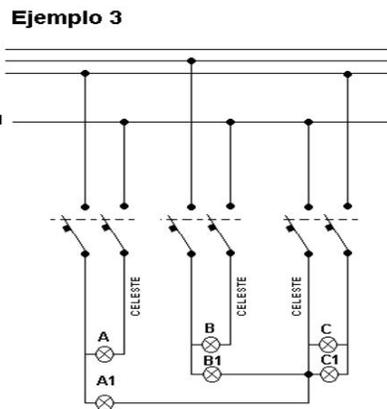
El tomacorriente binorma es peligroso y aunque se pudiera utilizar como reemplazo de instalaciones eléctricas preexistentes no se deberá utilizar en instalaciones nuevas. La RIEI no contempla su utilización.

Ejemplo del problema: Supongamos que en una instalación nueva el cliente posee una heladera con tomacorriente de pernos redondos y la instalación tiene tomacorriente normalizado de 2P + T, ¿qué sugiere Ud. Hacer?:

- Poner un adaptador de pernos redondos al tomacorriente normalizado.
- Poner un tomacorriente binorma.
- Cambiar el cable de conexión a la heladera a una ficha normalizada que permita la continuidad de la PAT de protección.

La respuesta correcta es la tercera.

Los neutros de diferentes circuitos no deben ser compartidos, pues en determinadas maniobras puede presentarse 380 V en algunas cargas de circuitos de neutro compartido.



Seguridad por instalar un “sistema continuo” de PAT de protección (conductor PE).

#### Instalaciones de PAT de protección

Se realizan para lograr un sistema de protección y también por razones de servicio.

La elección y el montaje de los materiales deben asegurar los valores de resistencia establecidos en las Normas para la protección y el funcionamiento previstos de la instalación.

El diseño debe considerar que las corrientes de falla a tierra y las corrientes de fuga que puedan circular sean detectadas y, si corresponde, desconectadas sin originar peligros ni solicitudes térmicas o electrodinámicas en los materiales.

#### Electrodos de PAT de protección (771.C.2.2)

Deberán resistir los daños debidos a la corrosión, pues estarán en contacto con el terreno. Los tipos son variados como jabalinas, pletinas, cables, placas o electrodos incluidos en fundaciones o cimientos.

La solución depende de las condiciones locales del terreno y al valor de la resistencia a lograr. El valor de la resistencia de PAT de protección será proyectada y deberá ser verificada por medición al final de la ejecución.

Algunos de los electrodos convencionales de PAT de protección son:

- Jabalina redonda de 12,6 mm de diámetro mínimo (sección mínima 124 mm<sup>2</sup>), según Norma IRAM 2309, como mínimo se debe emplear una jabalina JL14 x 1500.
- Cables de sección mínima (por ejemplo 35 mm<sup>2</sup>) con un diámetro mínimo del alambre de 2,5 mm<sup>2</sup>, según Norma IRAM 2467.

En obras nuevas, se podrá emplear un conductor de cobre desnudo como electrodo dispensor, colocándolo en el fondo de las zanjas de los cimientos en contacto íntimo con el terreno y que recorra el perímetro de la construcción.

Las canalizaciones metálicas de distribución de agua, de líquidos, calefacción central, etc., no deben utilizarse como electrodos de PAT de protección, pero deben vincularse equipotencialmente con la instalación general de PAT de protección (se interconectarán con el conductor PE).

#### Tipos de conductores de protección

Pueden ser utilizados como conductores PE los conductores que forman parte de cables multipolares, los conductores separados o los conductores aislados dispuestos bajo una envoltura común con los activos (con aislación bicolor verde-amarillo).

Se aceptarán conductores desnudos como PE en bandejas portacables y siempre que no existan riesgos de contactos entre conductor desnudo y bornes con tensión o roces entre conductores desnudos y conductores activos.

No se permitirán como conductores PE los revestimientos metálicos (vainas, pantallas y armaduras), las tuberías metálicas o las partes conductoras ajenas (masas extrañas). Las envolturas metálicas, vainas (desnudas o aisladas) y/o caños no pueden ser utilizadas como conductores PE.

De inmediato se deberá practicar en el accidentado masaje cardíaco externo y respiración artificial.

Una técnica sencilla sería colocar a la persona de espaldas con la cabeza hacia atrás y realizar presión tres veces seguidas sucesivas en forma muy rápida, con las manos superpuestas y abiertas apoyando la parte anterior de la palma de una mano sobre el esternón, deteniéndose para insuflar aire en la boca del accidentado, tapándole la nariz con dos dedos, después se separa la boca, se esperan un par de segundos y se comienza el ciclo nuevamente.

Cuando el accidentado ha reaccionado se lo coloca en posición semierguida, con los hombros y la cabeza bien alzados.

Requerir inmediatamente la intervención de personal médico.



La presente edición del  
*Manual para el Técnico Instalador*  
*Electricista Domiciliario*  
se termino de imprimir en  
JORGE SARMIENTO EDITOR  
en el mes de marzo de 2009



Impreso en Córdoba. Argentina

- Cualquier color que no sea el asignado a fases, neutro y puesta a tierra.**
  - No esta designado ningún color, así que es lo mismo cualquiera.**
- 7) **En una línea o circuito que quede en el interior de un caño:**
- No se deben realizar empalmes.**
  - Si se necesita un empalme se realiza.**
  - Si se requiere, se realizan los posibles empalmes en una caja.**
- 8) **El cliente que está construyendo una vivienda nueva no quiere que la instalación cumpla con la AEA 90364, entonces:**
- Si el cliente se hace responsable realizamos el trabajo.**
  - No lo hacemos pues sería violatorio y nos convertimos en responsables civiles y penales de los posibles accidentes.**
  - Consultamos con la Municipalidad la metodología de realización de la tarea.**
- 9) **Los materiales de la instalación deben.**
- Ser todos Norma IRAM.**
  - Ser del tipo que me ofrezcan en el comercio, sean o no Norma IRAM.**

## TRABAJOS PRÁCTICOS

*Contestar cada opción (puede haber más de una correcta).*

---

### TRABAJO PRÁCTICO 1

---

- 1) **Quien establece las normas técnicas de los componentes de la acometida y de instalación del tablero principal.**
  - LA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN (EPEC).**
  - LA AEA.**
  - LA MUNICIPALIDAD.**
- 2) **Como debe operar el instalador en el Tablero Principal.**
  - Con tensión.**
  - Solicitar a LA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN un corte de tensión.**
  - Se puede cortar desconectando el medidor de energía.**
- 3) **Como se debe operar en el Tablero Seccional.**
  - Cortando la tensión desde el Tablero Principal.**
  - Solicitando a LA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN que corte la tensión.**
  - Solicitando a la Municipalidad un permiso.**
- 4) **Se necesita 220 V cerca del tablero principal para la instalación de un portón eléctrico, entonces:**
  - Se deriva directamente desde el Tablero Principal.**
  - Se instala un Tablero Seccional con las protecciones que indica la AEA.**
  - Se instala una termomagnética en el mismo Tablero Principal y se deriva.**
- 5) **Se necesita un tomacorriente en una línea Seccional entre Tablero Principal y Tablero Seccional, entonces:**
  - Se instala.**
  - No se debe instalar.**

- Se solicita permiso en la Municipalidad para su instalación.
- 6) **Quién establece la puesta a tierra de la acometida:**
- La MUNICIPALIDAD.
  - La AEA.
  - La EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN.
  - No es una decisión que le competa al instalador.
- 7) **De donde se toma la puesta a tierra de la instalación:**
- Se vincula con la puesta a tierra de LA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN.
  - Se instala otra puesta a tierra adicional interna en el inmueble desvinculada de la puesta a tierra de la acometida.
  - No se necesita una puesta a tierra en el inmueble, pues esta la puesta a tierra de la acometida.
- 8) **En el tablero Seccional que protecciones son obligatorias según AEA 90364:**
- Termomagnética general y termomagnéticas por cada circuito.
  - Diferencial general y termomagnéticas por cada circuito en ese orden.
  - Fusibles generales y termomagnéticas por cada circuito en ese orden.
  - Fusibles generales y por fusibles por circuito.
  - Ninguna protección pues están los fusibles del Tablero Principal.
- 9) **Se instalan varios circuitos de usos generales y:**
- Se utilizan neutros comunes a todos los circuitos como neutro de otros circuitos.
  - Se instalan para cada circuito fase y neutro exclusivos.
- 10) **En los circuitos de usos generales se instalan termomagnéticas tipo:**
- Bipolares en circuitos de 220 V.
  - Unipolares para mejorar la búsqueda de fallas.
  - Unipolares solo en las fases pues en neutro no necesita ser cortado.

---

 TRABAJO PRÁCTICO 6
 

---

- 1) **Se debe instalar en una vivienda dos circuitos, uno para usos generales de bocas de iluminación y otro para usos generales de tomacorrientes, entonces:**
- Los dos circuitos se pueden tender en un solo caño cualquiera sea el numero de bocas del conjunto.
  - Los dos circuitos se pueden tender en un solo caño cuando posterior al tramo donde están juntos la suma de bocas es 15.
- 2) **Se debe instalar dos circuitos especiales para equipos de Aire acondicionado, entonces:**
- Se los instala en cañerías independientes.
  - Se los instala en un caño junto a otros circuitos de usos generales.
  - Se los instala los dos juntos en un mismo caño.
- 3) **Se debe instalar un tomacorriente en una caja de interruptor de efecto entonces:**
- Se establece la tensión del tomacorriente desde la boca de iluminación vinculada al interruptor de efecto.
  - Se conecta el tomacorriente a un circuito exclusivo de tomacorrientes.
  - No se hace la tarea pues no es reglamentaria.
- 4) **Se nos llama pues existe una descarga en la zona aledaña al pilar de acometida entonces:**
- Verificamos la posible solución mediante la extracción de los fusibles del TP, o por desconexión de la termomagnética del TP y si desaparece la perdida buscamos la solución en la instalación del cliente.
  - Si se verifica que la pérdida continúa (hecho lo anterior) llamamos a la guardia de la Empresa de Distribución.
  - Llamamos directamente a la Empresa de Distribución sin hacer ningún procedimiento.
- 5) **En una caja de una losa es conveniente que:**
- No se establezcan más de cuatro vinculaciones.
  - Se establezcan hasta seis vinculaciones.
- 6) **El código de color del retorno a interruptor de efecto es:**
- Cualquier color que no sea los colores asignados a fase, neutro.

- 7) El cliente no provee un cable de aluminio y nos dice que lo conectemos a un cable de cobre existente en un tablero para no gastar más de lo necesario y:
- Le aconsejamos conectarlos mediante una conexión segura y aislada.
  - No hacemos el trabajo pues será una fuente de posibles calentamientos y arcos en la conexión.
  - Lo conectamos por medio de bornera.

---

TRABAJO PRÁCTICO 2

---

- 1) Cuantas bocas de tomacorrientes máximas pueden instalarse en los circuitos TUE.
  - Ocho.
  - Doce.
  - Se debe tener en cuenta la carga de cada TUE para determinar el límite de bocas.
  - Las que imponga el límite de 32 A de la máxima protección de circuito TUE.
- 2) ¿Es posible instalar un tomacorriente en una caja que contenga un interruptor de efecto? y en ese caso se debe:
  - Conectar el tomacorriente al circuito de tomacorrientes.
  - Conectar el tomacorriente al circuito de iluminación.
  - Consultar con el proyectista la forma de indicar ese tomacorriente.
- 3) Se pueden instalar más de un circuito para usos generales en la misma cañería y en ese caso se debe cumplir:
  - Que sean de la misma fase.
  - Se instalan de diversas fases pero identificando en cada caja la fase correspondiente.
  - Si en el plano no indica las fases realizarlo de la manera que resulte más conveniente.
- 4) Se debe instalar una carga mayor de 10 A en una instalación nueva y por medio de un tomacorriente entonces:
  - Se la instala agregando la carga a cualquier circuito para usos generales.
  - Se instala un circuito exclusivo derivado del Tablero Seccional.
  - Se instala un circuito seccional a un tablero específico y de allí al tomacorriente.
- 5) Se necesita conectar un tablero específico para iluminar una pileta de natación entonces:
  - Se establece un circuito seccional al tablero específico.
  - Se considera al tablero específico como una carga más de un circuito para usos generales.
  - Se considera al tablero específico como circuito para uso especial.
- 6) La EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN indica una caja de acometida trifásica con fusibles NH entonces:

- Se instalan fusibles en las fases y neutro.
  - Se instalan fusibles solo en las fases.
  - Se dispone un elemento para desconectar el neutro.
  - Se consulta las Especificaciones al respecto.
- 7) En el proyecto no están aclaradas las fases de conexión de los circuitos para usos especiales de una instalación con suministro trifásico, entonces:
- Se conectan los circuitos a diversas fases buscando el mejor equilibrio.
  - Los circuitos especiales solo son circuitos trifásicos.
- 8) Se deben instalar termomagnéticas para proteger dos circuitos para usos generales de iluminación, ambos con tomacorrientes derivados y ambos ubicados en una misma cañería con conductor IRAM NM 247-3 (ex IRAM 2183) de 2,5 mm<sup>2</sup>, entonces:
- Se instala en cada circuito una TM de máximo 10 A.
  - Se instala en cada circuito una TM de máximo 16 A.
  - Se instala en cada circuito una TM de máximo 20 A.
- 8) Se deben instalar termomagnéticas para proteger circuitos para usos especiales con conductor IRAM NM 247-3 entonces:
- Se instala TM de máximo 20 A para conductor de 2,5 mm<sup>2</sup>.
  - Se instala TM de máximo 10 A para conductor de 1,5 mm<sup>2</sup>.
  - Se instala TM de máximo 20 A para conductor de 4 mm<sup>2</sup>.

---

 TRABAJO PRÁCTICO 5
 

---

- 1) Si un equipo domestico (heladera, lavarropa, etc) produce una sobrecarga, siempre desconectara el interruptor automático del circuito.
  - No
  - Si.
  - Si cuando la sobrecarga se trasforme en un cortocircuito.
- 2) El interruptor automático en un tablero seccional debe tener la característica interna de:
  - Modelo bipolar (2P) en líneas de 220 V.
  - Modelos unipolares, pero usando dos interruptores automáticos “juntos”.
- 3) Se debe instalar un interruptor automático para proteger de la mejor manera posible un motor de corriente nominal  $I_n = 10$  A y arranque directo (6  $I_n$ ), entonces se instala un modelo:
  - IA modelo B10A.
  - IA modelo C10A.
  - El vendedor me ofrece un modelo D10A y lo acepto.
- 4) Un fusible que esté caliente por una circulación excesiva de corriente origina:
  - Más pérdidas en watt que si estuviera más frío.
  - Las mismas perdidas pues los watt no dependen de la corriente que circule por el fusible.
- 5) Un fusible NH es conveniente que sea:
  - Maniobrado por medio de usuario no especializado.
  - Solo puede ser maniobrado por persona preparada para ese trabajo.
- 6) En las conexiones de los elementos de un tablero se debe:
  - Ejecutar y controlar las conexiones de modo que no originen calentamientos.
  - No es de cuidar pues a lo sumo algo se desconectará y llamaran a un electricista que lo vuelva a conectar.
  - No es un problema pues las conexiones una vez realizadas nunca se aflojan.

**8) En un tablero seccional:**

- No se requiere contratapa, pues el que lo opera es un electricista.
- Que tenga contratapa y grado IP4... para evitar contactos directos.

**9) El tablero principal debe tener condiciones de seguridad:**

- No, pues solo lo opera un electricista.
- Si, pues el usuario lo puede operar ante un corte de energía.

**10) Se deben instalar circuitos TUE y se necesitan por proyecto 12 bocas TUE entonces.**

- Se instalan las 12 bocas.
- Se analiza la carga futura de cada boca para proponer si fuera necesario más de un circuito TUE.
- Se conoce que los artefactos a conectar en las 12 bocas consumirán 30 A máximo, entonces se instala el TUE con conductor de 6 mm<sup>2</sup> de tipo IRAM NM 247-3 en cañería y protecciones de 32 A.

---

 TRABAJO PRÁCTICO 3
 

---

**1) ¿Como aportaría Ud. a la seguridad de contactos indirectos y de funcionamiento en los tramos de columna montante de un edificio tipo PH donde los conductores están instalados en bandeja metálica?:**

- Mediante la instalación en el TP y en cada circuito seccional de un interruptor diferencial de 300 mA “no selectivo”.
- Mediante la instalación en el TP y en cada circuito seccional de un interruptor diferencial de 300 mA “selectivo”.
- Esta asegurado el accionamiento de las protecciones de circuitos seccionales mediante la puesta a tierra de la bandeja metálica.

**2) En una computadora de gabinete plástico y ficha con conexión a tierra y el tomacorriente existente es dos patas entonces:**

- No requiere puesta a tierra pues la computadora es de gabinete plástico (poner un adaptador).
- Se debe instalar un tomacorriente que garantice la continuidad de puesta a tierra por seguridad de actuación de la protección interna instalada en la computadora.

**3) Un protector diferencial de 30 mA ofrece seguridad ante:**

- Contactos directos e indirectos.
- Solo ante contactos directos.
- Solo ante contactos indirectos.
- Ofrece seguridad preventiva si el equipo esta puesto a tierra.

**4) Se necesita instalar un tomacorriente protegido, pues esta en un jardín y al exterior, por lo tanto se decide:**

- Modelo IP 44 mediante la instalación de un modelo con tapa de protección.
- Se instala el convencional modelo IP 20.
- Como es peligroso se instala en un tablero seccional protegido.

**5) El protector diferencial protege contactos entre fases:**

- Si.
- No.
- A veces protege cuando el contacto también origina una corriente a tierra.

- 6) Un cliente que tiene un equipo moderno de contorno plástico con ficha de conexión tipo espiga (IRAM) de dos patas y en su domicilio tiene tomacorrientes para pernos redondos y requiere nuestra opinión:
- Le aconsejamos colocar para ese equipo un adaptador de espiga a perno redondo.
  - Le explicamos que debe instalar un tomacorriente de tres espigas reglamentario, pues de todos modos le conviene para todo tipo de conexiones.
  - Le aconsejamos no conectar el equipo hasta cambiar el tomacorriente existente de pernos redondos por el reglamentario.
- 7) Una ficha donde las tres espigas sean de la misma longitud es:
- No reglamentaria pues la espiga de tierra debería ser más larga que las de fase y tierra.
  - Da lo mismo pues al tener la ficha las tres espigas cumple con la condición de conectar la fase el neutro y la tierra en forma simultánea.
- 8) Cual es la máxima tensión de seguridad indicada para inmuebles por el Reglamento AEA 90364:
- 50 V.
  - 24 V.
- 9) Entre el TP y el TS se ha instalado una cañería Clase II (caños plásticos y tableros plásticos), entonces Ud. decide:
- No instalar un diferencial de 300 mA en el TS.
  - Instalarlo para posibles contactos indirectos.
- 10) Ud. considera necesario conocer como atender a una persona que haya recibido una descarga eléctrica.
- No, pues se lo debe llevar inmediatamente a la atención médica.
  - Sí, pues las primeras maniobras de reanimación antes que llegue el servicio medico son fundamentales.

---

 TRABAJO PRÁCTICO 4
 

---

- 1) Cual es la ventaja de un tablero de material plástico:
- Ninguna pues también requiere de puesta a tierra.
  - Que protege ante posibles contactos indirectos.
  - Que protege ante posibles contactos directos.
- 2) El tablero principal metálico de LA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN protege contra contactos indirectos:
- Si, porque actúan los fusibles que coloca LA EMPRESA en su red.
  - No, porque LA EMPRESA generalmente no detecta las fallas a tierra en el Tablero Principal.
- 3) En un tablero de conjunto de medidores, la AEA 90364 establece que:
- La barra de neutro sea la primera que encuentre al abrir el conducto de barras.
  - La barra de neutro esta en el fondo del conducto.
- 4) En un tablero de conjunto de medidores, la AEA 90364 establece que:
- Exista una barra colectora de las puestas a tierra de los circuitos.
  - No exista una barra colectora de puestas a tierra, y solo una puesta a tierra general.
- 5) Las barras cuando están pintadas permiten conducir:
- Más corriente.
  - Igual corriente cuando están sin pintar.
- 6) Para el tablero de conjunto de medidores, la AEA 90364 establece condiciones de identificación técnica de fabricante y/ o montador responsable:
- Si
  - No, no es necesario identificar el Fabricante y/o Montador, solo con la marca comercial es suficiente.
- 7) En un circuito que pasa por una caja plástica y continua a otras cajas se requiere:
- La continuidad de puesta a tierra del circuito.
  - No se requiere la continuidad de puesta a tierra pues la caja es plástica.

Este texto está basado y sigue los lineamientos de la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) edición marzo de 2006, denominada AEA 90364 (RIEI).

Existe una historia de propuestas y desencuentros en el tema de instalaciones eléctricas de inmuebles que nos indica que así como muchos queremos, proponemos y buscamos un sistema de Reglamentos Técnicos (Documentos de observancia obligatoria vinculados a una legislación) también hay muchos que no quieren esto y pretenden continuar un sistema de "libre albedrío eléctrico".

La experiencia de iniciativas y esfuerzos nos dice que para lograr los cambios es imprescindible una intensa tarea de difusión y capacitación, que realizada con dedicación y responsabilidad generará la necesidad de establecer obligaciones vinculantes entre quienes por su incumbencia elaboran un proyecto de instalación y quienes lo realizan; de modo que los destinatarios reciban un servicio legítimo en el marco de la ley. Tenemos mucha tarea por delante pues como dice la misma AEA 90364 *"a pesar de los esfuerzos, los accidentes originados en fallas en las instalaciones eléctricas en inmuebles continúan en un número inaceptable para el estado actual de la tecnología"*

Se ha demostrado internacionalmente que con proyectos y montajes establecidos y realizados mediante Reglamentaciones y controles de ejecución se puede mejorar la calidad y seguridad de las instalaciones eléctricas. La utilización en las obras de materiales que no responden a Normas de producto a veces se presentan como más económicas a la inversión inicial pero llevan a peligrosas situaciones ante las cuales los destinatarios "quedan solos" y deben hacerse cargo de las consecuencias de estos "ahorros intelectuales y de ejecución".



El Ingeniero Electricista Electrónico Rúben Roberto Levy es un especialista universitario, perito judicial y docente en la UNC, ha colaborado con la AEA y dictado numerosos cursos y seminarios en todo el país sobre Instalaciones Eléctricas en el marco de la normativa Argentina.



VNIVERSITAS. Editorial Científica Universitaria