



Universidad de la República Ing. Rafael Guarga Rector

Facultad de Arquitectura

Arq. Salvador Schelotto Decano

Consejo Facultad de Arquitectura

Orden Docente Arquitectos: Ricardo Vidart Gustavo Scheps Enrique Neiro Eduardo Folco César Fernández

Orden Egresados Arquitectos: J. Luis Oliver Elena Svirky

Perla Estable

Orden Estudiantil Bachilleres: Danielo de León Andrea Blanco Ignacio Errandonea

La edición de este Libro no hubiera sido posible sin la invalorable colaboración de los compañeros docentes de Proyecto de Arquitectura del Taller Neiro de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República

Ing. Ind. Octavio Rocha Laurens T.E. Osvaldo Canclini

y el entusiasta apoyo del Director del Taller

Arq. José Enrique Neiro

Además, el expreso agradecimiento a los Técnicos de UTE por la información brindada en los aspectos técnicos y reglamentarios.

NOTA PRELIMINAR

El tiempo es un cruel enemigo para las publicaciones en las que se recopilan informaciones. Casi 30 años transcurrieron de la 1ª Edición de estos Criterios para el Proyecto de Instalaciones Eléctricas (mal llamado en Viviendas pues se refiere en general a Edificios); en forma inesperada ese folleto mantuvo su vigencia hasta el presente, habiendo sido utilizado por generaciones de Arquitectos como auxiliar para la elaboración de la Carpeta del Curso de Proyecto de Arquitectura y continúa utilizándose en la actualidad sin que haya surgido ninguna otra publicación actualizada.

Pero los tiempos cambian los enfoques, los procedimientos, los materiales, y lo que es más grave, las disposiciones reglamentarias. Esta publicación hace mucho tiempo que se volvió obsoleta y la puesta en vigencia el 01.11.95 del nuevo Reglamento de Baja Tensión y la Norma de Instalaciones de UTE marcó el fin de la vida útil del mismo, imponiendo su renovación.

Es imperioso por tanto realizar un nuevo esfuerzo y publicar una revisión actualizada y ampliada de la información, pero restringida exclusivamente a suministrar la información que el estudiante necesita Se eliminan de la versión anterior aquellas informaciones generales que no tienen una relación directa con la misma. Los conceptos en general se mantienen, atendiendo los cambios reglamentarios producidos.

Se ha tratado de seguir en lo posible, el esquema de la Normativa de UTE contenida en los dos libros, Norma de Instalaciones y Reglamento de Baja Tensión, complementándolas con aclaraciones a fin de ayudar a su comprensión. No es un texto didáctico, sino más bien una serie de informaciones más o menos ordenadas y explicadas con la única finalidad de suministrar informaciones al Estudiante de Arquitectura para ejecutar el Proyecto de Instalaciones Eléctricas. A fin de facilitar la búsqueda del tema en caso de desear confirmar o ampliar la información, se citan el Capítulo e Ítem en que la disposición está contenida. Representa la situación reglamentaria a la fecha de elaboración de esta Publicación, que sin duda sufrirá cambios que en cada caso deben consultarse en UTE.

Repitiendo frases de la Nota Preliminar original, se enfoca en las siguientes páginas "un aspecto muy restringido de las instalaciones, limitándose a las interiores de edificios que no poseen carácter industrial" y cuya "única virtud es reunir y ordenar en unas pocas páginas un cierto número de informaciones que se halla dispersa en libros y manuales". No pretende de ninguna forma ser un texto ni sustituir la información brindada por la Cátedra.

Sólo que esta vez la vigencia no va a ser de décadas, la tecnología cambia en forma demasiado acelerada y la verdad de hoy no lo es más en un corto tiempo. Es de esperar que alguien con mayor entusiasmo y juventud acepte el desafío y realice las futuras actualizaciones a fin de adecuar la información a los tiempos que vendrán.

ING. IND. WALTER MARCHISIO

I. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

1. GENERALIDADES

Se denomina **instalación eléctrica** al conjunto de elementos que unen eléctricamente la **fuente** de alimentación a los diferentes aparatos de utilización o **receptores**.

Por **fuente** se entiende el elemento que suministra la energía eléctrica: una pila, una batería, un generador, son fuentes de energía eléctrica; a los efectos de la instalación interna de un edificio, la fuente está representada por la conexión a la red de UTE.

Los **receptores** son los aparatos que utilizan la energía eléctrica para su funcionamiento: lámparas, calefactores, radios, motores, etc.; el punto de conexión a la instalación recibe la denominación general de **puesta**.

2. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

Una instalación eléctrica está compuesta por una serie de elementos, que permiten su funcionamiento en forma eficiente y segura. Se distinguen:

- 1) los conductores destinados a transportar la energía eléctrica
- **2) las canalizaciones** en las que se alojan los mismos
- 3) los dispositivos de protección, comando y control, que permiten una cómoda y segura utilización de la energía.

2.1. CONDUCTORES

Algunos cuerpos son de constitución tal, que los electrones se desplazan fácilmente por los mismos, permitiendo el pasaje de la energía eléctrica; otros, por el contrario se oponen. Los primeros reciben la denominación de **conductores** y los otros de **aislantes**.

No existe una separación clara entre unos y otros, todos los cuerpos son más o menos conductores o aislantes. Del punto de vista eléctrico, se reserva la denominación a aquellos materiales que poseen en grado sumo las propiedades en uno u otro sentido. Los mejores conductores son los metales como la plata, el cobre, el oro, el aluminio, etc.; los aislantes son la porcelana, el vidrio, la mica, el amianto, los materiales plásticos, etc.

En una instalación, los **conductores** son las vías naturales para la circulación de la corriente eléctrica; están formados por hilos o alambres de material conductor. Pueden o no poseer una cubierta de material aislante, lo que permite clasificarlos en **desnudos** y **aislados**. Los desnudos solamente se pueden utilizar en bajas tensiones, o fuera del alcance de la mano y soportados en aisladores que impidan el desvío de la energía eléctrica por caminos no deseados. En instalaciones interiores en edificios, salvo casos muy particulares, se utilizan únicamente conductores aislados.

En la práctica, por razones de costo, se usan solamente como conductores el cobre y el aluminio; en lo que se refiere a los tipos de aislación utilizados, son muy variados, siendo el más común el cloruro de polivinilo (PVC), con aislación simple o con vaina (superplástico), utilizándose también aislaciones de polietileno reticulado XLPE, goma butílica, etc.

Hay una gran variedad de tipos de conductores, tanto por el material conductor en sí como por el tipo de aislación.

En instalaciones canalizadas, se utilizan conductores Clase 1 UNIT-IEC 228-95 (de un solo hilo) hasta 4 mm² de sección en cobre, y a partir de 6 mm² clase 2 (cableados) (RBT-II-3.2). La tendencia actual es utilizar siempre conductores ca-

bleados, lo que facilita el enhebrado; solamente razones de costo justifican el uso de alambres.

2.2. CANALIZACIONES

Las **canalizaciones** están destinadas a alojar los conductores, y las piezas que forman parte de la instalación: interruptores, tomacorrientes, fusibles, etc.

Así como los conductores son un elemento infaltable de la instalación, al punto que no puede concebirse la misma sin ellos, las canalizaciones pueden o no existir. Y ya que su destino es contener los conductores, prácticamente puede utilizarse como canalización cualquier tubo, caño, etc., con la única limitación de la seguridad de no introducir por sí mismos, un elemento peligroso, y por supuesto, que se haya realizado ante UTE el trámite de aceptación correspondiente.

Las canalizaciones normalmente utilizadas en instalaciones interiores, son los caños de hierro, los tubos de PVC rígidos o corrugados, los caños de fibrocemento, los caños de hormigón, las bandejas portacables y escalerillas, los ductos registrables, etc. Forman parte de las mismas los accesorios tales como cajas de registro, de centro, de brazo, de tomacorrientes, etc.

2.3. APARATOS DE PROTECCIÓN, COMANDO Y CONTROL

Toda instalación eléctrica, además de los conductores y canalizaciones, posee una serie de dispositivos que permiten maniobrar a voluntad los circuitos, proteger los materiales que la componen de daños que pudieran producirse en la misma por eventuales defectos, y controlar sus variables. Son los aparatos de **protección**, **comando y control**.

2.3.1 Aparatos de comando

Los dispositivos de comando permiten maniobrar el funcionamiento de un determinado aparato de consumo interrumpiendo a voluntad y en forma cómoda y segura el pasaje de la corriente; están representados por los interruptores.

Los **interruptores** son dispositivos que se intercalan en un circuito eléctrico cuya función es abrir (o cerrar) el mismo, comandando por consiguiente el funcionamiento de un cierto aparato (p.ej. una lámpara). A esos efectos, es suficiente que corte uno solo de los polos interrumpiendo el pasaje de la corriente: son los interruptores unipolares. Pero aún cuando el receptor deje de funcionar, el mismo continúa conectado a la fuente por el otro conductor, de forma que no se pueden tocar los contactos sin exponerse a un accidente. Existen otros tipos de interruptor, que además de abrir el circuito en un punto, aíslan el aparato de la fuente cortando todos los polos: son los interruptores **bipolares** que cortan los dos polos en una instalación monofásica y los tripolares que cortan los tres polos en una instalación trifásica. Son muy utilizados en ambientes húmedos por razones de seguridad; y las disposiciones reglamentarias determinan ciertas puestas que deben ser obligatoriamente comandadas por interruptores **omnipolares**, (que cortan todos los polos).

8

En el caso de instalaciones trifásicas en 400 V con neutro en que los circuitos monofásicos de 220 V se hacen entre polo vivo y neutro (teóricamente a potencial cero), puede interrumpirse solamente el polo vivo siendo innecesario cortar el neutro. Existen dos tendencias para la protección de derivaciones, una en que se corta el neutro y otra no, utilizando en el primer caso disyuntores bipolares y en la segunda unipolares. En viviendas, los IAC (Interruptores Automáticos de Circuitos) deben ser reglamentariamente de corte omnipolar (NI Cap.I Item 14.4) por razones de seguridad, aún cuando en circuitos de 400 V es suficiente cortar los polos vivos.

Los interruptores más usados en edificios son:

- · los unipolares comunes.
- · los bipolares comunes.
- los de dos y más secciones, que no son más que la unión en una misma pieza de dos o más interruptores unipolares, para la maniobra desde un único punto varias luces con un solo interruptor múltiple.
- los de combinación (en realidad conmutadores sin posición abierto) para comandar un circuito desde dos puntos (caso de la luz de escalera).

Se distinguen por su forma de operación interruptores de **accionamiento manual** y de **comando a distancia** en los que mediante un botón pulsador se acciona una bobina que comanda el cierre y la apertura del mismo. Los tipos de interruptores son muy variados, tanto por sus detalles como por sus características de funcionamiento, pero todos ellos tienen una construcción similar. Constan de:

- un soporte aislante sobre el que se montan los diversos elementos.
- una base conductora con sus bornes de entrada y salida en la que se inserta el interruptor
- el interruptor en sí, con sus contactos fijos y móviles, sistema de accionamiento con mecanismo de corte rápido y elementos accesorios que pueden o no existir (apaga chispas, contactos auxiliares, etc.).
- una cubierta de protección que impide el acceso a los elementos bajo tensión.

En el cuadro siguiente se listan las clases de interruptores mencionados.

CUADRO DE INTERRUPTORES

No.POLOS	TIPO	ESQUEMA	PLANOS
	COMUNES	0-6	S,
UNIPOLARES	2 SECCIONES	R	36
	COMBINACION	0-0	0
BIPOLARES		6-T6	o^^
TRIPOLARES		13°	8"

2.3.2 Aparatos de protección

Los elementos de una instalación eléctrica se dimensionan para una determinada capacidad; el funcionamiento por encima de la misma, puede producir daños de entidad y ser causa de accidentes. Por consiguiente, toda instalación debe poseer dispositivos de protección que se intercalan al comienzo de cada circuito, los que interrumpen en forma automática el pasaje de la corriente cuando la misma sobrepasa los valores de diseño. Debe recordarse que esos dispositivos protegen conductores y no aparatos de consumo, por lo que su capacidad debe estar de acuerdo con la sección de los mismos; si los aparatos poseen elemento de protección, éste está destinado a protegerlos y se dimensiona de acuerdo con su potencia.

Todos los conductores vivos pertenecientes a una línea o derivación (entendiendo por conductores vivos aquellos que tienen potencial distinto de cero) deben tener en su arranque su correspondiente elemento de protección y eventualmente de comando. En cambio, los conductores de protección no deben cortarse en ningún punto de la instalación (RBT, Cap. XXIII Item 10.5), y no es obligatorio cortar el conductor neutro; solamente es reglamentariamente obligatorio en el ICP, que debe ser bipolar para suministros monofásicos (RBT Cap. V Item 1.3) y tetrapolar monobloc para trifásicos con neutro. (RBT Cap.II ANEXO 10), (RBT, Cap. V Item 1.3), (RBT Cap.V Item 1.3), (RBT Cap.V Item 1.3), (RBT Cap.IX Item 2.-c).

9

Por lo tanto, en la instalación no se colocan elementos de protección ni maniobra para los conductores neutros y de protección (tierra) salvo en los casos indicados. Aparecen en su lugar en los tableros, barras o borneras para conexión:

- de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de protección (tierra).
- de los conductores neutros en tableros trifásicos 400 V.

sistema que ofrece mayor seguridad que los tradicionales empalmes permitiendo las conexiones en forma firme y ordenada. Un puente desconector permite aislar neutro y tierra de las derivaciones con fines de operación.

Los defectos que pueden producirse son de dos tipos: **sobrecargas** y **cortocircuitos**.

Las **sobrecargas** se producen cuando en un circuito se conecta un aparato de consumo que absorbe una potencia superior a la de diseño del mismo, o existen contactos accidentales indirectos entre los conductores vivos o entre un conductor vivo y otro de potencial diferente. Eso provoca el pasaje de una corriente excesiva que eleva la temperatura del conductor, la que depende del valor de la corriente de defecto y el tiempo que la misma se mantiene; cuanto mayores sean la corriente y la duración del defecto, mayor es la elevación de la temperatura, pudiendo finalmente dañar la aislación de los conductores.

Los **cortocircuitos** en cambio provocan daños en forma instantánea; se producen cuando existe un contacto franco entre los conductores vivos o en-

tre un conductor vivo y otro de potencial diferente (p.ej. neutro o tierra); la corriente que circula es de tal intensidad que en un tiempo despreciable puede provocar daños de entidad en la instalación

Por consiguiente, los aparatos de protección deben cortar la corriente en tiempo cero en cortocircuito, y en tiempo que depende de la intensidad del defecto en sobrecargas, permitiendo el aumento de la corriente por un tiempo limitado, tanto mayor cuanto menor sea el aumento de la intensidad.

Existen dos tipos de aparatos de protección: los **fusibles** y los **interruptores automáticos**.

Los **fusibles** son protecciones destructivas, puntos débiles de la instalación que se destruyen a sí mismos para protegerla. Hay variedad de fusibles, pero su construcción es siempre similar; constan de:

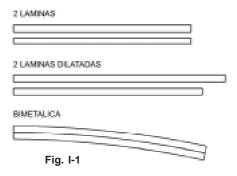
- un soporte aislante sobre el que se montan los diversos elementos
- una base conductora con sus bornes de entrada y salida en la que se inserta el elemento fusible
- el fusible en sí formado por un alambre o lámina de metal (plomo, plata, etc.) dimensionado de forma que se funde cuando la corriente que lo atraviesa pasa de cierto valor, en un tiempo que depende de su curva característica corriente-tiempo. El metal que constituye el elemento fusible debe soportar los ataques por los elementos atmosféricos (p.ej., no debe usarse cobre) y su conexión debe ser firme a fin de evitar daños por calentamiento debido a falsos contactos.
- una cubierta de protección que evita la proyección del metal fundido hacia el observador en el momento del salto.

Constructivamente, los fusibles son de tipos muy variados, tapones, cartuchos en sus diversas formas, etc.

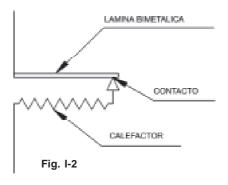
Los interruptores automáticos térmicos y térmico-magnéticos, en cambio, son protecciones no destructivas, que provocan la apertura del circuito en forma automática, y permiten el restablecimiento con una simple operación de reenganche (reset) sin necesitar la sustitución de ningún elemento.

El principio de funcionamiento de los **interruptores térmicos** es muy sencillo y se basa en el uso de las **láminas bimetálicas**.

Es conocida la propiedad de todos los cuerpos de dilatarse al aumentar su temperatura; pero no todos dilatan igual, dependiendo su aumento dimensional del coeficiente de dilatación del mismo. Si dos láminas de idénticas dimensiones de materiales de distinto coeficiente de dilatación se calientan juntas de forma de alcanzar la misma temperatura, una de ellas dilata más que la otra. Pero si se sueldan de forma que no pueda desplazarse una respecto a la otra formando una lámina bimetálica, las tensiones creadas por el calentamiento hacen que la misma se curve hacia el lado del metal que tiene menor coeficiente de dilatación (Fig.I-1).

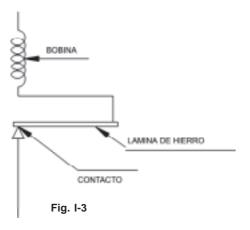


Si la corriente se hace circular a través de una resistencia que calienta una lámina bimetálica que hace contacto en un punto fijo, mientras los valores de la misma sean los normales, el calor desprendido por la resistencia no es suficiente para curvar la lámina; pero cuando la misma aumenta, el calentamiento es mayor y la lámina se curva y abre el contacto interrumpiendo el circuito; si existe un sistema cualquiera que impida que la lámina vuelva a su posición de reposo cuando la resistencia no caliente más, se habrá construido un interruptor térmico elemental. (Fig. I-2).



Los interruptores magnéticos se basan en la propiedad de los imanes de atraer el hierro y sus aleaciones. Por supuesto, no se usan imanes permanentes sino bobinas, que al ser recorridas por una corriente, se comportan como imanes, recibiendo la denominación de electroimanes.

El principio de funcionamiento de los interruptores magnéticos es hacer pasar la corriente que recorre el circuito que se desea proteger por una bobina en posición de atraer una lámina ferrosa que descansa sobre un contacto fijo. (Fig.I-3).



Mientras la corriente se mantiene dentro de los valores normales, la fuerza de atracción no es suficiente para levantar la lámina, permaneciendo cerrado el contacto.

Pero en cuanto la misma sobrepasa los límites de diseño, la bobina separa la lámina del contacto en tiempo cero, abriendo el circuito e interrumpiendo el pasaje de la corriente. Si existe un sistema cualquiera que impida que la lámina retorne a la posición de reposo cuando la bobina deje de atraerla, se habrá construido un interruptor magnético elemental.

Los **térmicos** son adecuados para **sobrecargas** ya que el calentamiento es mayor cuanto mayor sea el valor de la corriente y el tiempo que la misma se mantenga, de forma que para sobrecargas moderadas la apertura se hace en un tiempo prolongado y en sobrecargas grandes en un tiempo corto. La curva corriente-tiempo de apertura responde en general a la forma en que se producen los posibles daños en los materiales de la instalación. Pero no son adecuados en cortocircuitos, en los que la corriente alcanza valores muy altos en un tiempo despreciable, pues

por grande que sea la corriente, el tiempo que tarda la resistencia en curvar la lámina hace que los daños se produzcan antes que el interruptor térmico abra; estos dispositivos no pueden usarse solos, sino en combinación con fusibles rápidos o con interruptores magnéticos. 11

En cambio, los **magnéticos** protegen bien contra **cortocircuitos**, pero no admiten sobrecargas; apenas la corriente sobrepasa el valor de diseño, abren el circuito en forma instantánea, no admitiendo pequeños aumentos incapaces de producir daños en un tiempo moderado. A fin de utilizarlos en sobrecargas, algunos interruptores especiales puramente magnéticos poseen un sistema de retardo (generalmente hidráulico) que impide el corte instantáneo, pero no son muy comunes.

Los interruptores **térmico-magnéticos** utilizan ambos principios combinados: la protección térmica regulada a la corriente nominal con un cierto porcentaje de sobrecarga admisible, y la protección magnética a varias veces la corriente nominal, de forma que en sobrecargas actúa la protección térmica y en cortocircuitos la protección magnética.

No existe ningún interruptor térmico o magnético construido en forma tan sencilla, aunque el principio de funcionamiento es el descripto; la construcción es bastante más compleja: poseen un sistema de accionamiento, hay un mecanismo que impide a las láminas volver a la posición de descanso sin realizar una operación de reenganche (reset), suelen admitir regulaciones, etc.

En la Fig.I-4 (tomada del catálogo Medex) se muestra el corte de un interruptor automático térmico magnético (o magnetotérmico) en su construcción real; la única diferencia con el principio de funcionamiento descripto es que el sistema magnético no actúa sobre un contacto sino que desplaza mecánicamente una palanca provocando el disparo del interruptor, que debe reponerse con una simple maniobra de la misma.

El disparo térmico se efectúa a través de la lámina bimetálica (A) que se regula mediante un tornillo (C) de forma que el bimetal se calienta al paso de la corriente, curvándose; al alcanzar un valor determinado, actúa sobre el apoyo de la palanca (G) produciéndose el disparo del interruptor.

INTERRUPTOR TÉRMICO MAGNÉTICO

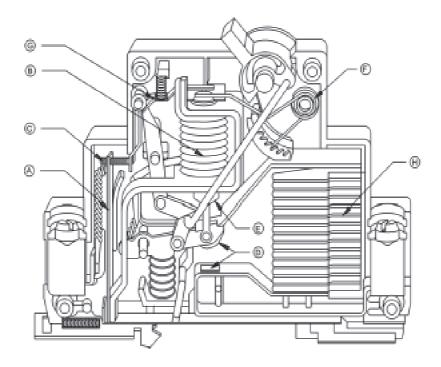


LÁMINA BINETÁLICA BOBINA DEL BLECTROMÁN TORNILLO DE RESULACIÓN INTERRUPTOR NÚCLEO DEL ELECTROMÁN RESORTE DE REGULACIÓN APOYO DE LA PALANCA APAGACHISPAS

Fig. I-4

TOMADA DEL CATALOGO MEDEX

El disparo magnético se efectúa a través del núcleo (E) del electroimán, regulado por un resorte (F), de forma tal que cuando la fuerza de atracción de la bobina (B) del electroimán es suficientemente grande, vence la resistencia del resorte actuando sobre el apoyo de la palanca (G) produciéndose el disparo.

La apertura del interruptor (D) y la extinción del arco eléctrico por el apagachispas (H) se realiza en un tiempo muy corto, del orden de los 20 milisegundos.

Otro elemento de protección es el **Interruptor o Disyuntor Diferencial**, que tiene como función proteger tanto la instalación como a los individuos contra corrientes peligrosas de fuga por contactos directos e indirectos, que debe instalarse obligatoriamente en todos los Tableros Distribuidores (Generales) de los clientes (NI, Cap. I ANEXO **IV** Apartado 6).

Un interruptor diferencial, está compuesto normalmente por los siguientes elementos:

- · Un transformador toroidal
- · Un relé electromecánico
- · Un mecanismo de conexión y desconexión

· Un circuito auxiliar de prueba

Todos los conductores pasan por el núcleo del transformador; cuando la **suma vectorial** de las intensidades es distinta de cero (o sea que existen fugas), en el secundario se induce una tensión que provoca la excitación de un relé que abre el interruptor. La apertura se produce cuando la corriente de fuga supera la corriente de regulación. El valor mínimo de la corriente de defecto a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente en un tiempo conveniente, determina la sensibilidad del mismo.

El Interruptor Diferencial debe poseer una sensibilidad que provoque el corte de la energía en caso de defecto indirecto para evitar que el potencial de las masas supere 24 V en lugares húmedos o 50 V en lugares secos. La corriente nominal depende del valor de la resistencia de la puesta a tierra; en **instalaciones domiciliarias** es obligatorio el uso de interruptores diferenciales con una sensibilidad de 30 mA (RBT, Cap. VIII Item 5.-).

La corriente de defecto está relacionada con la resistencia de la puesta a tierra, y debe limitarse de forma de no alcanzar las tensiones de seguridad indicadas; el interruptor diferencial debe tener una sensibilidad dada por las expresiones

donde R es la resistencia de la puesta a tierra e l la sensibilidad del diferencial.

Existen en el mercado interruptores diferenciales modulares que se anexan a los interruptores magnetotérmicos y combinados diferencial-magnetotérmicos formando un conjunto.

En el caso de instalaciones interiores de gran complejidad o extensión, es conveniente utilizar interruptores diferenciales de intensidad nominal decreciente **en cascada** que actúen selectivamente cortando solamente el tablero con defecto y manteniendo en funcionamiento el resto de la instalación.(NI, Cap.I Ítem 14.4 b).

2.3.3 Aparatos de control

Finalmente, los aparatos de control realizan la lectura de los parámetros de funcionamiento de

la instalación, y van desde una simple lámpara testigo hasta instrumentos más complejos de medida como voltímetros, amperímetros, fasímetros, medidores de consumo, etc.

3. CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES

3.1. POR SU FORMA DE EJECUCIÓN

Por su forma de ejecución, las instalaciones eléctricas se clasifican en:

- aparentes
- embutidas

Las instalaciones **aparentes** son aquellas que se ejecutan por la superficie de los muros, techos, cerchas etc. con los conductores canalizados o no. Un caso particular de las instalaciones aparentes son las instalaciones aéreas.

Las **embutidas** se enhebran en canalizaciones que se tienden dentro de muros, losas, pisos, etc. Se distinguen dentro de las embutidas las subterráneas que se alojan por debajo de los pisos.

En el cuadro siguiente se muestra la clasificación, indicando los tipos más comunes dentro de cada grupo (RBT Cap. VIII):

ELECTRICAS APARENTES	AEREAS	En cable preensamblado Sobre aisladores Con guías de cable de acero	
		En tubos plásticos livianos	
		En superplástico	
		En tubos de hierro o plástico	
L L		Sobre aisladores	
		COMUNES	En caños de fibrocemento
IES			En ductos o bandejas portacables
Ö	$ \stackrel{\circ}{\Box} \qquad $		En cables especiales (XLPE, preensamblado, etc.)
PG		En barras dentro de ductos	
NSTALACIONES	EMBUTIDAS		En tubos de hierro o plástico o ductos
Ž	INS AS	COMUNES SUBTERRANEAS	En caños de fibrocemento
	SUBTERRANEAS	En canales registrables	
MBI		En caños con cámaras	
	Ш		En cables especiales directamente enterrados

3.2. POR EL AGRUPAMIENTO DE LOS ELEMENTOS

Los aparatos de protección, comando y control se agrupan generalmente en gabinetes que reciben la denominación general de **tableros**. Se define como tablero todo agrupamiento, en una envolvente adecuada, de elementos de protección, maniobra y control (RBT Cap. V Item 1.4.1); los mismos, hasta que UNIT adopte una norma nacional, deben ajustarse a la Norma IEC 439.

De los tableros parten líneas y derivaciones. Se entiende por **línea** el ramal que parte de un tablero para alimentar otro, y por **derivación**, aquella que parte de un tablero y alimenta un receptor o puesta. Toda línea que parte de un tablero, debe poseer a la salida sus correspondientes elementos de protección y de comando y toda derivación su elemento de protección; según los casos, las derivaciones pueden o no tener elementos de comando dentro del tablero.

Se distinguen:

- · Tableros propiamente dichos
- · Centralizaciones

Todo tablero, tanto general como derivado, debe contar a la llegada de la línea de alimentación con elementos generales de comando y protección para la carga total que distribuye el mismo (RBT Cap. V Item 1.4.1.- c).

Por razones de accesibilidad todos los aparatos de maniobra deben situarse a una altura entre 0,25 m y 2,- m medidos desde el piso (RBT Cap. V Item 1.4.3). Por tanto, esa es la altura a que deben instalarse los tableros, por lo menos los elementos de protección y comando que contiene. Normalmente, se instalan de forma que la altura de su punto medio sobre el nivel de piso es aproximadamente 1,50 m.

Las **centralizaciones** son un caso particular de los tableros en las que sólo existen elementos de protección; la línea no tiene a la llegada elementos generales, y recorre los distintos elementos de protección, continuando o no a otra centralización sin cortes. Las centralizaciones deben situarse en una caja cuya arista inferior esté a una altura no menor de 2 m del piso (RBT Cap. V Item 1.6).

En el cuadro siguiente se indican las características de los tableros:

TABLEROS

TIPO	ALTURA m	ELEM. GENERALES
TABLEROS PROPIAMENTE DICHOS	0,25 a 2,00	SÍ
CENTRALIZACIONES	> 2,00	NO

Basándose en al agrupamiento de los elementos de protección y maniobra, las instalaciones se clasifican en:

- · centralizadas
- · semicentralizadas
- distribuidas

3.2.1 Instalaciones centralizadas

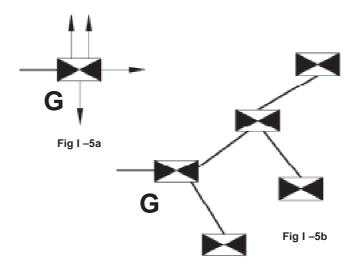
Las instalaciones **centralizadas** son aquellas que poseen un único tablero con sus correspondientes elementos generales de donde parten todas las derivaciones (Fig.I-5a). Son las instalaciones más comunes en unidades de tamaño pequeño o medio: viviendas, comercios, etc.

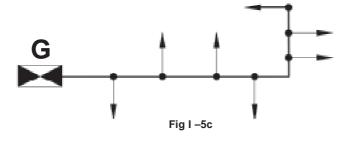
3.2.2 Instalaciones semicentralizadas

Las instalaciones **semicentralizadas** constan de un tablero general de donde parten las derivaciones propias (que pueden o no existir) y las líneas alimentadoras de uno o más tableros derivados que poseen a su vez sus propios ramales; en el tablero general se incluyen los elementos de protección y comando de sus propias derivaciones y de las líneas que alimentan los tableros derivados, y en éstos, los de sus derivaciones (Fig.I-5b). Es el caso de edificios de cierta importancia, centros de enseñanza, instalaciones de servicio en núcleos habitacionales, etc.

3.2.3 Instalaciones distribuidas

Las instalaciones **distribuidas**, en cambio, poseen un tablero con sus correspondientes elementos de protección y comando generales, del cual parte una línea general que recorre los diferentes locales y alimenta las derivaciones intercalando el elemento de protección correspondiente (generalmente un fusible), localizado en el arranque de las mismas de forma que resultan así distribuidos a lo largo de la línea. Este tipo de instalaciones es que se encuentra en edificios viejos y en la actualidad, salvo casos especiales, es poco frecuente. Cuando la instalación distribuida es embutida, los elementos de protección se alojan en cajas de centralización de tamaño adecuado. (Fig.I-5c).





II. ASPECTOS DEL PROYECTO

1. GENERALIDADES

El Proyecto de Acondicionamiento Eléctrico forma parte del Proyecto de Arquitectura y al igual que los demás componentes de la construcción (albañilería, estructura, acondicionamiento sanitario, térmico y lumínico natural y artificial, acústico, etc.) debe formularse en conjunto de forma de obtener una unidad integrada. Existe la tendencia de agrupar las disciplinas especializadas bajo el nombre de **Técnicas** como si fueran un complemento de la Arquitectura, cuando no son más que uno de los tantos aspectos del proyecto total

Si bien es cierto que en la vida profesional el Arquitecto no puede abarcar todos los detalles de la obra y en edificios de cierta importancia cuenta con Asesores que estudian las distintas especialidades, siempre él es el autor del Proyecto, y aunque delegue funciones a Técnicos especializados, las directivas generales y el juicio final de lo aportado por los mismos son de su responsabilidad.

La razón para incluir el Proyecto de una Instalación Eléctrica en el Curso de Proyecto de Arquitectura (Carpeta), tiene como meta incursionar, probablemente por única vez en la vida profesional del Arquitecto, en los detalles del mismo y crear un lenguaje válido para discutir con el especialista las soluciones adoptadas de forma de obtener un resultado integrado con el proyecto total. El especialista seguramente proyectará una instalación correcta desde su punto de vista, pero como su formación es diferente de la del Arquitecto, puede no tener la adecuada perspectiva para respetar las determinantes en que se basó la solución global.

Un proyecto correcto debe reafirmar la solución adoptada y no negarla. Y este es un juicio que el Arquitecto no puede delegar; en la etapa de construcción, las incoherencias van a surgir claramente, pero ya es tarde para corregirlas, o por lo menos dificultoso y caro. El análisis del proyecto es imperativo; adjuntarlo a las demás piezas sin analizarlo, puede tener un resultado imprevisto.

2. IMPORTANCIA DEL PROYECTO

Lamentablemente, no siempre existe un Proyecto de Instalaciones Eléctricas formando parte del Proyecto de Arquitectura, solamente cuando lo exigen las bases o en obras de cierta complejidad. Normalmente la Instalación queda librada al buen juicio del Instalador; en edificios comunes, especialmente en conjuntos de viviendas, el Arquitecto no llama un especialista, y por propia decisión o por imposición del Propietario o Promotor, realiza él mismo directamente el "proyecto" de Eléctricas que consiste en ubicar las puestas, los interruptores y los tableros sin especificar trazados, materiales ni procedimientos.

La razón es disminuir costos obviando el pago de honorarios profesionales al Asesor, una economía insignificante pues los honorarios por proyecto suelen ser un porcentaje muy bajo del valor de la construcción.

Si se desea hacer una Instalación Eléctrica con un cierto nivel de calidad, debe realizarse un Proyecto de Instalaciones contemplando esas exigencias.

La inexistencia de Proyecto de Instalaciones Eléctricas tiene varias desventajas:

- 1) No es posible pedir más de un precio pues las ofertas, al no estar definidos los trabajos a cotizar, no resultan comparables. Normalmente, se contratan los trabajos directamente con un Instalador de confianza.
- 2) Como Uruguay es actualmente un mercado de precios y no de calidad, el Instalador tiene dos metas muy claras para no quedar fuera del mercado:

- Hacer la instalación al menor precio encarando los trabajos de forma de disminuir al mínimo los costos.
- Ejecutarlas de forma que puedan ser aprobadas por UTE cumpliendo estrictamente las exigencias reglamentarias.

3. ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Proyectar una instalación eléctrica significa: determinar los puntos de alimentación, ubicar los tableros generales y derivados, trazar los circuitos de alimentación, ubicar las puestas con sus correspondientes aparatos de protección y comando, trazar las derivaciones, dimensionar los distintos elementos, seleccionar los materiales a utilizar y expresar los resultados obtenidos.

La estructuración de un proyecto debe ir **de lo general a lo particular**: una instalación con un esquema general correcto, da como resultado un buen proyecto aún cuando existan algunos errores puntuales en los detalles. Pero un proyecto perfecto en lo particular basado en una distribución general incorrecta que no sea coherente con el proyecto arquitectónico, nunca pasará de mediocre.

Normalmente el suministro de UTE se hace en Baja Tensión a las tensiones de utilización. Pero en ciertos casos eso no es posible por no existir capacidad disponible en las líneas distribuidoras de Baja Tensión o las condiciones así lo exijan, y el suministro se hace en Media Tensión siendo necesaria una Subestación reductora. (Por Baja Tensión se entienden los voltajes hasta 1.000 V).

El proyecto comienza por determinar, si para la potencia a solicitar en esa ubicación, el suministro se hace en Baja Tensión o es necesaria Subestación; para ello se debe realizar un **censo primario de cargas** necesarias según el método establecido en el Cap. **VI** de esta Publicación.

En base a los datos obtenidos, si la carga total es mayor que 50 kW, en general se necesita una Subestación; y únicamente la misma puede obviarse en casos particulares, lo que solamente puede determinarse consultando los Servicios Técnicos correspondientes de UTE. (NI, Cap. I, Item 3).

4. CARACTERISTICAS DEL SUMINISTRO

En Uruguay, el suministro de energía eléctrica se hace en corriente alterna de 50 Hz en Baja, Media y Alta Tensión; hasta hace poco tiempo, en Baja Tensión solamente a 220 V.

Y como UTE ha decidido incorporar como nuevas tensiones de distribución **400 V y 22 kV** (NI, Cap. I Anexo IV pág. 139), se agregan 230 V en monofásica y 400 V en trifásica.

Resumiendo, la energía suministrada por UTE según la Normativa vigente, tiene las características indicadas en la tabla II-1 (NI, Cap. I Item 2):

La tensión de suministro en Media y Alta Tensión depende de la carga solicitada y la zona del país donde las mismas se radiquen, siendo actualmente **Media Tensión** 6 y 15 (o 20 kV) y **Alta Tensión** 30/60 kV. (RBT, Cap. **XXIV** Anexo I).

Tabla II-1

TIPOS DE SUMINISTRO

CLASE	FASES	TENSION	NEUTRO
	monofásica	220 V	
Baja Tensión	monofásica	230 V	aterrado
	trifásica	220V	aislado
	trifásica	400 V	accesible y aterrado
Media Tensión	trifásica	Según los	accesible y aterrado
Alta Tensión	trifásica	casos*	accesible y aterrado

^{*}depende de las cargas solicitadas y la zona del país.

Para todo suministro cuya tensión sea >400 V o su carga individual sea >300 kW, UTE medirá la energía en Media o Alta Tensión (Actualmente MT 6 kV o 15 kV), quedando la transformación a cargo del cliente, debiéndose respetar, en Baja Tensión, las prescripciones del Reglamento, y para Media y Alta Tensión, las Instrucciones Reglamentarias de UTE (NI, Cap. I Anexo II Item 2.- pág. 129)..

El cliente debe proporcionar a UTE un predio debidamente acondicionado o un local apropiado cuyas dimensiones mínimas serán determinadas por esa Empresa, donde se instalarán las celdas de corte y medida que correspondan; ese predio o local será entregado a UTE en donación o comodato. La energía se entrega mediante barras o cable en la celda del cliente, en bornes de un seccionador de cuchillas tripolar, montado en el local de la SE propia. La instalación y los equipos alimentados en Media Tensión, serán clase 24 kV previendo el cambio de Media Tensión a 22 kV, con independencia de la ten-

sión actual. (NI, Cap. I Anexo IV, final Pág. 140).

Resumiendo, para todo suministro cuya tensión sea >400 V, o su carga individual >300 kW, UTE exige la construcción de una Subestación UTE de MT de la que se alimenta otra de BT propia del cliente. La SE de MT puede ser externa o en edificio, pero la SE de BT del cliente debe estar en local, en lo posible adyacente al de MT.

La carga menor que UTE suministra normalmente en Baja Tensión es 3,3 kW; solamente se podrá solicitar 2,2 kW para servicios tales como pequeños quioscos, garitas, servicios generales de viviendas hasta 3 plantas, viviendas modestas, etc. donde la carga principal sea iluminación o pequeñas cargas cuya simultaneidad no supere los 10 A. (NI, Cap. I Item 2) y 1,32 kW para cabinas telefónicas y refugios peatonales.

En la tabla II-2 se indican las cargas normalizadas de suministro en Baja Tensión (NI, Cap. I Anexo I Item 2 pág. 118 actualizado en junio '98):

Tabla II-2CARGAS NORMALIZADAS EN BAJA TENSIÓN

POTENCIA A SOLICITAR (kW)			CORRIENTE NOMINAL (A)
MONOFÁSICO 220 V ⁽¹⁾	TRIFÁSICO 220 V	TRIFÁSICO 380 V(2)	NOMINAL (A)
1,32 ⁽³⁾			6
2,2 ⁽⁴⁾	3,8(5)	6,6 ⁽⁵⁾	10
3,3	5,7(5)	9,9	15
4,4	7,6(5)	13,2	20
5,5	9,5	16,5	25
6,6	11,4	19,8	30
8,8	15,2	26,3	40
11 ⁽⁶⁾	19	32,9	50
13,9(6)	23,9	41,5	63
16 ⁽⁶⁾			73

⁽¹⁾ La tensión, en los sistemas de 380 V, será entre neutro y polo activo.

⁽²⁾ Se suministrarán por medio de 4 conductores, 3 activos y 1 neutro.

⁽³⁾ Sólo para cabinas telefónicas y refugios peatonales.

⁽⁴⁾ Sólo para pequeños quioscos, garitas, servicios generales en edificios de hasta 3 plantas, viviendas modestas, etc.r igiendo para los demás casos el mínimo de 3,3 kW.

⁽⁵⁾ Sólo se admitirán en casos especiales, cuando se justifique la necesidad de contar con distribución trifásica, lo cualserá determinado por los servicios técnicos en función de las características de los receptores a instalar y según surja de la documentación técnica presentada.

⁽⁶⁾ Sólo para algunas zonas rurales.

Cuando la potencia solicitada no supere los valores de la tabla anterior, ésta deberá coincidir con uno de ellos, pudiéndose solicitar cualquier valor, (sin fracción menor a 0,1 kW) cuando se trate de potencias mayores. (NI, Cap. I Anexo I, Item 2.1 Pág. 117 modificada en junio de 1998).

La elección del tipo de suministro depende de la necesidad o no de **energía trifásica** basado en la potencia a solicitar o al tipo de cargas a conectar; en locales donde se utiliza energía trifásica (industrias p.ej.), el suministro debe ser trifásico aún cuando la importancia de la carga a solicitar no lo exija.

Normalmente los servicios en Baja Tensión son monofásicos hasta 8,8 kW en 220/230 V, admitiéndose hasta 16 kW en algunas zonas rurales en las que puedan conectarse transformadores monofásicos en la red de Media Tensión. Por encima de esas potencias y cuando las cargas lo exijan, los suministros serán trifásicos a la tensión requerida.

Las instalaciones serán dimensionadas para una carga de 6,6 kW cuando sean monofásicas, aún cuando se solicite una potencia menor. Se exceptúan aquellas destinadas a pequeños quioscos, garitas, viviendas modestas, o servicios generales de edificios de tres plantas cuando la carga que se solicite sea 2,2 kW. Asimismo, en el caso de que sean trifásicas, de acuerdo a lo indicado en la tabla anterior, se dimensionarán para una carga de 7,6 kW.(NI, Cap. I Anexo I, Item 2.1 Pág. 117 modificada en junio de 1998).

Eso significa que los elementos de la línea de enlace, CGP (Caja General de Protección), línea

repartidora y derivación (línea) individual, serán sobredimensionados de acuerdo a lo establecido en el párrafo anterior; en esa forma, los únicos elementos que cambiará UTE al solicitarse un aumento de carga hasta esas potencias, son el ICP (Interruptor Controlador de Potencia) y el medidor. 20

La identificación de los conductores se realizará mediante el color de su aislación (RBT ADENDA Art. 3.2.-i pág.3) según la tabla II-3.

Tabla II-3

COLORES CONVENCIONALES

Protección	Verde-amarilllo (1)
Polo R	Rojo (2)
Polo S	Blanco (2)
Polo T	Marrón (2)
Neutro N	Azul claro

- (1) Transitoriamente se admitirá el color verde.
- (2) Estos colores deberán ser utilizados hasta el tablero general del cliente. En el resto de la Instalación podrá emplearse otros colores, excepto para protección (tierra) y neutro

5. ETAPAS

En un Proyecto de Instalaciones Eléctricas hay tres partes claramente definidas:

- Anteproyecto
- Dimensionado
- Expresión

Las mismas se desarrollan en forma detallada en los siguientes Capítulos.

III. ANTEPROYECTO

1. GENERALIDADES

El proyecto de una instalación eléctrica comienza por una **Anteproyecto** de la misma, en el cual se determinan el sistema de alimentación y los distintos componentes, pero sin llegar a un detallamiento ni a un dimensionado, con la sola excepción de aquellos casos en que un precálculo pueda ser decisivo para la elección o ubicación de algún elemento.

Como se expresó en el Capítulo anterior, el Anteproyecto debe encararse partiendo de lo general hacia lo particular; y deben cumplirse las etapas indicadas en el orden establecido.

2. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

El primer paso es definir si la alimentación del o los Tableros Generales se hace directamente de las líneas distribuidoras de Baja Tensión de UTE o es necesaria una subestación reductora. Y si lo es, determinar ubicación y proyectar el local destinado a la misma.

Debe resaltarse especialmente que la necesidad o no de Subestación solamente puede ser determinada en forma definitiva por UTE que posee un total conocimiento de la situación de sus redes distribuidoras y la posibilidad de atender la solicitud de potencia en Baja Tensión. Para potencias >50 kW la Subestación es necesaria salvo que UTE lo exima expresamente de esta obligación (Ver Ítem 2.2 siguiente).

Para ello es necesario proceder en el siguiente orden:

- 1) Efectuar un censo primario de cargas.
- 2) Ubicar y diseñar el **local de la subestación**, en caso de ser necesaria.
- 3) Formular un anteproyecto tentativo de las instalaciones de enlace.

2.1. CENSO DE CARGAS

Primeramente es necesario efectuar un **censo primario de cargas** según los criterios indicados en el Cap.**VI** de esta publicación a fin de determinar la potencia a solicitar y determinar si basándose en los datos obtenidos es necesaria Subestación.

2.2. LOCAL PARA SUBESTACIÓN

Si se determina que es necesaria una **Subesta-**ción reductora, hay que elegir la ubicación de la misma y si es en local cerrado o a la intemperie. En zonas urbanas, normalmente se exige local, el que debe proyectarse según exigencias UTE. Pero aún cuando la subestación no sea exigida, si la potencia solicitada es superior a 50 kW, el solicitante tiene la obligación de reservar en su inmueble un local para el montaje de la **Subestación**, salvo que UTE lo exima expresamente de esta obligación (NI, Cap. I Item 3).

La previsión de un local para la Subestación debe hacerse en las primeras etapas de la Composición, cuando la aparición del mismo con dimensiones y requerimientos propios no implica modificaciones en la disposición de las áreas asignadas a cada función, sólo un ordenamiento diferente; como ese local debe tener acceso directo de la calle y normalmente se ubica a nivel de Planta Baja, con aberturas con características propias, suele presentar ciertas dificultades en su emplazamiento para evitar desordenar las fachadas. Además, si no es exento y se incluye en el edificio con locales sobre el mismo en la siquiente planta, debe evitarse especialmente que existan baños o cocinas sobre la losa de ese local por razones de seguridad; sin duda la Subestación va a permanecer en funcionamiento más tiempo que el que transcurra antes de producirse una pérdida en las instalaciones sanitarias, con el peligro que representa el goteo sobre las barras de MT y los equipos eléctricos en general.

Esas dificultades se magnifican si el Anteproyecto del edificio se elaboró sin tener en cuenta la necesidad de ese local. El mismo debe cumplir determinantes muchas veces difíciles de satisfacer en la Composición aún en las primeras etapas; pero cuando la misma ya está definida, la necesidad de ese local no previsto puede exigir modificaciones importantes en el Proyecto. Muchas veces el Asistente de Acondicionamiento Eléctrico de Carpeta, para no obligar al alumno a rehacer prácticamente el Proyecto en el que ya ha invertido un tiempo considerable, acepta soluciones de compromiso que no llenan en forma natural todos los requerimientos, perdiéndose la meta de proyectar un edificio integrado en todos sus aspectos. Y esto sucede con demasiada frecuencia.

Resumiendo, es imprescindible que el local de la Subestación aparezca desde el comienzo del Anteproyecto de Arquitectura (si el mismo es necesario, lo que solamente puede determinarse consultando la Sección correspondiente de UTE).

Y no hay que olvidar que el proyecto de la Subestación es función privativa de UTE, que normalmente entrega un plano detallado del local. Siempre la ubicación, dimensiones y características del local deben ser aprobados por UTE, que en general atiende las sugerencias del Arquitecto si las mismas respetan en general las necesidades técnicas. Previamente debe elaborarse como base de discusión un Anteproyecto basado en el local disponible para ese fin, atendiendo en lo posible las dimensiones y detalles de los locales patrón. Y no olvidar que el único mecanismo para obtener una definición oficial es presentar en una Oficina Comercial de UTE una Solicitud de Suministro indicando ubicación, potencia solicitada y demás datos. En unos pocos días, UTE comunica el Presupuesto Estimativo para el suministro de la carga, indicando las contribuciones a abonar por obra y por cargas, y si es necesaria la construcción de una Subestación suministrando un plano del local a construir. Y si las gestiones preliminares fueron correctamente efectuadas, se respeta lo propuesto con mínimos ajustes.

Existen patrones base en cuanto a ubicación, dimensiones y características del local, pero en cada caso pueden haber variaciones. Además, debe recordarse que las exigencias para los locales para las Subestaciones no son fijas ni en el tiempo ni en el espacio. Como ejemplo, hasta hace muy poco tiempo se utilizaban celdas con tabiques separadores de mampostería que con el uso de las celdas modulares no son más necesarios (aún se siguen utilizando, cada vez menos, en algunas zonas del interior); en Montevideo las puertas y ventanas de los locales deben ser metálicas por el riesgo de incendio, en Maldonado se utilizan de madera pues el riesgo de corrosión es mayor que el de incendio.

22

La información que se incluye en estas páginas refleja la situación actual, que puede mantenerse por un cierto período pero puede variar por razones diversas. En cada caso, es práctica aconsejable consultar al Asesor de Instalaciones Eléctricas o a los Servicios Técnicos correspondientes de UTE antes de proceder a un anteproyecto del local.

En el Capítulo **VII** de esta publicación se estudian con mayor detalle las Subestaciones.

Y no olvidar que para todo suministro **cuya tensión sea >400 V, o su carga individual >300 kW**, (como se indicó en el ítem 4 del Capítulo **II)** se exige la construcción de una Subestación de BT propia alimentada en MT de una SE UTE. La SE UTE de MT puede ser a la intemperie o en edificio, pero la SE de BT del cliente debe estar en local, en lo posible adyacente al de MT

2.3. INSTALACIONES DE ENLACE

El Anteproyecto comienza por un trazado tentativo de las **instalaciones de enlace** que son las que unen la red de distribución de UTE (o la Subestación según los casos) a las instalaciones interiores o receptoras. (NI, Cap. I Item 1.-a).

Las instalaciones de enlace no forman parte de la instalación interior del edificio (que comienza después del medidor de energía, más precisamente del ICP) y generalmente no son ejecutadas por el Instalador; solamente deben tenderse las canalizaciones necesarias para el enhebrado de las líneas repartidoras y, si fuera exigido, ejecutarlas totalmente. Pero de cualquier for-

ma, el anteproyecto de la canalización para la línea repartidora y ubicación de la CGP, si corresponde, debe ser presentado por la Firma Instaladora al solicitar el nuevo servicio (NI, Cap. I Item 1.-c)2).

Además, existe interés en determinar el trazado de las canalizaciones y la ubicación de la CGP o CD tanto por la incidencia constructiva de estos elementos como por el impacto visual que pueden provocar los mismos en el aspecto final del edificio. Por supuesto, como las instalaciones de enlace forman parte de las instalaciones de UTE, el anteproyecto debe ser sometido a aprobación de esa Empresa.

En Baja Tensión, las instalaciones de enlace comprenden (NI, Cap. I Item 1.-b) todos los elementos desde las líneas distribuidoras de UTE hasta el ICP (Interruptor Controlador de Potencia) del cliente (Ver Capítulo VIII de esta publicación).

En el artículo referido de las NI se incluye el ICP como formando parte de las instalaciones de enlace. El ICP es el límite entre las instalaciones de enlace y la instalación interior del usuario, conceptualmente es parte de la instalación interior. Pero como los ICP deben ser provistos por el cliente solamente si la carga es mayor a 7,6 kW, (UTE los suministra para cargas menores), y en todos los casos deben ser calibrados o regulados y precintados por el Laboratorio de UTE (NI, Cap. I Art.1.-Item d), sus conexiones no son accesibles por lo que resulta razonable incluirlos en las instalaciones de enlace a las que el usuario no tiene acceso.

En Media y Alta Tensión la instalación de enlace es la parte comprendida entre la celda de corte y medida, y el primer componente de la Subestación propia, seccionamiento o protección propiedad del cliente (NI, Cap. I Art.1.-Item b).

3. FORMULACION DEL ANTEPROYECTO

La formulación del Anteproyecto de instalación interior debe plantearse respetando en el siguiente orden:

 a) Ubicación del Tablero de Medidores (o agrupamiento de medidores e ICP en el caso de conjuntos con alimentación centralizada).

- b) Ubicación de los Tableros General y Derivados.
- c) Trazado de las Líneas Alimentadoras internas.
- d) Ubicación de las **Puestas y sus comandos** locales.
- e) Trazado de las **Derivaciones**.

A diferencia del dimensionado en sí que se rige por una metodología determinada, como para todo proyecto, no existen recetas para diseñar una Instalación Eléctrica; el Anteproyecto surge como resultado de la evaluación ponderada de un cierto número de determinantes que inciden en él, que pueden agruparse en tres categorías:

- 1) Determinantes impuestas por el **proyecto** arquitectónico.
- 2) Determinantes técnicas
- 3) Determinantes reglamentarias

(La terminología utilizada en los siguientes puntos está contenida en el Capítulo I del Reglamento de Baja Tensión).

3.1. DETERMINANTES DEL PROYECTO

Las instalaciones eléctricas forman parte del proyecto total del edificio y deben ser coherentes con el mismo, teniendo en cuenta sus características y dando a la vez y en su medida ciertas determinantes que deben ser respetadas en la composición.

Es imperativo que el Anteproyecto de la Instalación Eléctrica surja simultáneamente con el Anteproyecto arquitectónico, de forma de obtener un resultado integrado y no una implantación yuxtapuesta tratando de ajustarse a directivas fijadas con prescindencia de la existencia de la misma

Las particularidades constructivas deben ser tenidas muy en cuenta al formularlo; ciertos elementos (muros de ladrillos vistos, muros bajos, losas a diferentes niveles, bóvedas cerámicas, mamparas vidriadas, cubiertas livianas, elementos prefabricados, etc.) inciden en la ubicación de los tableros y el recorrido de líneas y derivaciones. El planteo debe hacerse respetando esas características, a fin de obtener una instalación coherente con la solución constructiva del edificio.

3.2. DETERMINANTES TECNICAS

El proyecto de una instalación eléctrica debe respetar una serie de condiciones técnicas que son fundamentales para cumplir con su función de suministrar energía a los aparatos de consumo, las que en su medida determinan la disposición de los elementos. En particular, un cierto número de puestas está fijado por razones técnicas.

3.3. DETERMINANTES REGLAMENTARIAS

Las instalaciones eléctricas están en su casi totalidad alimentadas por las redes de UTE y existen condiciones que deben cumplirse a fin de obtener la aprobación previa a su conexión.

Por consiguiente, el proyecto debe respetar las disposiciones reglamentarias de esa Empresa, que están contenidas en dos volúmenes:

- · Norma de Instalaciones y
- · Reglamento de Baja Tensión

y comenzaron a aplicarse a fines de 1995 con una actualización en junio de 1998; la nueva normativa sustituyó el Reglamento para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas vigente desde 1959. Las disposiciones reglamentarias comprenden una serie de exigencias, tendientes todas ellas a la protección de sus redes por defectos de las instalaciones particulares, así como para garantizar un mínimo de seguridad a los usuarios de los servicios eléctricos.

Esas disposiciones son bastante estrictas y modifican sustancialmente el antiguo Reglamento; su interpretación no es demasiado sencilla ni aún para los especialistas. En estas páginas se ha tratado de expresar en un lenguaje docente más accesible al estudiante, las Normas que se aplican en cada caso haciendo referencia a los artículos que las contienen. Se indica por la sigla NI si la disposición pertenece a la Norma y por RBT al Reglamento, seguida del Capitulo e Item donde está contenida (y a veces la página), de forma de poder ir a la fuente y localizarla cómodamente si se desea ampliar la información.

4. TABLERO DE MEDIDORES

La instalación particular del usuario (instalación interior) comienza después del medidor. Por lo

tanto, el primer paso es determinar la ubicación del **Tablero de Medidores** de la instalación y definir sus condiciones atendiendo las diversas determinantes.

4.1. DETERMINANTES DEL PROYECTO

a) Suministros individuales. En el caso de viviendas unifamiliares, y locales comerciales e industriales, los equipos de medida se ubican dentro de tableros individuales. Debe preverse un lugar en la Planta Principal próximo a la línea de edificación de rápido y fácil acceso, preferiblemente en el exterior cuando exista zona de retiro.

Si existen Tableros Derivados en la misma u otra planta, debe tenerse en cuenta al emplazar los Medidores e ICP, que exista un fácil trazado para las líneas que de él parten.

b) Suministros centralizados. Cuando existen conjuntos de viviendas y en general suministros múltiples, los equipos de medida y tableros generales se instalan en módulos o conjuntos que se ubican en local destinado exclusivamente a ese fin que cumpla con las condiciones indicadas en el Cap. VIII Ítem 6.3 y 6.7.1.1 de esta publicación. En el proyecto debe preverse en Planta Baja o Subsuelo (no Garaje) un local para la centralización de Medidores de dimensiones suficientes para alojar los módulos correspondientes al número de unidades, dejando frente al tablero un espacio libre de **por lo menos 1 m** medido desde la parte más saliente (se admite 0,80 m en viviendas y oficinas). Si existen tableros enfrentados, la distancia debe ser de 1,50 m (RBT, Cap. V Item 1.4.2).

Si por las características del edificio, no existe local para ubicar la centralización de medidores, los mismos pueden instalarse en Módulos para Exteriores (Ver Cap. VIII Ítem 6.7.2 de esta publicación).

El módulo de los ICP (Interruptores Controladores de Potencia) debe ubicarse inmediato al módulo de medidores; si por razones de espacio esto no fuera posible, podrá ubicarse en los muros adyacentes y aún en los opuestos, pero siempre dentro del mismo ambiente.

4.2. DETERMINANTES TÉCNICAS

a) Suministros individuales. Teóricamente, los tableros deben ubicarse en el centro de gravedad de las cargas. Pero como reglamentariamente el Medidor deben situarse próximo a la línea de edificación y como máximo a 7 m de la misma y preferentemente al exterior, si el Tablero General se ubica junto al mismo, no es posible cumplir ambas condiciones. En suministros individuales con un único tablero, suele ubicarse el mismo, especialmente en viviendas, en un lugar técnicamente aceptable, colocando a la salida del medidor el ICP del que parte la alimentación del tablero, en forma similar que en los suministros centralizados. Si bien se duplica el Interruptor General, suelen simplificarse las derivaciones.

Si existe más de un tablero, caso de las viviendas dúplex, puede instalarse el Tablero General en Planta Baja y uno derivado en Planta Alta, o simplemente alimentar las derivaciones de Planta Alta del Tablero General por la losa de Planta Baja.

b) Suministros centralizados. Las determinantes técnicas del emplazamiento de la centralización de Medidores están suficientemente detalladas en el Capítulo VIII Ítem 6 de esta publicación.

Al determinar la ubicación del cuarto de medidores, debe tenerse en cuenta la gran cantidad de caños que parten del mismo y suben por lugares comunes, lo que puede crear interferencias con la estructura. La ubicación ideal es adyacente al muro por el cual suben. Esto no siempre es posible, pero si en el desarrollo del Anteproyecto de Arquitectura se tiene en cuenta esta determinante, una adecuada disposición de los locales puede permitir tal emplazamiento.

4.3 DETERMINANTES REGLAMENTARIAS

a) Suministros individuales. Es el caso de viviendas unifamiliares, y locales comerciales e industriales (NI, Cap. I Item 11.3.-). Los equipos de medida deben ubicarse dentro de tableros individuales (Ver Ítem 6 del Cap.VIII de esta publicación). Las cajas de medidores se destinan exclusivamente para ese fin, admitiéndose que en compartimentos separados y con puertas independientes, se instalen en ellos los elementos

de protección y comando generales. El medidor debe ubicarse en Planta Baja (no Garaje) en cajas o nichos lo más próximo posible a la línea de edificación y preferentemente al exterior, admitiéndose, previa autorización, su ubicación dentro de los 7 m de la misma (NI, Cap.I Item 11.5). Cuando en una vivienda, el medidor se ubica sobre un muro exterior de la finca, los elementos generales pueden instalarse en el interior de la finca a distancia mínima del medidor (RBT, Cap. VIII Item 8.2). En edificios destinados a industrias, comercios, etc., los medidores se deben ubicar preferentemente en la Planta Principal. (NI, Cap.I Item 11.5).

- b) Suministros centralizados. Los equipos de medida se instalan en forma centralizada en módulos en local destinado exclusivamente a tal fin (RBT, Cap. VIII Item 6.1) que debe cumplir con las siguientes condiciones generales (NI, Cap. I Item 11.5) (Ver Ítem 6.3 del Cap.VIII de esta publicación):
- Tener fácil y rápido acceso no presentando dificultades para su eficaz vigilancia y contralor.
- Poseer iluminación, ventilación y dimensiones apropiadas.
- Estar protegidos contra daños mecánicos (trepidaciones, etc.)
- Prohibición de coexistencia con medidores o cañerías de otros servicios (agua, gas, combustibles, etc.).
- No existir en ese ambiente polvo, gases corrosivos o temperaturas excesivas; en caso de existir, su grado de protección debe ser IP5xx.
- No contener en su construcción materiales combustibles.
- En edificios de hasta 15 plantas o menos de 60 suministros, la centralización debe hacerse en Planta Baja o Subsuelo (RBT Cap. VIII Item 6.1.) con prohibición expresa de ubicarlos en garajes (NI, Cap. I Item 11.5).
- Los visores de lectura deben estar situados entre 0,70 m y 1,80 m del NPT.

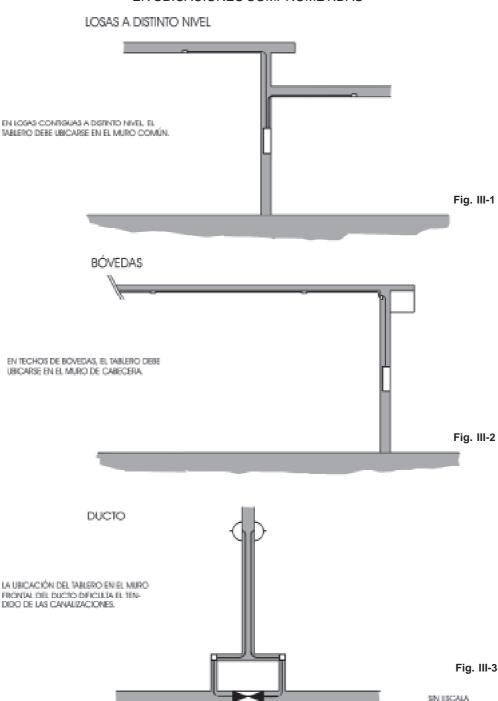
5. TABLEROS GENERAL Y DERIVADOS

El Anteproyecto de la Instalación Interior continúa con la **ubicación de los Tableros General y Derivados** y el trazado de las líneas de alimentación de los mismos. Se prefiere la denominación de Tablero de Distribución a la de Tablero General, pues como en la Centralización de Medidores se denomina TG al ICP, es motivo de confusión. En las siguientes líneas se denomina como Tablero de Distribución al general de la instalación interno a la unidad.

En el Capítulo I Ítem 3.2 se clasificaron las instalaciones basadas en el agrupamiento de elementos de protección y maniobra y se indicaron las características de los tableros y centralizaciones. En lo que se refiere a su función, tableros y centralizaciones son comparables si no se desea comandar circuitos de los mismos, pues éstas no contienen elementos generales ni de maniobra.

EJEMPLOS DE EMPLAZAMIENTOS DE TABLEROS

EN UBICACIONES COMPROMETIDAS



5.1 DETERMINANTES DEL PROYECTO

La disposición de los tableros, tanto en número como en ubicación, debe estar **de acuerdo** con el ordenamiento espacial del edificio de forma que la instalación respete las zonas claramente definidas en el proyecto de Arquitectura.

Cada tablero debe responder a una unidad funcional y cada unidad funcional debe tener su propio (o propios) tableros. P. ej. la Sala de Máquinas en un edificio de viviendas debe poseer su propio tablero, igual las Bombas; no es lógico que un tablero de biblioteca alimente la cocina de la cafetería pues se trata de locales con diferentes funciones que incluso pueden tener horarios de funcionamiento dispares.

En general los tableros se embuten en los muros; muchas veces, por la existencia de paneles vidriados, a primera vista no hay lugar para instalarlos, por lo que se suelen modificar los paneles para forzar la creación de un lugar para ubicarlo. Pero esto nace simplemente de un preconcepto de que el tablero debe ser casi un cuadrado, con ambas dimensiones muy poco diferentes, lo cual no es cierto.

La inmensa mayoría de los tableros tienen esa característica; pero conceptualmente, un tablero puede tener el ancho de un interruptor térmico magnético, más la holgura para las conexiones, y la altura de los implementos puede ser entre 0,25 m y 2,00 m (RBT, Cap. V Item 1.4.3). O sea que un tablero puede tener algo más de 0,15 m de ancho por 1,75 m de altura disponiendo los interruptores automáticos en una sola fila acostados. Es difícil no tener un muro piso a techo en que tal tablero no pueda embutirse. Y lo mismo sucede en una ordenación horizontal, no teniendo limitación el ancho.

Las características constructivas del edificio deben ser tenidas muy en cuenta; como a los tableros llega la línea de alimentación y de ellos parten las líneas y derivaciones del mismo, un correcto emplazamiento facilita el tendido de las canalizaciones. Por citar algunos ejemplos de ubicaciones comprometidas:

 si existen dos losas contiguas a distinta altura, la colocación del tablero que alimenta derivaciones en ambas losas en el muro común, facilita el tendido de las canalizaciones (Fig. III-1).

- en una estructura con bóvedas, la ubicación del tablero en el muro de cabecera permitirá acceder a todas ellas en forma simple. (Fig. III-2).
- si en un hotel existen ductos verticales de ventilación entre dos habitaciones contiguas, parece a simple vista una excelente ubicación la cara del ducto que da hacia el corredor pues es un punto equidistante ubicado simétricamente a las mismas; sólo que es la peor ubicación, el tendido de las derivaciones se complica por el vacío existente, apareciendo curvas innecesarias que obligan a la instalación de cajas de registro. (Fig. III-3).

Y hay multitud de ejemplos similares. Como no hay reglas para determinar el emplazamiento de los tableros, debe realizarse un cuidadoso análisis de los emplazamientos posibles a fin de facilitar el tendido de alimentadores y derivaciones, evitando dificultades y sacando partido de las características propias del edificio.

5.2. DETERMINANTES TÉCNICAS

Técnicamente, los tableros deben ubicarse en el centro de gravedad de las cargas, o por lo menos próximos a la concentración de las mayores demandas. El número de tableros no está limitado; a veces un tablero muy grande (el National Electric Code Art. 3882 limita a 42 el número máximo de derivaciones que parten de un mismo tablero) puede ser dividido con ventajas en dos o más casi sin incidencia en el costo, ya que como los elementos de protección y comando de las derivaciones son los mismos, se agregan solamente el costo de interruptor general y el gabinete, que puede compensarse con la menor longitud de las derivaciones. Y muchas veces suele obtenerse una mejor ordenación de la instalación.

5.3. DETERMINANTES REGLAMENTARIAS

En muchos casos, del Tablero de Distribución derivan **otros tableros** secundarios donde se centralizan las derivaciones que pertenecen a una cierta zona o sección específica. Son similares a las de los Tableros Generales de Distribución; poseen un interruptor automático general y elementos de protección, y eventualmente de maniobra, de las diversas derivaciones; están desti-

nados a alimentar **una unidad funcional** como ya se ha descripto en el Item 5.1 de este Capítulo.

En el caso de apartamentos, el Tablero de Distribución contiene, además de su **interruptor automático general** de llegada para la carga total que distribuya el mismo, los IAC (**Interruptores Automáticos de Circuitos**) térmico-magnéticos automáticos que deben responder a la Norma UNIT-IEC 898 para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos de las diferentes líneas y derivaciones que de él parten (RBT, Cap. V Item 1.4-b). Además, un dispositivo especial de protección de las personas contra contactos indirectos (**interruptor diferencial**) cuyo principio de funcionamiento se estudió en el Cap.I Ítem 2.3.2 de esta Publicación.

Los conductores de protección **no deben cortarse en ningún punto** de la instalación (RBT, Cap. **XXIII** Item 10.5.-), **y no es obligatorio** cortar el conductor neutro; solamente es reglamentariamente obligatorio en el ICP, que debe ser **bipolar** para suministros monofásicos (RBT Cap. **V** Item 1.3) y **tetrapolar monobloc** para trifásicos, (RBT Cap.**II** ANEXO 10), (RBT,Cap. **V** Item 1.3), (RBT Cap.**IX** Item 2.-c).

Salvo en los casos indicados, en sustitución de los elementos de maniobra aparecen en los tableros las **barras o borneras** para conexión:

- de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de protección (tierra).
- de los conductores neutros en tableros trifásicos 400 V.

sistema que ofrece mayor seguridad que los empalmes tradicionales permitiendo las conexiones en forma firme y ordenada. Un puente desconector permite aislar neutro y tierra de las derivaciones con fines de operación.

En cuanto a la ubicación de los tableros, deben ser accesibles a todo momento, evitando la ubicación en zonas o ambientes afectados por: humedad, polvo, vibraciones, vapores, temperatura superior a 50°C, aguas limpias o servidas, etc. (RBT, Cap. V Item 1.4.2) En viviendas, está expresamente prohibida la instalación de tableros y centralizaciones en cocinas y baños (RBT, Cap. IX Item 4); y no deben instalarse en dormitorios, pues su acceso no es posible a toda hora.

En el caso de Locales de Pública Concurrencia (ver Cap.X), las exigencias sobre tableros son muy estrictas:

28

- En locales con más de un piso, es obligatorio un interruptor general por piso que permita cortar independientemente cada uno de ellos, que pueda comandarse desde el Tablero General de Distribución a través interruptores o botoneras de desenganche (RBT, Cap. X Item 4d).
- Tanto el Tablero General de Distribución como los Tableros Secundarios deben instalarse en locales o recintos a los que no tenga acceso el público (RBT, Cap. X Item 4c); y dichos locales deben cumplir con la exigencia (RBT, Cap. V Item 1.4.2) de dejar 1 m libre medido desde la parte más saliente del tablero y entre los planos que den acceso al mismo.

La necesidad de ubicar los tableros en locales. suele presentar serios problemas cuando no se tuvo en cuenta esta determinante en el Anteproyecto del edificio. Para los tableros derivados se suele tener una cierta flexibilidad, pero no para los Generales de Piso; la creación de locales de uso exclusivo para esos tableros en un emplazamiento correcto (p.ej. en las proximidades del acceso a la planta) suele afectar seriamente el ordenamiento general de los locales. Como la exigencia no es para el Tablero General de Piso sino para un interruptor general por piso, suele instalarse cerca del acceso un interruptor y el Tablero en una ubicación más cómoda; eso exige la duplicación del interruptor (el General de Piso y el del tablero, idénticos) o utilizar una botonera de desenganche a distancia.

6. LINEAS

Las **líneas** son los conductores que a partir de un cierto tablero, alimentan otro y las **derivaciones** los conductores que, partiendo de un tablero, alimentan cargas.

6.1. DETERMINANTES DEL PROYECTO

En el trazado de líneas alimentadoras desde el medidor (o el ICP) hasta el Tablero General de Distribución, de secciones importantes, debe cuidarse de tener recorridos simples y lo más corto posible evitando dificultades constructivas tales como desniveles de losas, vanos, etc. para

lo cual debe seleccionarse cuidadosamente la ubicación del medidor.

En el caso de suministros individuales con repartidoras aéreas, debe ubicarse la canalización embutida hasta el medidor de forma que la repartidora tenga un recorrido que no provoque un impacto visual desagradable en la zona de retiro. Y con repartidoras subterráneas, tener en cuenta la existencia del nicho de la CGP, el tendido canalizaciones importantes desde el nicho de la misma y la instalación obligatoria de una cámara bajo el medidor (Ver Ítem 5 Cap. VIII). El trazado de esas canalizaciones y la existencia de las cámaras exige por lo menos considerar las zonas en que se ubiquen y su incidencia en el pavimento.

En suministros centralizados, la ubicación del cuarto de medidores es de enorme importancia para el tendido de las líneas. En el caso de viviendas, debe tenerse en cuenta que de la centralización parte un número importante de caños de por lo menos Ø 38 mm, uno por unidad, que suben a las mismas, además de los correspondientes a Servicios Generales.

Una incorrecta ubicación de ese local provoca inevitables interferencias con la estructura. Los recorridos horizontales de ese haz de conductos embutidos en losa son indeseables, pero son inevitables pues las líneas deben subir embutidas en muros que además de estar obligatoriamente en lugares comunes (NI, Cap.I Ítem 13.2 a), tengan continuidad en todas las plantas. La ubicación ideal del local de la centralización de medidores es adyacente al muro por el cual suben las líneas. Esto no siempre es posible, pero si en el desarrollo del Anteproyecto de Arquitectura se tiene en cuenta esta determinante, una adecuada disposición de los locales puede permitir tal emplazamiento.

En la subida de las líneas embutidas se deben evitar interferencias con la estructura; eso puede hacerse subiendo por un muro en el que no existan vigas, y si existen sean de ancho menor que el espesor del muro. Muchas veces, cuando por razones técnicas eso no es posible, suele aumentarse el espesor del muro; como la exigencia para el pasaje de caños, dependiendo del número de unidades, es pequeña, de 5 o 10 cm, (los elementos de mayor profundidad son las

cajas de registro que están fuera de la zona en que existe estructura), en la primera etapa del Anteproyecto esa previsión es casi siempre posible. Pero generalmente es dificultosa cuando el mismo ya está ajustado. 29

Los edificios de Propiedad Horizontal están Ilenos de ejemplos de los problemas creados por esa imprevisión. Y no puede culparse al Instalador, la imprevisión es del Proyecto de Arquitectura.

El procedimiento correcto sería el siguiente: se proyecta el pasaje de los conductos de subida rasantes a la estructura, incluso terminando el muro de subida pero dejando un canal vertical para alojamiento de los caños, con varias ventajas:

- No es necesario llamar al electricista antes de llenar la estructura con los problemas de coordinación consiguientes.
- No hay que prever pases en vigas con las posibilidades de errores de ubicación y rotura de conductos en el llenado.
- No hay que abrir pases y canaletas en lo que otro ya construyó.

Una vez terminada y desencofrada la estructura, el Instalador tiende los conductos y coloca las cajas de registro, aplacándose la canaleta en cualquier momento oportuno.

De esa forma, la intervención del Instalador antes del llenado de la estructura, sólo es necesaria para colocar los elementos que inevitablemente están embutidos en la misma (conductos, cajas, etc.).

6.2. DETERMINANTES TÉCNICAS

Como las líneas constituyen la estructura básica de la instalación y están formadas por conductores de sección apreciable, deben elegirse trazados lo más simples y cortos posibles compatibles con la ubicación de los tableros a alimentar.

Cuando la alimentación es trifásica, ya sea porque la potencia supera los 8,8 kW o porque es necesario contar con energía trifásica por las cargas a conectar, las líneas deben ser trifásicas aún cuando las derivaciones sean monofásicas. La carga máxima de los aparatos de utilización con distribución monofásica es de 5 kW,

ALIMENTACIÓN DE TABLEROS DERIVADOS

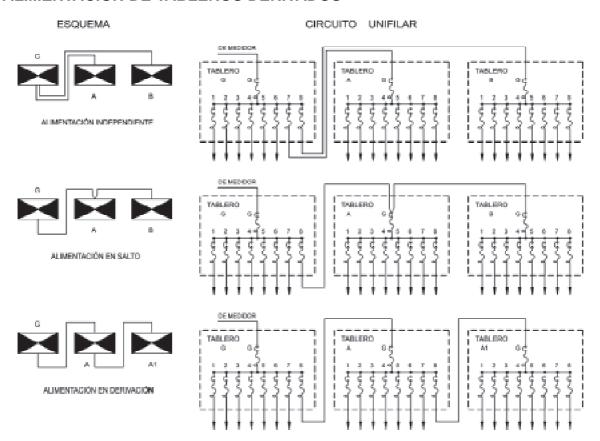


Fig. III-4

excepto motores, equipos soldadores y de rayos X (RBT, Cap. **II** Item 9.-b).

Hay tres opciones para la alimentación de Tableros Derivados:

- 1) en forma independiente a partir del General, es decir, cada tablero tiene su propia línea.
- 2) en salto con una sola línea que parte del General, y alimenta los diferentes tableros sin entrar en ellos, es decir, conectándose a los bornes de entrada del interruptor de cada uno de ellos y continuando sin cortes al siguiente.
- **3) en derivación**, conectando el primer tablero y partiendo de él al siguiente mediante los elementos de protección y comando correspondientes.

En la Fig.III-4 se indican en forma gráfica los tres sistemas de conexión de Tableros Derivados y sus circuitos unifilares.

Cada una de las opciones tiene sus ventajas y desventajas:

- 1) la alimentación independiente es la mejor del punto de vista técnico: cada tablero es alimentado en forma independiente de los demás, de forma que en caso de defecto, solamente queda sin tensión aquel cuya línea está con defecto, permitiendo a la vez aislarlo de la fuente con independencia de los otros.
- 2) la alimentación en salto es más económica, especialmente considerando que con la nueva Normativa las secciones mínimas de las líneas son generosas, 6 mm² y a veces se alimentan varios tableros cuya carga total es pequeña. Tiene el inconveniente que en caso de defecto, todos los Tableros Derivados quedan sin alimentación. La opción solamente puede hacerse mediante un precálculo a fin de evaluar la economía a realizar, y la condición es que todos los Tableros Derivados pertenezcan a una misma unidad funcional.
- 3) la alimentación en derivación solamente se justifica cuando el segundo tablero tiene una re-

lación de dependencia con el primero, de forma que al abrir el interruptor general del principal también queda sin alimentar el secundario.

Y pueden utilizarse esquemas mixtos, dependiendo de las características del Proyecto, que deben ser evaluados caso a caso.

En edificios de cierta importancia, deben dimensionarse las canalizaciones de las líneas en forma generosa en vista a futuras ampliaciones; no hay que olvidar un conductor es de fácil sustitución, pero no puede cambiarse una canalización embutida sin afectar elementos constructivos.

6.3. DETERMINANTES REGLAMENTARIAS

Las líneas alimentadoras hasta el Tablero Distribuidor de la unidad son monofásicas hasta 8,8 kW en 220/230 siendo trifásicas en 380 V para cargas mayores. Las instalaciones deben dimensionarse para una carga de 6,6 kW monofásica, aún cuando se solicite una potencia menor, y de 7,7 kW trifásica (NI, Cap. I ANEXO I Item 2.1). (Ver Cap. II Item 4 de esta publicación).

A efectos de obtener un cómodo enhebrado, en la instalación de conductos deberán intercalarse cajas de registro cada 10 m como mínimo; y aún cuando el RBT no establece el máximo de curvas entre registros limitando solamente la suma de los ángulos de las mismas entre cajas a 270°, (RBT, Cap. IV Item 2 para conductos metálicos, extendida para conductos de material aislante en el Item 5 del mismo Capítulo) es práctica aconsejable no tener más de dos curvas intermedias.

Eso exige, en el caso de propiedad horizontal, que en la subida de conductores a las unidades aparezcan cajas de registro; las mismas son indeseables, por varias razones:

- aparecen en lugares comunes muy transitados, elementos de distinto material que los muros que visualmente interrumpen su plano.
- si bien en un primer momento un adecuado tratamiento superficial disminuye el impacto visual, apenas es necesario abrir las cajas las mismas se evidencian por el manejo inadecuado de las tapas, resultando muy visibles.

Por lo que resulta conveniente minimizar la aparición de cajas; suele hacerse no instalando en

Propiedad Horizontal una caja de registro por nivel, sino una cada dos niveles, alimentando una unidad por techo y la superior por piso.

31

7. UBICACIÓN DE PUESTAS

Una vez ubicados los tableros, General de Distribución y Derivados, y trazadas las líneas que los alimentan, es necesario ubicar los puntos donde se ubican los receptores, es decir, los aparatos que utilizan la energía eléctrica para su funcionamiento. El punto de conexión a la instalación recibe, como ya se expresó, el nombre general de **puesta**.

No importa que en etapas anteriores haya sido necesaria una determinación primaria de puestas al proyectar los locales, basada en sus características y equipamientos; al realizar el anteproyecto de la instalación la propuesta inicial debe reverse teniendo en cuenta las determinantes eléctricas.

En general, en forma intuitiva, la tendencia del alumno al encarar un proyecto de eléctricas es comenzar por ubicar las puestas; lógicamente, son los puntos que hay que alimentar y es necesario determinar su posición. Pero si bien la disposición de las mismas es importante, mucho más lo es resolver las generalidades del Proyecto en las que se determinan los diferentes elementos que definen el mismo y su relación con el Proyecto de Arquitectura. Una vez definidos el sistema de alimentación, ubicados los tableros y trazadas las líneas que los alimentan, la conexión de las derivaciones hasta las puestas es obvia. Y si el esquema general fue correctamente diseñado, la alimentación de las mismas simplemente reafirmará la solución adoptada.

Y finalmente, debe extremarse la previsión de futuro uso de la energía eléctrica, tanto en la ubicación como en la potencia asignada a cada puesta, a fin de evitar la prematura caída en desuso de la instalación. En el reciclaje de locales, se tiene un ejemplo claro de como la imprevisión y la aparición de nuevas necesidades afectan la remodelación de la instalación eléctrica, al punto de ser frecuentemente más conveniente hacer una nueva instalación que tratar de adaptar la existente.

7.1. DETERMINANTES DEL PROYECTO

Cierto número de puestas está fijado por razones técnicas. Del proyecto de iluminación surge el número, potencia y distribución de aquellas destinadas a alumbrado; de los distintos Acondicionamientos el número, ubicación y potencia para alimentación de sus equipos.

Los tomacorrientes de uso general merecen un capitulo aparte. Como no tienen un destino específico, su emplazamiento exige un especial cuidado por la indeterminación de los aparatos a conectar; algunos TC tienen un uso y una potencia determinados, caso de los puestos de trabajo de computadoras en oficinas, TC altos para conexión de televisores, etc.

Pero la gran mayoría no; existen algunas normas prácticas que permiten fijar mínimos de previsión para distintos locales (Handbook of Interior Wiring Design, National Electric Code Handbook, etc.). En viviendas, un TC por cada 6 m o fracción del perímetro de la habitación; en comercios, por lo menos uno cada 40 m² de superficie de piso distribuidos uniformemente de manera que ningún punto quede alejado más de 4,50 m de un TC. En oficinas y escuelas, para locales de hasta 40 m² de superficie, un TC cada 6 m lineales de muro; para más de 40 m², por lo menos 4 TC para los primeros 40 m² y dos por cada 40 m² o fracción siguientes. En aulas, por lo menos uno en la pared frontal y uno en la posterior.

Todas estas reglas son solamente una guía de uso general y nada más que un auxiliar para la determinación del emplazamiento de las puestas, no pudiendo de ninguna manera sustituir la consideración de las necesidades de cada local compatibles con el partido adoptado. Un ejemplo claro son los TC de cocina en una casa habitación: como el extractor, la cocina y la heladera tienen la ubicación de sus puestas determinadas, como es reglamentariamente admitido conectar 3 TC en salto dentro del mismo ambiente (RBT, Cap. IX Item 4), se pueden poner en salto con el de la heladera otros dos sobre la mesada; pero con la cantidad de electrodomésticos que actualmente se utilizan, eso suele ser insuficiente obligando al uso de adaptadores de salidas múltiples que ofrecen muy poca seguridad en cuanto a la firmeza del contacto. Dependiendo de la categoría del edificio, solamente razones de costo impiden poner una segunda derivación con otros 3 TC, que permitiría mayor flexibilidad en las conexiones de aparatos de uso frecuente.

Si bien la disposición de luces y TC obedece a las reglas generales indicadas, la ubicación de las mismas debe hacerse teniendo en cuenta claras determinantes propias del Proyecto.

El Proyecto impone entre otras, las siguientes determinantes a tener en cuenta para el emplazamiento de las puestas:

 Las dimensiones físicas del local y no la ubicación del equipamiento. La disposición de luces, cuyas características, número y potencia surge del Proyecto Lumínico, debe hacerse basada en la geometría del local, teniendo en cuenta su destino y la existencia de un determinado equipamiento, pero no debe ser determinada por la ubicación del mismo. El mismo criterio se aplica para los TC.

Las puestas, generalmente embutidas, están incluidas en elementos permanentes (muros, losas, etc.) que no varían con el tiempo salvo cambios fundamentales, pero el destino del local y su equipamiento suelen ser modificados. La ubicación respetando las dimensiones del local sin perder de vista la existencia de un determinado destino y equipamiento, permite dar vigencia a la instalación a pesar de los cambios futuros que se produzcan. Y si una puesta se ubica considerando la posición de cierto elemento mueble por una fuerte determinante no eludible, la misma debe disponerse de forma tal que si se va el equipamiento, también desaparece la puesta. Es el caso de la iluminación de anaqueles en una biblioteca; la misma debe alimentarse como extensión de una puesta fija, pero disponiendo las luminarias soportadas en los anaqueles; si su ubicación varía, también se mueven las luces. Si un bar se ilumina con luces dicroicas siguiendo la forma del mismo, éstas deben alimentarse de un brazo en el muro en que se apoya, pero incluyéndolos en la cenefa que normalmente se instala sobre el mismo; si el bar desaparece, también las luces, quedando el brazo para iluminación general de la zona. Y hay múltiples ejemplos más.

 La modulación del local. Disponer las luces sin respetar la modulación de los locales, da un resultado visualmente agresivo. Como las aberturas, si han sido correctamente dispuestas, la respetan, el conjunto da una lectura desordenada generalmente muy desagradable. Basta analizar qué pasaría en el local de los salones de la Facultad de Arquitectura si no se hubiesen respetado los módulos de las ventanas en la disposición de las luminarias generales.

En circulaciones, si la modulación no se respeta al ubicar las luminarias, el desacuerdo se hace evidente especialmente cuando existen vidriados que dan continuidad visual con los locales; y una disposición satisfactoria es realmente complicada cuando los módulos en los muros laterales de la circulación son diferentes de uno y otro lado; existe una incoherencia en el Proyecto de Arquitectura que se evidencia al disponer las luces.

En la intersección de dos circulaciones, especialmente no ortogonales, suelen aparecer problemas por la diferente modulación de ambas; las múltiples luminarias de una de ellas reconstruyen una recta que se quiebra en la última luz (ubicada de acuerdo a la modulación de la otra), generalmente un desplazamiento de pocos centímetros, visualmente desagradable. Es necesario razonar para explicarse esa discordancia visual, y si la lectura no es evidente, hay sin duda algo incorrecto.

En esos casos, si una redisposición de las luces no las ordena, la única opción es cambiar el sistema en la zona conflictiva, ya sea aumentando el número de luces o pasando a brazos. El mismo caso es cuando el ancho la circulación aumenta en algunas zonas creando remansos cuyas dimensiones son insuficientes para crear una segunda línea de luces respetando las distancias de los muros laterales. También cuando la misma accede a un local con la misma función pero de mayores dimensiones y en el que se mantiene el mismo tipo de iluminación. Un cambio en el sistema generalmente permite, con un poco de esfuerzo, llegar a una solución satisfactoria.

 La existencia de cielorraso en los cuales se embuten luminarias. Las mismas pueden disponerse integradas al cielorraso de acuerdo con el equipamiento, pero alimentadas en forma unitaria o en grupos como extensión de puestas fijas distribuidas en la losa siguiendo las directivas lumínicas y la geometría del local. Si desaparece el cielorraso o se cambia el destino, el local queda alimentado correctamente aún cuando no se instale un nuevo cielorraso; y si se mantiene, puede modificarse para atender las necesidades del nuevo destino. 33

 Locales adyacentes separados por vidriados. Debido a la continuidad visual, es necesario respetar la modulación a ambos lados del vidriado. La disposición de centros a ambos lados de una divisoria vidriada debe hacerse de forma que estén a la misma distancia del vidrio y alineadas para obtener un conjunto visualmente agradable.

El mismo caso es cuando existe un acceso desde el exterior a un local interno, a través de una puerta importante. Las luces en el exterior y en el interior deben respetar la modulación general, aún cuando de ambos lados las distancias entre luminarias sean múltiplos o submúltiplos una de otra. Y si por alguna razón la puerta no está situada de acuerdo a los módulos, las luces que realzan la entrada deben alinearse y modularse con la misma a ambos lados, pero en una o más derivaciones locales, formando un elemento de destaque suplementario e independiente de la iluminación general.

Y la lista de ejemplos no termina aquí, no pueden abarcarse todos los casos. Pero basadas en la filosofía de los casos anteriores, pueden resolverse las ubicaciones de forma de obtener una disposición de puestas coherente con la solución arquitectónica.

7.2. DETERMINANTES TÉCNICAS

Muchas puestas están determinadas por razones técnicas. Del proyecto de lluminación surge el número, potencia y distribución de aquellas destinadas a alumbrado; del de Acondicionamiento Térmico, el número y potencia de los calefactores eléctricos, si se opta por este sistema; del de Acondicionamiento Sanitario, ubicación y potencia de las bombas; del de Ascensores, ubicación y potencia necesaria para alimentación de sus máquinas, etc. Estas puestas son imperativas, pudiendo solamente ser variadas en cuanto a su emplazamiento por incidencia de las demás determinantes, a condición de mantener la alimentación requerida.

7.3. DETERMINANTES REGLAMENTARIAS

Ciertas puestas y sus características están determinadas por disposiciones reglamentarias.

En general:

- Los interruptores locales deben ubicarse al alcance de la mano y en el mismo ambiente en el que se encuentre la puesta que comandan, salvo las derivaciones de jardines exteriores, sótanos y lugares similares (RBT, Cap. VIII Item 8.3.-).
- En instalaciones embutidas, se pueden alimentar en salto hasta 5 puntos de luces en la misma planta (RBT, Cap. IX Item 4) (RBT Cap.III Ítem 2.-c).
- También en instalaciones embutidas, se pueden alimentar en salto hasta 5 TC en la misma planta, excepto en baño y cocina (RBT, Cap. IX Item 4.-) (RBT Cap. III Ítem 2.-d).
- No se admiten saltos entre TC y calefactores (RBT, Cap. IX Item 4.-).
- Los tomacorrientes de baño y cocina deben poseer interruptor que corte todos los polos. (RBT, Cap. IX Item 4.-).
- Los calentadores de agua deben conectarse en forma fija sin tomacorrientes, a pieza de unión colocada dentro de caja de brazo ubicada como mínimo a 20 cm sobre las cañerías de agua caliente y fría. Debe comandarse por interruptor bipolar ubicado en el mismo ambiente. (RBT, Cap. IX Item 4.-).

En viviendas:

 En baño, si existe una alimentación independiente para el calentador de agua, se pueden conectar hasta tres TC en salto dentro del mis-

- mo ambiente, fuera del alcance de la persona en la bañera o ducha. (RBT, Cap. IX Item 4.-).
- En cocina, si existe un tomacorriente independiente (para la cocina), se autorizan hasta 3 tomacorrientes en salto. (RBT, Cap. IX Item 4.).

En locales de pública concurrencia:

- Los aparatos receptores que consuman más de 15 A deben alimentarse directamente de tablero (RBT, Cap. X Item 4.-b).
- Los tomacorrientes en zonas a las que tiene acceso el público, se colocarán de tal modo, que en condiciones usuales, queden fuera del alcance del mismo (RBT, Cap. X Item 4.-m).

En locales de espectáculos:

 Todos los elementos de comando deberán colocarse en lugares en que no tenga acceso el público (RBT, Cap. X Item 5.-a).

8. DERIVACIONES

Como se dijo anteriormente, la denominación de **derivaciones** se aplica a los circuitos que, partiendo de un tablero, alimentan cargas.

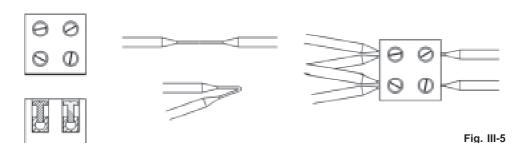
Cada una de ellas pueden ser alimentada por una derivación independiente o agrupadas varias sobre el mismo circuito, ya sea formando una cadena o conectándolas varias a un mismo ramal (puestas en "salto").

A lo largo de las correcciones se ha podido observar que el concepto de "salto" resulta confuso para el estudiante, por lo que es interesante aclararlo.

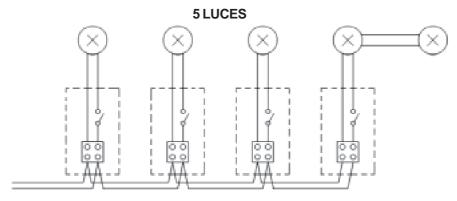
Derivaciones "en salto" son aquellas que se conectan a un **mismo circuito** sobre un único ele-

CONEXIÓN A LA PIEZA DE UNIÓN

PIEZA CONEXIÓN



DERIVACIONES EN SALTO



EL MÁXIMO REGLAMENTARIO DE LUCES EN SALTO ES GINDO, NO IMPORTA LA PORMA EN QUE SE AGRUPEN

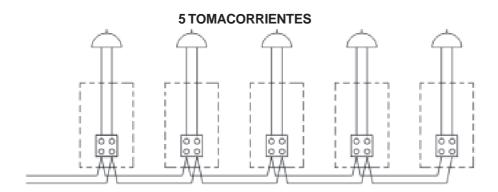


Fig. III-6

mento de protección instalado en el tablero, lo que permite disminuir el número de los mismos frente a la opción de alimentación individual; los dos conductores de la derivación, parten del tablero, alimentan la primera puesta, "saltan" y continúan a la siguiente. Siempre el "salto" se realiza sin cortar los conductores, utilizando piezas de unión y dentro de la caja del interruptor o del tomacorriente de cada puesta (RBT, Cap. III Item 2 c)); en esa forma, si la conexión se suelta, la única derivación que se afecta es la que está con defecto, continuando en funcionamiento sin problemas las demás puestas del "salto".

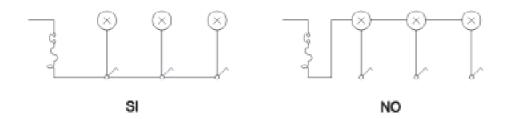
Una pieza de unión es un conector formado por un prisma de material aislante, porcelana o plástico, donde hay insertados dos manguitos metálicos con dos tornillos cada uno destinados a fijar la entrada y salida de los conductores, de uno y otro lado. El tamaño de las mismas varía de acuerdo a la sección de los conductores que pueden conectarse a la misma.

En la Fig. **III**-5 se muestra en forma gráfica una pieza de unión y la forma de conectar un conductor sin cortarlo, y en la Fig. **III**-6 ejemplos de conexiones de 5 luces y de 5 tomacorrientes "en salto". El máximo reglamentario de luces en salto es 5, independientemente de la forma en que las mismas se agrupen: p.ej., 3+2, 4+1, 2+2+1, etc. El de TC también es 5, pero siempre forman una cadena.

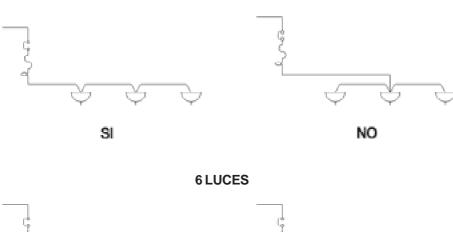
La limitación reglamentaria de 5 luces en la derivación, se aplica cuando las mismas están conectadas "en salto" con sus elementos de comando locales, no formando una cadena. No hay un máximo reglamentario del número de luces que pueden conectarse sobre una derivación simple, caso de la iluminación de circulaciones con múltiples luminarias sobre el mismo circuito.

CONEXIONES CORRECTAS E INCORRECTAS

3 LUCES EN SALTO



3 TOMACORRIENTES EN SALTO



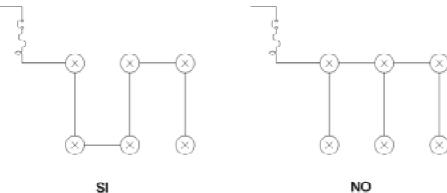


Fig. III-7

8.1. DETERMINANTES DEL PROYECTO

Si la ubicación de las puestas y la distribución de los tableros ha sido realizada en forma coherente con el proyecto, el trazado de los circuitos no presentará problemas diferentes.

Tanto que se opte por instalaciones aparentes o embutidas, las derivaciones deben seguir trazados según las características constructivas del edificio, sacando partido de las facilidades que las mismas puedan ofrecer.

En las aparentes, los caños deben seguir recorridos compatibles con la forma de los locales, que no siempre son los caminos más cortos; los trechos oblicuos resultan desagradables. En techos plegados o bóvedas, los mismos deben seguir las generatrices pues los trazados transversales, además de ser de difícil ejecución, dan soluciones espacialmente forzadas.

En las embutidas, deben analizarse los trazados para no interferir con zonas comprometidas de la

estructura, eludir ductos y espacios abiertos, localizar las bajadas donde no existan aberturas que impidan o dificulten el pasaje de los caños; en el mejor de los casos, implica la aparición de cajas de registro innecesarias. En muros con una cara de ladrillo visto, las canalizaciones se tienden en la cara revestida; en muros dobles con ambas caras de ladrillo visto, por el interior de los mismos coordinando la instalación con la albañilería, etc.

Cuando existen instalaciones mixtas, con una parte embutida y otra aparente, caso de un local con techo liviano alimentado desde derivaciones embutidas en un muro, es necesario instalar un elemento de transición entre una y otra: se instala una caja de registro donde termina el caño embutido, y de la misma parte la instalación aparente.

Existen múltiples determinantes aportadas por el proyecto, que deben analizarse caso a caso a fin de respetar en la instalación las características constructivas del edificio.

8.2. DETERMINANTES TÉCNICAS

Al ubicar las puestas y distribuir los tableros, implícitamente se ha determinado el trazado de las derivaciones. Como regla general, no pueden alimentarse luces y tomacorrientes sobre la misma derivación.

Las instalaciones deben subdividirse de forma que exista más de una derivación para luces y más de una derivación para tomacorrientes; además de ser reglamentario (RBT, Cap. II Item 8.-a), ante la aparición de un defecto y saltar un interruptor automático (o fusible) no quedan sin alimentación todas las puestas del edificio.

Al trazar los circuitos, debe mantenerse la continuidad de los mismos, es decir que a partir de la alimentación, tienen que poderse recorrer sin ninguna clase de bifurcaciones que impliquen empalmes. Si bien no existe una disposición reglamentaria expresa al respecto, la cadena se alimenta desde el elemento de protección conectando los conductores sin cortar a las piezas de unión de cada puesta, en forma similar que en los saltos. De esa forma, si se afloja una conexión, la única derivación que se afecta es la que está con defecto, continuando en funcionamiento sin problemas las demás puestas de la derivación (Ver Fig. III-7). En la misma figura se muestra la forma correcta de conectar luces "en salto" en el interruptor y no en la puesta.

37

8.3. DETERMINANTES REGLAMENTARIAS

Como regla general, todas las derivaciones deberán contar con su elemento de protección independiente, permitiéndose como excepción:

- En recintos industriales, en montaje aparente, hasta tres derivaciones de alumbrado y hasta cinco TC monofásicos "en salto" sobre la misma derivación para una carga total de 15 A (RBT, Cap. III Item 2 a) y b)).
- En canalizaciones embutidas, hasta cinco derivaciones de alumbrado "en salto" sobre la misma derivación y hasta cinco TC monofásicos "en salto" con las limitaciones que se indican más adelante, dentro de la misma planta (RBT, Cap. III Item 2 c) y d)).
- En baño y cocina de viviendas, si existe una alimentación independiente para el calentador de agua y para la cocina respectivamente, se pueden conectar hasta tres TC en salto dentro del mismo ambiente en otra derivación (RBT, Cap. IX Item 4.-).

En todos los casos, la conexión deberá efectuarse únicamente dentro de la caja del interruptor o del tomacorriente de cada puesta, empleando para ello piezas de conexión de tipo aprobada y sin cortes en el ramal.

IV. DIMENSIONADO

1. GENERALIDADES

Una vez proyectada la instalación, es necesario proceder al **dimensionado** de los distintos elementos que la componen:

- sección y tipo de conductores de línea, neutro y de protección.
- tipo y dimensiones de las canalizaciones donde los mismos se alojan.
- características y capacidad de los elementos de protección y maniobra.
- · diseño de tableros.
- determinación de los elementos a instalar en cada puesta.

Como se definió en el Cap.**III** Ítem 6, las **líneas** son los conductores que a partir de un cierto tablero, alimentan otro y las **derivaciones** los conductores que, partiendo de un tablero, alimentan cargas.

2. DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

Dimensionar un conductor significa calcular la sección del mismo adecuada para trasmitir una cierta potencia eléctrica en un circuito determinado, además de seleccionar el tipo de conductor a utilizar: metal, tipo de aislación y en general las características del mismo según las condiciones de utilización.

Los conductores se identifican según su destino por los **colores convencionales** de su aislación:

- en circuitos alternos **monofásicos de 230 V**, la tensión se obtiene entre polo vivo y neutro, debiéndose enhebrar también el conductor de protección; los colores convencionales normalizados son (NI Cap.I ítem 11.7C)d) actualizado en junio'98)(RBT ADENDA Ítem i):

- Rojo, blanco o marrón para el polo vivo*
- · Celeste para el conductor neutro
- Bicolor verde-amarillo para el de protección (tierra)
- * Hasta el tablero general del cliente; en el resto de la instalación se pueden utilizar otros colores indicados en la Norma UNIT 965 (RBT ADENDA Ítem i)
- en circuitos alternos de **400 V**, **la tensión trifásica** se obtiene entre los tres polos vivos, existiendo también el conductor neutro y el de protección. Los colores son:
- Rojo, blanco y marrón para los polos R, S y
 T
- · Celeste para el neutro
- Bicolor verde-amarillo para el de protección (tierra)

De la lista anterior puede observarse, que a diferencia de la vieja normativa, los conductores de protección (tierra) no son más desnudos sino que deben utilizarse conductores aislados del mismo tipo que los polos vivos pero con colores verde y amarillo dispuestos en franjas alternadas de 15 a 100 mm de ancho.

2.1. DIMENSIONADO DE CONDUCTORES ACTIVOS

Se consideran como **conductores activos** en toda instalación, los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta condición se aplica tanto a los conductores de línea como al conductor neutro (RBT, Cap. II Ítem 3.1).

En todo conductor recorrido por una corriente, se producen tres fenómenos:

1) un calentamiento que depende de su resistencia y la intensidad que lo recorre, cuya potencia es dada por

W = RI² (ley de Joule)

2) una caída de tensión entre sus extremos, también dependiente de su resistencia y la intensidad que lo recorre

3) un campo magnético en torno al mismo.

El dimensionado de un conductor en instalaciones interiores se hace basado solamente en los fenómenos 1) y 2) (el 3er fenómeno prácticamente no influye, y en el peor de los casos se aplica un factor de corrección) y al hecho que el mismo debe tener una resistencia mecánica adecuada a la importancia de las puestas que alimenta, por lo cual se establecen secciones mínimas reglamentarias según su destino.

La resistencia de un conductor está dada por la expresión

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

donde

- R Resistencia del conductor (Ω)
- ρ Resistividad del material (Ω mm²/m)
- L Longitud del conductor (m)
- S Sección recta del conductor (mm²)

Como resultado de lo anterior, el dimensionado de los conductores se hace aplicando 3 criterios, resultando la sección a instalar aquella que simultáneamente cumple todos y cada uno de ellos:

- Criterio por caída de tensión admisible
- · Criterio por calentamiento admisible
- · Criterio por resistencia mecánica

En el Cap. II Ítem 1 del RBT se establece que estas prescripciones "son de aplicación obligatoria en todas las instalaciones eléctricas a conectarse a las redes de UTE":

2.1.1 Criterio por caída de tensión admisible

Debido a la **caída de tensión** que se produce a lo largo de los conductores, la tensión que llega a un cierto aparato de consumo, es menor que la nominal en un valor igual a la disminución de la misma producida en la transmisión. P.ej., si una lámpara de 220 V conectada a una derivación

en la que se produce una caída de tensión de 5 V, la misma funcionará a 215 V.

40

Es importante que los aparatos de consumo funcionen a la tensión de diseño: una estufa de 1.000 W - 220 V, funcionando a 200 V, emitirá en calor solamente 826 W, una lámpara incandescente emite 16 % menos de flujo luminoso cuando funciona con una tensión 5 % menor, y 30 % si la caída es del 10 %, variable con el tipo de lámpara. Pero en cargas puramente resistivas, es solamente una pérdida de rendimiento, no existe riesgo de daños.

No es lo mismo en el caso de motores, algunas lámparas de descarga y en general cargas no puramente resistivas donde además de la pérdida de rendimiento, existe el riesgo de daños cuando la tensión se aparta de los valores nominales tanto en más como en menos. Son comunes los accidentes en heladeras y otros equipos cuando funcionan con tensión excesivamente baja o cuando después de un corte de energía la misma se restablece con picos elevados de tensión.

La tensión que llega a un cierto aparato, debe ser lo más próxima posible al valor nominal, y ya que la caída en la transmisión es inevitable, dicho valor debe mantenerse dentro de ciertos límites.

La caída de tensión admisible entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, debe ser como máximo 3 % para circuitos de alumbrado y 5 % para otros usos. (RBT Cap. II Anexo Item 8) o sea que el valor absoluto de e (caída de tensión) depende de la tensión de funcionamiento.

Y a los efectos de una instalación interior, el origen de la instalación es el punto de conexión a la red de UTE, o sea los bornes de salida del ICP que es el primer punto no precintado accesible por el suscriptor.

En el Ítem mencionado, se establecen fórmulas de cálculo de las secciones de conductores basadas en la caída de tensión admisible, válidas para líneas con baja reactancia inductiva, muy simples de deducir aplicando las leyes fundamentales de la electricidad:

$$S = \frac{2LW}{K.V.e}$$
 (1) Líneas monofásicas

$$S = \frac{LW}{K.V.e}$$

(2) Líneas trifásicas

Donde

S	Sección del conductor	(mm²)	
L	Longitud del conductor	(m)	(1)
W	Potencia	W	(2)
Κ	Conductividad del metal (1/p)	Mohs-mm ² /m	(3)
е	Caída de tensión admisible	V	
V	Tensión de suministro	V	

- (1) Longitud simple
- (2) Calculada según las normas del Anexo I Cap. I NI
- (3) Cobre 56.9, aluminio 34.7 a 25° C

2.1.2. Criterio por calentamiento admisible

El calentamiento que sufre un conductor recorrido por una corriente, depende de la temperatura ambiente, de la intensidad de la misma, la sección del conductor y el metal que lo compone, el tiempo en que la corriente se mantiene y la forma de instalación. Ese calor se disipa al medio ambiente, hasta que se alcanza una temperatura de equilibrio que depende de las condiciones en que está instalado. Además de representar una pérdida indeseable de energía, ese aumento de temperatura puede eventualmente llegar a dañar la aislación.

Un capítulo aparte está representado por las corrientes de cortocircuito, que dependiendo de su magnitud y duración, pueden afectar seriamente la aislación; en estas páginas no se consideran ya que su análisis es un tema técnico reservado a especialistas, sin interés directo para el Arquitecto salvo el conocimiento de su existencia.

En el RBT Cap. II ANEXO Item. 1.1 se incluyen diversas Tablas que establecen las corrientes máximas admisibles en servicio permanente para conductores según Norma Unit-IEC 227

usados en instalaciones interiores o receptoras con tensión de funcionamiento hasta 750 V, para diversas clases de aislación, tipo de instalación y temperatura ambiente.

41

Normalmente las tablas se expresan para una temperatura ambiente de 25° C, indicándose los factores de corrección para diferentes temperaturas.

Las corrientes admisibles varían, entre otros factores, según:

- · el tipo de metal conductor (cobre o aluminio)
- sus características constructivas (unipolares, multipolares, preensamblados, etc.)
- su aislación (cloruro de polivinilo PVC, goma butílica, etileno propileno, polietileno reticulado, papel impregnado, etc. trenzados o no)
- su forma de instalación (al aire libre, al aire bajo techo, enhebrados dentro de conductos, etc.).
- · la temperatura ambiente

por lo que existe una tabla particular para cada tipo y condición. Como en instalaciones interiores en edificios prácticamente se utilizan casi exclusivamente conductores **con aislación de PVC** antillama canalizados en **conductos embutidos**, con fines de simplificación solamente se incluye en estas páginas la Tabla IV-2 (Tabla X del RBT Cap.II ANEXO Ítem 5) de corrientes máximas admisibles en los mismos, de aplicación directa en el dimensionado; en caso de utilizarse otro tipo de conductor u otras condiciones de instalación, pueden consultarse las tablas correspondientes en el Ítem mencionado del RBT.

La temperatura máxima admisible en un conductor varía según el tipo de aislación; los aislados en PVC de uso común en instalaciones embutidas, soportan sin sufrir daños una temperatura bastante menor que los de polietileno reticulado, como se indican en la Tabla IV-1 (Tabla V del RBT Cap.II ANEXO Item 3.3.1).

Tabla IV-1

TEMPERATURA MÁXIMA ADMISIBLE SEGÚN EL TIPO DE AISLACIÓN

TIPO DE AISLACIÓN	V	В	D	R	Р
TEMP. MÁXIMA DEL CONDUCTOR °C	70	85	90	90	80

Tabla IV-2

TOMADA DE LA TABLA X DEL CAP.II ANEXO DEL RBT

CORRIENTE MÁXIMA ADMISIBLE (A)

PARA CABLES UNIPOLARES DE COBRE AISLADOS CON PVC INSTALADOS DENTRO DE CONDUCTOS

SECCION	CONDUCTORES UNIPOLARES		
NOMINAL	CONDUCTORES POR CIRCUITO		
mm²	2	3	
0,75	12	10	
1,0	14	13	
1,5	19	16	
2,0	22	20	
2,5	25	22	
4,0	34	30	
6,0	43	38	
10	60	53	
16	81	72	
25	107	94	
35	133	118	
50	160	142	
70	204	181	
95	246	219	
120	285	253	
150	328	292	
185	375	332	
240	440	391	
300	506 449		
400	605	538	

2.1.3 Criterio por resistencia mecánica

De acuerdo con su destino, tanto los conductores vivos como el neutro y el de protección (tierra) deben tener secciones **mínimas reglamentarias**.

2.1.3.1 Conductores Vivos

Las **secciones mínimas** de los conductores vivos según su destino, se indican en la Tabla **IV**-3: (RBT Cap.**II** ANEXO Ítem 9).

Debe recordarse que **línea repartidora** es la parte de la instalación que enlaza la red principal de Distribución, CGP o CD si correspondiera, con medidor o transformadores, seccionador general o regleta de distribución (NI, Cap. I Item 6.1 pág. 25). Es decir, son líneas pertenecientes a la distribución UTE.

Y derivación individual es la parte de las instalaciones de enlace que vincula la bornera del módulo de los ICP, con el tablero de la instalación interior del cliente (NI, Cap. I Item 13.1 pág.94). se prefiere mantener en estas páginas la denominación más general de líneas alimentadoras a la parte de la instalación que alimenta el Tablero General de Distribución a partir del Tablero General.

Tabla IV-3

TOMADA DEL CUADRO DEL ITEM 9 DEL CAP.II ANEXO DEL RBT

SECCIONES MÍNIMAS DE LOS CONDUCTORES

SEGÚN DESTINO

CIRCUITO	S _{min} (mm²)
Líneas repartidoras	6
Líneas individuales	6
Derivaciones para alumbrado	0,75
Derivaciones para otros usos (excepto alumbrado)	1
Derivaciones para un solo tomacorriente	1
Derivaciones para tomacorrientes en salto	1,5
Conductor con vaina (superplástico o similar) de cobre en muros	2
Conductor con vaina (superplástico o similar) de aluminio en muros	2,5
Conductor con vaina (superplástico o similar) de cobre suspendido	6
Conductor con vaina (superplástico o similar) de aluminio suspendido	6
Líneas aéreas de cobre hasta 15 m de vano	6
Cables armados	1,5

2.1.3.2 Conductor Neutro

En la actual distribución, **se incorporan** como nuevas tensiones **400 V** en BT y **22 kV** en MT trifásicas con neutro. En los casos de Media Tensión, se deberá prever en los suministros alimentados actualmente en 6 kV o 15 kV, que la instalación y equipamiento sean **clase 24 kV**, previendo el cambio de MT a 22 kV. (NI Cap. I Anexo IV pág. 139). UTE ha adoptado para la instalación interior del cliente en BT el sistema T.T. con **neutro aterrado** en la SE de la red de distribución y en otros puntos a determinar por UTE (RBT, Cap. **XXVI** Ítem 2 pág.14).

Las instalaciones **trifásicas** constan por lo tanto de **5 conductores**, 3 vivos, 1 neutro y 1 de tierra (este último conectado a una toma de tierra independiente de la red de distribución, no uniéndose nunca al hilo neutro). (RBT, Cap. **XXVI** Ítem 2 pág.14). Las instalaciones **monofásicas** constan de **3 conductores**, 1 vivo, 1 neutro y 1 de tierra. El **neutro** es el conductor que conecta el polo neutro de un circuito de corriente alterna polifásica con el polo neutro del receptor. Es un conductor **aislado** cuyo color convencional es **celeste**.

Aunque teóricamente entra en la categoría de conductor activo, en estas páginas se prefiere independizarlo, pues teóricamente en un circuito equilibrado la corriente que por él circula es cero; en la práctica, debido a los desequilibrios, siempre existe una corriente por ese conductor.

La sección del conductor neutro no se calcula por los criterios convencionales de caída de tensión y calentamiento admisibles, pues la corriente que lo recorre depende del desequilibrio, y es desconocida o por lo menos variable según los circuitos que se alimentan en ese momento. Su sección se determina en relación con la de los conductores vivos como se indica en la Tabla IV-4.

Tabla IV-4

SECCIÓN DEL NEUTRO (mm²)

S ≤ 16	= S
S < 16	= S/2

donde S - Sección de los conductores vivos (mm²)

La tabla anterior es la normalmente usada para determinar la sección del neutro; la Norma NBR 5410 de la Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) de 1999 es algo más conservativa: el límite para la sección del neutro igual a la de los conductores vivos es de 25 mm² en lugar de 16 mm².

La única sección afectada es cuando la línea es de 25 mm², la que debería llevar un neutro de 25 mm² en lugar de los 16 mm² (redondeo en màs) que surge de la Tabla IV. Los demás valores se mantienen en S/2.

2.2. DIMENSIONADO DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

El conductor de protección o de tierra está destinado a conducir a tierra las corrientes de defecto; conecta masas metálicas no energizadas a un electrodo de descarga al potencial de tierra. Es un conductor aislado cuyo color convencional es verde-amarillo a listas alternadas o verde.

La sección del conductor de protección tampoco se calcula por los criterios de caída de tensión y calentamiento admisibles; solamente deben respetarse los mínimos reglamentarios. La sección mínima de los conductores de tierra está en relación con la sección de los conductores de línea como se indica en la Tabla IV-5. (NI Cap. I Ítem 15.8 y Cap. II Ítem 6.1):

Tabla IV-5

TOMADA DEL CUADRO DEL ÍTEM 6.1 DE LAS NI

SECCIÓN DE TIERRA (mm²)

S≤16 mm²	= S con un mínimo de 2 mm²
16 < S≤35 mm²	= 16 mm ²
S>35 mm ²	= S/2 con un máximo de 50 mm²

donde S - Sección de los conductores de línea

3. DIMENSIONADO DE CANALIZACIONES

Los conductores de una instalación eléctrica bajo techo, puede tenderse sin canalizar o canalizados; en el primer caso se instalan los conductores sin protección y en el segundo, alojándolos en canalizaciones adecuadas; las instalaciones embutidas siempre están canalizadas, pudiéndose utilizar solamente conductores sin canalizar en instalaciones aparentes.

Determinada la sección de los conductores a instalar, es necesario determinar las canalizaciones en que los mismos se alojan.

44

Las canalizaciones son elementos destinados a alojar los conductores eléctricos; se distinguen:

- 1) conductos
- 2) caños de fibrocemento
- 3) bandejas portacables
- 4) canalizaciones registrables
- 5) ductos de barras

3.1. CONDUCTOS

Se denomina **conducto** un elemento de canalización cerrado, de sección no necesariamente circular, destinado en las instalaciones eléctricas a la colocación o reemplazo de los conductores mediante enhebrado, debiendo ser suficientemente cerrado a lo largo de su contorno, de manera que los conductores pueden ser solamente enhebrados y no instalados lateralmente. (UNIT-IEC 614-1-91).

3.1.1. Generalidades

Según su forma, se distinguen:

- conductos lisos, de perfil longitudinal rectilíneo
- conductos corrugados, de perfil longitudinal ondulado.

Según el material:

- · conductos metálicos
- · conductos aislantes (PVC, Polipropileno, etc.)
- · conductos compuestos

roscables y no roscables.

La **serie normalizada** de conductos abarca las siguientes designaciones que coinciden con su diámetro exterior aproximado en mm (UNIT-IEC 423-91):

Tabla IV-6

DESIGNACIÓN DE LOS CONDUCTOS Y ACCESORIOS

12	16 20	25	32	40	50	63
----	-------	----	----	----	----	----

Siendo el diámetro 12 no preferido, sólo para aplicaciones especiales, normalmente no roscable.

Según las propiedades mecánicas, se dividen en:

- Conductos para esfuerzos mecánicos muy livianos
- · Conductos para esfuerzos mecánicos livianos
- · Conductos para esfuerzos mecánicos medios
- · Conductos para esfuerzos mecánicos pesados

El tendido de los conductos debe hacerse de forma de permitir un cómodo enhebrado intercalando cajas de registro **cada 10 m** como mínimo. Cuando deba sobrepasarse esa longitud, debe aumentarse la sección del conducto en un 25 % por cada 5 m o fracción suplementarios. (RBT, Cap. **IV** Ítem 2).

No pueden utilizarse como registro cajas que contengan elementos de determinado circuito (interruptores, tomacorrientes, fusibles, portalámparas, etc.) para registrar líneas que pertenezcan a otro circuito, ni en general cajas destinadas a brazos, tomacorrientes o interruptores, salvo que estén vacías y destinadas a ese único fin. (RBT, Cap. IV Ítem 2).

Las curvas llamadas en "bolsa de agua" (cuando exista un punto intermedio más bajo que dos adyacentes) deberán evitarse mediante el empleo de cámaras o registros. Cuando no sea posible, se admitirá la "bolsa de agua" **únicamente en conducto de** Ø **25 mm** como mínimo enhebrado en superplástico. (RBT, Cap. **IV** Ítem 2).

Aun cuando en el Reglamento de Baja Tensión no se establece un máximo de curvas entre registros, limitándose solamente a 270º la suma de los ángulos de las curvas entre dos cajas consecutivas (RBT, Cap. IV Ítem 2), es práctica aconsejable que simplifica el enhebrado de los conductores, no tener más de dos curvas intermedias.

En los cruces de conductos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los conductos, quedando los extremos separados aproximadamente 50 mm entre sí, empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes de 20 cm de longitud. (RBT, Cap. IV Ítem 2).

Este tipo de canalización eléctrica, tanto metálica como aislante, puede colocarse directamente sobre las paredes o techos, en montaje aparente, o embutida en los mismos.

El conducto metálico puede emplearse libremente, para protección de los conductores en cualquier ambiente aparentes o embutidos; a la intemperie o en atmósferas corrosivas o de alta temperatura; deben poseer características adecuadas para soportar esas condiciones. Es obligatorio donde se exija protección contra accidentes mecánicos.

45

Las canalizaciones y cámaras para el enhebrado de líneas distribuidoras y repartidoras de UTE en conductos de PVC se estudian en detalle en el Ítem 5 del Cap. VIII de esta publicación.

En las demás instalaciones embutidas en el piso, las cámaras deberán ubicarse para cables armados como máximo a una distancia de 20 m, y para cualquier otro tipo de conductor, 30 m (RBT Cap. **III** Apartado A Ítem 8.2).

Como regla general, las cámaras deben tener como mínimo 40 x 40 cm admitiéndose el uso de cámaras de 20 x 20 cm para el caso de conductos $\phi \le 25$ mm (RBT Cap. III Apartado A Ítem 8.2).

Es práctica conveniente **pintar las tapas** de las cámaras destinadas a registro de instalaciones eléctrica, o por lo menos marcarlas, con el color normalizado, negro, con fines de identificación; en caso de reformas o relevamientos, evita destapar inútilmente cámaras no pertenecientes a la instalación con los consiguientes riesgos de roturas.

3.1.2. Dimensionado

Los conductos se dimensionan solamente respetando los mínimos reglamentarios y la capacidad de alojamiento de los conductores. Debe tenerse especialmente en cuenta que todos los conductores de una línea o ramal deben enhebrarse en el mismo conducto. (RBT Cap. **III** Apartado A Ítem 2).

Como regla general, la sección total de los conductores incluso aislación no puede superar el 40 % de la sección interna del conducto (RBT Cap. IV Ítem 1.1).

En las NI y el RBT existen una serie de mínimos establecidos para los conductos según el destino de la línea o derivación que se enhebra en ellos; con fines de rápida localización, los mismos se han agrupado en la Tabla IV-7, indican-

Tabla IV-7

DIÁMETROS MÍNIMOS DE LOS CONDUCTOS

SEGÚN DESTINO

En cada caso se indica el Capítulo e Ítem donde se menciona

CIRCUITO	φ (mm)
Línea repartidora ≤ 50 mm² (NI Cap.I Ítem 8.2.2)	2x63
Línea repartidora > 50 mm² (NI Cap.I Ítem 8.2.2)	2x100
Instalaciones embutidas (mínimo absoluto) (RBT Cap. III Ítem 2)	16
Deriv.de luces (hasta 5 en salto en la misma planta) (RBT Cap. III Ítem 2c)	16
Deriv.de TC (hasta 5 en salto en la misma planta) (RBT Cap. III Ítem 2d)	16
Derivaciones en bolsa de agua con superplástico (RBT Cap. IV Ítem 2)	25
Línea general en Propiedad Horizontal (RBT Cap. VIII Ítem 9.2)	32
TC de cocina (RBT Cap. III Ítem 2)	25
Calefactores individuales (RBT Cap.IX Ítem 4)	16
Calefactores en salto máx. 3 kW (RBT Cap. IX Ítem 4)	19

do en cada caso el Capítulo e Ítem donde se mencionan.

En el RBT Cap. IV Ítem 1.1 se incluyen tablas que indican la cantidad de conductores unipolares clase 2 (cableados) que se pueden alojar en los conductos según su diámetro nominal y la sección del conductor, para conductos aislantes livianos, medianos y pesados y conductos metálicos livianos y pesados.

Esas tablas son de engorrosa aplicación directa, por lo que es preferible en la casi totalidad de los casos, sustituirlas por una más simple, que surge del análisis de las mismas, reservando la consulta de las generales para casos específicos.

El cuadro siguiente (Tabla IV-8) es una simplificación conservativa de los diámetros necesarios de los conductos a utilizar, extraída de las tablas de capacidad mencionadas. Se han tomado para la sección de la tierra y del neutro una sección igual a los polos vivos, y el conducto más desfavorable (menor sección libre). Indica los diámetros mínimos del conducto donde pueden enhebrarse sin dificultad la cantidad de conductores (conductores clase 1 hasta 4 mm² inclusive y clase 2 cableados los demás) indicada, incluso los conductores de control. La única aproximación en menos es por la falta de aplicación de las

secciones mínimas de tierra para conductores vivos <2mm², para el caso improbable de 5 conductores de 1 mm².

A efectos de aplicación de la tabla simplificada, debe recordarse que la cantidad de conductores que es necesario enhebrar por conducto, en 220 V, es de 3 conductores para circuitos monofásicos y de 4 conductores en circuitos trifásicos; y en 380 V con neutro, 3 y 5 conductores respectivamente. O sea que la cantidad de conductores necesarios para un circuito y que deben ser enhebrados en un mismo conducto son solamente 3, 4 y 5, además de los conductores de control, señales, relés, etc. que pueden incluirse en el mismo. (RBT Cap. IV Ítem 1.1). El uso de esa tabla es inmediato: conocida la sección y la cantidad de los conductores a enhebrar, en las columnas de la derecha se encuentra el conducto adecuado.

Si se desea mayor precisión y para los casos no indicados en la Tabla IV-8, pueden consultarse las tablas generales o aplicar el criterio que la sección total de los conductores, incluso aislación, no puede superar el 40 % de la sección libre interior del conducto (RBT Cap. IV Ítem 1.1).

La cantidad de conductores admisibles en los conductos indicada, es para tramos rectos. Cuan-

do haya curvas entre dos registros, deberán aplicarse factores de reducción de capacidad que van del 20% al 25% según el diámetro del conducto.

Tabla IV-8

DIÁMETRO DE LOS CONDUCTOS A UTILIZAR

SEGÚN SECCIÓN Y NÚMERO DE CONDUCTORES

SECCIÓN DEL	N°CONDUCTORES		
CONDUCTOR	3	4	5
mm²	φCO	NDUCTO) mm
1	16	16	20
1,5	16	16	20
2	16	20	20
2,5	16	20	20
4	20	25	25
6	-	25	25
10	-	32	32
16	-	32	40
25	-	40	50
35	-	50	50
50	-	50	63
70	-	63	63

El cálculo del 40 % de ocupación del conducto es engorroso pues es necesario conocer el diámetro interno de los mismos y el diámetro externo de los conductores incluso aislación, y calcular las áreas correspondientes.

A efectos de facilitar ese cálculo, se han confeccionado tablas donde se indican las secciones de conductores incluso aislación y área libre de los conductos.

En la tabla **IV**-9a se indican los diámetros medios totales incluso aislación (límite superior) de los conductores aislados comunes y en la tabla IV-9b los de los superplásticos, y las **secciones totales** calculadas con esa base (conductores clase 1 hasta 4 mm² inclusive y clase 2 los demás). Los diámetros fueron tomados de las Normas UNIT-IEC 227-3:96 y 227-4:96.

En la tabla IV-10 se calculan las secciones libres de los conductos de PVC rígidos y plega-

bles (corrugados); los diámetros internos de los mismos se tomaron de la Norma UNIT-IEC 614 - 2-3-91 y 614-2-4-91 (Hojas de Normalización 1).

47

En todos los casos se consideraron las condiciones más desfavorables, para los conductores el límite superior del diámetro y para los conductos rígidos el diámetro interior del tipo pesado; es una aproximación en más por lo que el enhebrado de esos conductores dentro del conducto no ofrecerá dificultades.

El diámetro del conducto necesario conocido el número de conductores y sección de los mismos, se determina por aplicación directa de la Tabla IV-8; y siempre pueden consultarse en caso de duda las tablas generales incluidas en el RBT.

En ciertos casos especiales interesa la determinación del conducto a utilizar limitando al 40% la ocupación del mismo por los conductores (RBT **IV**-1.1). El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Se calcula como siempre la sección de los conductores a enhebrar.
- Por el tipo de circuito, se sabe cuántos conductores deben utilizarse (vivos, neutro y protección o tierra).

Tabla IV-9a

SECCION TOTAL DE LOS CONDUCTORES INCLUSO AISLACIÓN

CONDUCTORES COMUNES AISLADOS SIN CUBIERTA PROTECTORA				
S mm²	φexterior mm	S total mm²		
1,0	3,1	7,5		
1,5	3,3	8,6		
2,0	3,9	11,9		
2,5	4,2	13,9		
4,0	4,8	18.1		
6,0	5,4	22,9		
10	6,8	36,3		
16	8,0	50,3		
25	9,8	75,4		
35	11,0	95,0		
50	13,0	132,7		
70	15,0	176,7		

Tabla IV-9bSECCIÓN TOTAL DE LOS CONDUCTORES INCLUSO AISLACIÓN

CONDUCTORES SUPERPLÁSTICOS CON CUBIERTA PROTECTORA					
S mm²	φ ext. mm	S total mm²	S mm²	φ ext. mm	S total mm²
2 x 1,0	9,5	70,9	4 X 1,0	10,7	89,9
2 x 1,5	10,0	78,5	4 X 1,5	11,5	103,9
2 x 2,0	11,1	96,8	4 X 2,0	13,2	136,9
2 x 2,5	12,0	113,1	4 X 2,5	13,5	143,1
2 x 4,0	13,0	132,7	4 X 4,0	15,0	176,7
2 x 6,0	14,0	153,9	4 X 6,0	17,0	227,0
2 x 10	17,5	240,5	4 X 10	20,5	330,1
2 X 16	20,0	314,2	4 X 16	23,5	433,7
2 X 25	24,0	452,4	4 X 25	28,5	637,9
2 X 35	27,5	594,0	4 X 35	32,0	804,2
3 X 1,0	10,0	78,5	5 X 1,0	11,2	98,5
3 x 1,5	10,5	86,6	5 X 1.5	12,0	113,1
3 x 2,0	12,2	116,9	5 X 2,0	13,9	151,7
3 x 2,5	12,5	122,7	5 X 2,5	14,5	165,1
3 x 4,0	13,5	143,1	5 X 4,0	16,0	201,1
3 x 6,0	15,5	188,7	5 X 6,0	18,5	268,8
3 x 10	19,0	283,5	5 X 10	22,0	380,1
3 x 16	21,5	363,1	5 X 16	26,0	530,9
3 x 25	26,0	530,9	5 X 25	31,5	779,3
3 x 35	29,0	660,5	5 X 35	35,0	962,1

Tabla IV-10 SECCIÓN LIBRE DE LOS CONDUCTOS

CONDUCTOS DE PVC RÍGIDOS				
DESIGNACIÓN	φ int. mm	S libre mm²		
16	12	113,1		
20	15	176,7		
25	20	314,2		
32	26	530,9		
40	34	907,9		
50	43	1.452,2		
63	57	2.551,8		

	DUCTOS DE ORRUGADO	
DESIGNACIÓN	φ int. mm	S libre mm²
16	10,7	89,9
20	14,1	156,1
25	18,3	263,0
32	24,3	463,8
40	31,2	764,5
50	39,6	1.231,6
63	50,6	2.010,9

- En las Tablas IV-9a y IV-9b se lee el valor del área total ocupada por los conductores incluso aislación.
- En la Tabla IV-10 se encuentra el conducto cuya superficie libre es tal que el área de los conductores a enhebrar no sobrepase el 40 % de la misma.

3.1.3 Coexistencia

Se admite el enhebrado de más de un circuito derivado en coexistencia dentro de un mismo conducto, incluso los conductores de control y señalización que pertenecen al mismo (RBT Cap.III Ítem 2 -e). Se entiende por circuito derivado el que parte de un tablero primario para

alimentar un tablero secundario, o de un tablero para alimentar una puesta.

49

La coexistencia debe cumplir las siguientes condiciones:

- El número de circuitos en coexistencia no puede ser mayor de cinco.
- · Los circuitos deben ser de la misma tensión.
- · Deben partir de un mismo tablero.
- Como en todos los casos, la sección total de los conductores incluso aislación, no puede superar el 40 % de la sección libre interior del conducto.

Según la cantidad de circuitos a enhebrar en coexistencia, los diámetros mínimos de los conductos se indican en la Tabla **IV**-11

Tabla IV-11

COEXISTENCIA DE CIRCUITOS DERIVADOS POR UN MISMO CONDUCTO

DIÁMETRO DEL CONDUCTO	CANTIDAD DE CIRCUITOS
25	2
32	3
40	4
50	5

3.2. CAÑOS DE FIBROCEMENTO

Los caños de fibrocemento son envolventes cilíndricas formadas por la mezcla íntima de cemento portland, asbesto o amianto y agua.

3.2.1 Generalidades

Los caños de fibrocemento se utilizan especialmente en instalaciones embutidas en el piso, debiendo colocarse cámaras al comienzo y ter-

Tabla IV-12

DIMENSIONES DE LOS CAÑOS DE FIBROCEMENTO

DESIGNACIÓN	φ INTERIOR (mm)	ESPESOR (mm)	φEXTERIOR (mm)
40	38	7	52
50	48	7	62
60	60	8	76
100	98	8	114
125	123	8	139
150	148	8	164

minación de cada tramo y en las ubicaciones indicadas en cada caso.

Los caños deberán protegerse con una envoltura de hormigón de espesor mínimo igual al radio del conducto. (RBT Cap. III Apartado A Ítem 8.2).

Las cámaras deben ubicarse fuera de las zonas de afectación de humedad, vapores, aguas limpias o servidas u otros elementos como los que resultan en industrias como tintorerías, curtiembres y similares. En caso de quedar en zonas afectadas, deben usarse tapas dobles, una de ellas con junta apropiada.

Según Normas UNIT 79-51 y 112-55, son caños de 2.50, 3 y 4 m cuyas dimensiones normalizadas se indican en la Tabla **IV**-12.

3.2.2. Dimensionado

Al igual que los conductos, los caños de fibrocemento se dimensionan solamente respetando los mínimos reglamentarios y la capacidad de alojamiento de los conductores.

El diámetro interior mínimo admitido para caños subterráneos es de 50 mm (RBT Cap. **III** Apartado A Ítem 8.2).

En cuanto a los diámetros a instalar de acuerdo con la sección y el número de conductores, rige lo establecido para conductos aislantes de PVC y la regla general de ocupación de un máximo del 40 % de la sección libre.

Como en el caso anterior, a efectos de facilitar ese cálculo, se ha confeccionado la Tabla IV-13

Tabla IV-13

SECCIÓN LIBRE

DE LOS CAÑOS DE FIBROCEMENTO

DESIGNACIÓN	φ int. mm	S libre mm²
40	38	1.134,1
50	48	1.809,6
60	60	2.827,4
100	98	7.543,0
125	123	11.882,3
150	148	17.203,4

donde se indican las secciones libres de los caños de fibrocemento. 50

3.3. BANDEJAS PORTACABLES

Las bandejas portacables son **estructuras prefabricadas rígidas**, metálicas o de otro material incombustible, destinadas al soporte de conductores, con un fondo de apoyo, debiendo tener paredes laterales en todos los casos (RBT Cap. **III** Apartado A Ítem 6).

3.3.1. Generalidades

Se distinguen **tres tipos** de bandejas portacables:

- · tipo escalera
- · con fondo perforado
- · con fondo continuo ventilado

En la Fig.**IV**-1 se indica un detalle de bandejas con fondo perforado.

Las bandejas portacables se utilizan exclusivamente para cables del tipo autoprotegido, con cubierta de PVC (superplástico). Pueden coexistir en una misma bandeja circuitos de distintas tensiones, siempre que sean ≤750 V. Conductores con tensiones mayores deberán tenderse en bandejas separadas y con línea de tierra independiente.

La sujeción de los conductores a las bandejas se hace con lazos de material no metálico a distancias de no más de 2 metros.

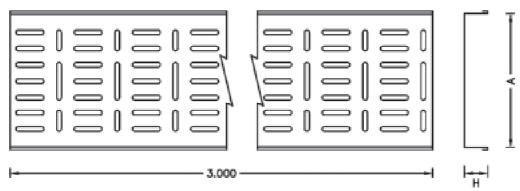
Las bandejas metálicas deben presentar continuidad, debiéndose conectar a tierra cada 50 m o fracción, no pudiéndose utilizar el cuerpo como conductor de neutro o tierra. En general se construyen en chapa perforada de hierro Nº 14 zincadas electrolíticamente o galvanizadas, diseñadas de manera de resistir el peso de los cables.

En las juntas de dilatación, se debe permitir el desplazamiento de los diferentes tramos de las bandejas sin interrumpir la continuidad eléctrica de las mismas, dejando a la vez holgura longitudinal en los conductores.

Debe mantenerse una distancia útil mínima de 20 cm entre el borde superior de la bandeja y el techo del local o cualquier otro obstáculo, y 2 cm de la pared adyacente.

BANDEJAS PORTACABLES PERFORADAS

TRAMO RECTO



DIMENSIONES

Α	CALIBRE
50	18
75	18
100	18
150	18
200	18
250	16
300	16
350	16
400	16
450	16
500	16
550	16
600	16

- MATERIAL: CHAPA DE ACERO GALVANIZADO ELECTRO— LITICO O GALVANIZADO "ZINCGRIP" DE LOS ESPESO— RES INDICADOS.
- VALORES DE H VARIABLES ENTRE 20 Y 100 MM.
- SUMINISTRO NORMAL EN TRAMOS DE 3 m.
- DENTRO DE LA MISMA LINEA EXISTEN PIEZAS ACCE— RIAS: REDUCCIONES, UNIONES, UNIONES T VERTICA— LES Y HORIZONTALES, UNIONES CRUZ VERTICALES Y HORIZONTALES, SOPORTES, ETC.

Fig. IV-1

TOMADA DEL CATÁLOGO SAMET

DIMENSIONES EN MILÍMETROS

Normalmente, el fabricante suministra tramos rectos, curvas planas o verticales, desvíos, ménsulas para soporte, y todas las piezas necesarias para el montaje.

No hay Norma UNIT respecto a las bandejas portacables; generalmente vienen en anchos de 50 mm, 75 mm, 100 mm, y de ahí en delante de 50 en 50 mm, aún cuando se fabrican en anchos diferentes a pedido. La altura de los laterales es variable entre 20 y 100 mm de acuerdo al ancho.

Las bandejas se instalan soportadas sobre ménsulas, siendo importante evitar soportes que impidan la colocación de los conductores lateralmente en un haz sin tener que enhebrarlos.

En RBT Cap. **III** Apartado A Ítem 6 se indican los coeficientes de reducción en la corriente admisible en los mismos en función del tipo de bandeja y coexistencias.

3.3.2. Dimensionado

Aún cuando el RBT admite el tendido de los circuitos sobre las bandejas en una sola capa limitando el ancho de la bandeja a la suma de los diámetros exteriores de los conductores incluida su aislación (RBT Cap. III Apartado A Ítem 6), los fabricantes recomiendan:

- · el tendido en una sola capa.
- dejar un espacio entre conductores no menor a ¼ del diámetro del cable adyacente de mayor dimensión incluso aislación a fin de facilitar la ventilación de los mismos.
- prever en las bandejas una reserva de no menos del 25 % una vez considerado el espaciamiento entre conductores.

Respetando las directivas anteriores, se determina el ancho de las bandejas a instalar.

3.4. CANALIZACIONES REGISTRABLES

Son ductos prefabricados, metálicos o de material incombustible, registrables en toda su extensión. Los cambios de dirección se hacen uniendo tramos de ductos o intercalando cajas, respetando los radios mínimos de curvatura de los conductores. (RBT Cap. III Apartado A Ítem 5).

3.4.1. Generalidades

Los ductos registrables en toda su extensión son muy utilizados en instalaciones subterráneas. Pueden instalarse en ambientes no afectados por humedad, vapores, aguas limpias o servidas u otros elementos como los que resultan de tintorerías, curtiembres, lavaderos, garajes, etc. (RBT Cap. III Apartado A Ítem 8).

Poseen tapas también incombustibles que deben ofrecer una resistencia mecánica adecuada y un ajuste que impida separaciones entre los diferentes tramos.

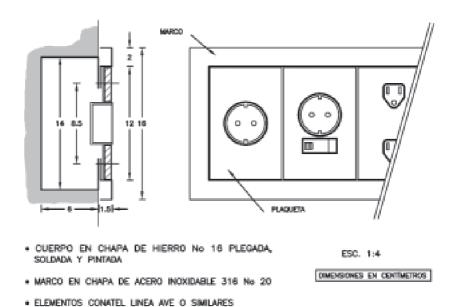
Los conductores se tienden en el interior de los canales; los cables armados o superplástico apoyados en el piso sin separadores, y los demás conductores aislados, soportados en separadores sujetos al fondo o las paredes, que impidan el contacto con el piso. 52

Un caso particular de canalizaciones registrables son los ductos metálicos o no que se instalan en forma embutida o aparente por la superficie de los muros, suspendidos, etc. en cuyas tapas se instalan tomacorrientes alimentados por derivaciones alojadas en los ductos; se incluyen generalmente instalaciones de baja tensión (teléfonos, datos de computación, etc.) que deben instalarse en el ducto separadas mediante tabiques de las de 220 V.

Estos ductos son de gran utilidad cuando se necesitan varios tomacorrientes de diferentes instalaciones y bases diferentes en un mismo punto, caso de laboratorios y puestos de computadoras. No hay disposiciones reglamentarias que se refieran a los mismos.

En la Fig. **IV**-2 se muestra un ducto de tomacorrientes con cuerpo embutido sobre el que se monta un marco de dimensiones internas múltiples del tamaño de las plaquetas de las piezas.

DUCTO PARA TOMACORRIENTES



En esa forma, pueden instalarse tomacorrientes modulares de distinto tipo, interruptores, etc., incluso dejar tapas ciegas como reserva para futuras necesidades. En el ejemplo se especifica marco de acero inoxidable para el caso de laboratorios, salas de internación, etc. pudiéndose incluso prever juntas para ambientes agresivos.

Existe en plaza un cierto número de ductos prefabricados, en metal o material plástico, que pueden utilizarse en sustitución de los anteriores.

En Fig. IV-3 se indican las características de ductos calados de con tapas de montaje a presión sin tornillos, adecuados para montajes aparentes de fabricación nacional en serie normalizada.

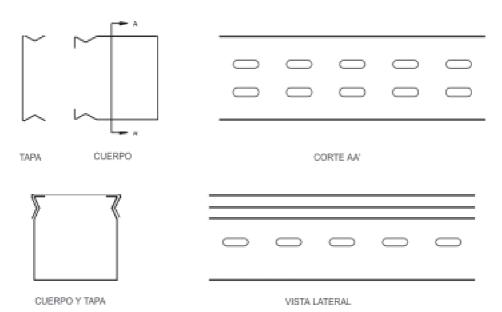
Los mismos se fabrican con chapa galvanizada Zincgrip, pudiéndose pintar sin dificultades con pintura de proyección electrostática. 53

3.4.2. Dimensionado

No existen normas para el dimensionado de canales registrables. En instalaciones subterráneas, sus dimensiones mínimas son de 25 cm de ancho y 15 cm de profundidad. (RBT Cap. **III** Apartado A Ítem 8.1).

En los ductos para tomacorrientes deben colocarse separadores internos para las diferentes tensiones (aún cuando no son reglamentariamente exigidos para tensiones ≤750 V), y separar canales cada 5 circuitos extendiendo el criterio

DUCTO METÁLICO CALADO



ANCHO mm	ALTURA mm
50	50
7.5	65
100	65
150	65
200	65
250	65
300	65
450	65

Fig. IV-3

BASADA EN CATALOGO Y MUESTRA DE DISTRIMET

de coexistencia. Las dimensiones de cada canal, por ese mismo criterio, deberían ser tales que la sección transveral sea equivalente a la seccion libre de un conducto \varnothing 50 mm.

3.5. DUCTOS DE BARRAS

Las barras desnudas pueden emplearse en el montaje de tableros así como dentro de ductos; las disposiciones reglamentarias están contenidas en el RBT Cap. III Apartado A Ítem 7.

Las barras deben protegerse en su total extensión por un ducto ventilado, salvo en ambientes donde existan emanaciones de gases o vapores, en cuyo caso deben ser herméticos; el ducto debe ser registrable como mínimo por un lado, y poseer la rigidez suficiente para poder soportar las barras sin deformaciones.

3.5.1. Generalidades

La separación entre apoyos de barras debe ser tal que puedan soportar los esfuerzos provocados por los cortocircuitos, con un máximo de 1 m. Cada 20 m de ducto, deben instalarse accesorios adecuados para permitir la dilatación de las barras.

Las partes metálicas deben conectarse a tierra cada 50 m o fracción de ducto, con un conductor de sección adecuada, no pudiéndose utilizar el cuerpo como conductor neutro o de tierra.

Las derivaciones o ramales que salgan del ducto pueden hacerse en barras o cables; si fueran en barras, las mismas deben protegerse con un ducto u otro revestimiento equivalente, limitándose a 3 m la distancia entre la conexión y el elemento de protección de la derivación.

3.5.2. Dimensionado

No existe un criterio técnico o reglamentario para dimensionar los ductos de barras. La sección de las barras de determina según lo indicado en la Tabla III del Ítem indicado.

Si se utilizan barras múltiples por fase, la separación entre las barras que pertenecen a un mismo polo debe ser igual al espesor de las mismas.

Las dimensiones mínimas dependen del tamaño de las pletinas que se instalen y la necesidad de mantener entre barras y entre ellas y cualquier parte metálica de los ductos una distancia no menor de 50 mm.

54

Previamente a la instalación de un ducto de barras, debe elaborarse un proyecto del mismo y someterlo a la aprobación de UTE. (RBT Cap. III Apartado A Ítem 7)

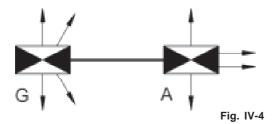
4. REPARTO DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN

Como ya se expresó anteriormente, la caída de tensión admisible entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, debe ser como máximo 3 % para circuitos de alumbrado y 5 % para otros usos. (RBT Cap. II Anexo Item 8); se entiende que el valor absoluto de edepende de la tensión de funcionamiento. Para una instalación interior, el origen de la instalación es el punto de conexión a la red de UTE, o sea los bornes de salida del ICP que es el primer punto no precintado accesible por el suscriptor.

Las instalaciones más comunes en unidades de tamaño pequeño o medio: viviendas, comercios, etc. son las **centralizadas**. Son aquellas que poseen un único tablero de donde parten todas las derivaciones, no existiendo tableros derivados. (Ver Item 3.2.1 de Cap. I de esta Publicación).

En ellas no es necesario distribuir la caída de tensión, se aplica a todas las derivaciones la máxima admisible. Si la instalación es de 220 V, todas las derivaciones del único tablero se calculan con $e = 0.03 \times 220 = 6.6 \text{ V}$ si no hay motores, calefactores o cualquier otro elemento que pueda considerarse de uso diferente del alumbrado.

Un caso diferente son las instalaciones **semicentralizadas** en edificios de cierta importancia (prácticamente las distribuidas, salvo casos muy especiales, no se utilizan). La caída de tensión admisible debe repartirse entre **la línea** de alimentación del tablero derivado y **las derivaciones** de éste último, y cuando hay dos tableros derivados en cascada, entre la primera línea, la segunda línea, y las derivaciones del último tablero y así sucesivamente. En el esquema de la Fig.**IV**-4, para un circuito de luz, las derivaciones del tablero general G se dimensionan para la caída total admisible de 6,6 V, no así las del tablero derivado A, pues parte de la caída se pro-



duce en la línea de alimentación G-A (p.ej. 3 V); las derivaciones de A deben calcularse con la caída disponible que surge de la diferencia entre la admisible y la producida en la alimentación (6,6-3=3,6 V).

El reparto de caídas de tensión entre líneas y derivaciones constituye un problema en el cual la aplicación de un criterio técnicamente estricto no es posible. La división basada en el mínimo de cobre, de aplicación en líneas de transmisión de energía es un método excesivamente engorroso en instalaciones de edificios para las secciones de los conductores utilizados.

Además resulta inútil pues muchas de las secciones se determinan por calentamiento admisible o por resistencia mecánica.

El criterio más adecuado sería aquel que repartiera las caídas de tensión de forma que la sección determinada por caída de tensión y por calentamiento fuera la misma, tanto en la línea como en el mayor número de derivaciones posible; de esa forma, se tendría una efectiva economía en los conductores a instalar.

Normalmente, se usa uno de los siguientes criterios:

- a) un reparto arbitrario, asignando a líneas y derivaciones caídas determinadas a criterio, a condición que el total sume la caída admisible. Este método es muy simple y suele dar resultados satisfactorios, a condición que lo aplique un proyectista experimentado, no siendo aconsejable para principiantes.
- b) un reparto proporcional a las longitudes entre la línea y la derivación más comprometida, que es la que tiene mayor LW/S. Pero como S no se conoce, habría que hacer un precálculo por calentamiento o resistencia mecánica, resultando un método impreciso y engorroso.

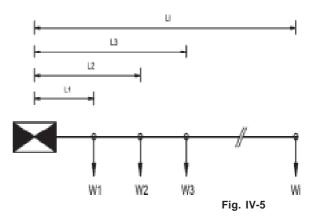
 c) un reparto proporcional a las longitudes de la línea y la derivación más alejada; es el método más simple que en general da resultados satisfactorios; y siempre puede verificarse con un recálculo inverso partiendo de las derivaciones y volviendo a calcular las líneas alimentadoras.

Existe un criterio práctico de buen sentido: en el caso de unidades repetidas, como pueden ser varios apartamentos, no es conveniente variar para puestas similares en unidades diferentes las secciones proyectadas; suele tenerse el resultado indeseable de confundir al Electricista. Lo ideal, es enhebrar esas puestas con la misma sección (generalmente la mínima por resistencia mecánica), calcular la mayor caída de tensión producida en la derivación más comprometida (la que tiene mayor LW/S como puede verse analizando las fórmulas de cálculo) y recalcular la línea con la diferencia a la caída de tensión total admisible. Ya que la sección mínima por resistencia mecánica establecida por la nueva normativa para las líneas es muy generosa (6 mm²) (RBT Cap. II ANEXO Ítem 9), normalmente verifica.

5. LONGITUD EQUIVALENTE

En la aplicación del criterio por caída de tensión admisible, el valor de **L**, longitud simple (sólo ida) del circuito, es inmediato cuando se alimenta una sola carga.

Pero cuando en una misma derivación hay varias cargas W_1 , W_2 , W_3 W_i situadas a L_1 , L_2 , L_3 L_i , del punto de alimentación (Fig.**IV**-5), el cálculo se hace superponiendo los efectos parciales de todas las cargas que actúan sobre el conductor.



$$S = S_{1} + S_{2} + S_{3} + \dots + S_{i}$$

$$S = \frac{2.L_{1}.W_{1}}{57.\text{V.e}} + \frac{2.L_{2}.W_{2}}{57.\text{V.e}} + \frac{2.L_{3}.W_{3}}{57.\text{V.e}} + \dots + \frac{2.\text{Li.Wi}}{57.\text{V.e}}$$

$$S = \frac{2}{57.\text{V.e}}(L_{1}.W_{1} + L_{2}.W_{2} + L_{3}.W_{3} + \dots + L_{1}.W_{1}) = \frac{2}{57.\text{V.e}}\Sigma L_{n}.W_{n}$$

o sea

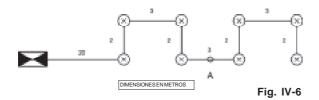
$$S = \frac{2}{57.\text{V.e}} \Sigma L_{\text{t}}.W_{\text{t}}$$

donde

Es decir, que todo sucede como si en la derivación, la potencia total se concentrara en el centro de gravedad de las cargas.

Con frecuencia se presenta el caso particular una derivación con varias cargas idénticas ubicadas simétricamente; como en ese caso el baricentro es el punto medio entre la primera y la última carga, el cálculo se simplifica pues se realiza como si la totalidad de la potencia se concentrase en ese punto.

Ejemplo: dimensionar por caída de tensión admisible el circuito de la Fig.**IV**-6 formado por ocho lámparas de 200 W c/u.



El valor de la longitud es:

$$L_{t} = 20 + 2 + 3 + 2 + 1,5 = 28,50 \text{ m}$$

La carga:

$$W = 8 \times 200 = 1.600 W$$

y la sección:

$$S_v = \frac{2 \times 28,50 \times 1.600}{57 \times 220 \times 6,6} = 1,1 \text{ mm}^2$$

Un ejemplo muy ilustrativo y frecuente es cuando se tienen varios circuitos en salto (es decir, alimentados por la misma derivación). En este caso el cálculo se hace mediante el uso de la fórmula

$$S = \frac{2}{57 \text{ Ve}} \Sigma L_n.W_n$$

Ejemplo: Dimensionar por caída de tensión el circuito de tres luces en salto de la Fig. **IV-**7

$$S_v = \frac{2}{57x220x6,6} [(6+5)x \ 100 + (6+8+9)x75 + (6+8+3+7)x \ 200] = \frac{2}{57x220x6,6} (11x100 + 23x75 + 24x200) = 0,185 \text{ mm}^2$$

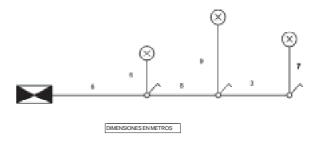


Fig. IV-7

6. PLANILLAS DE CÁLCULO

Con fines de ordenamiento y sencillez de cálculo, los distintos valores se entran en una planilla; las columnas se llenan con los datos del proyecto, y como resultado se obtiene la sección de los conductores a instalar en cada línea o derivación, calculada por los tres criterios mencionados, y las dimensiones de la canalización correspondiente. Existen dos planillas con ligeras diferencias, una para las líneas de alimentación de Tableros Derivados que parten de un cierto tablero y otra para derivaciones de un mismo tablero.

Todas las derivaciones se calculan con la misma caída de tensión admisible propia del tablero considerado; en cambio cada línea tiene una caída de tensión admisible diferente, por lo que aparecen dos columnas más, una para el neutro, (para líneas trifásicas) y otra para la caída de tensión admisible en la línea, no existiendo factor de corrección por línea. Para cada tablero se debe llenar una planilla de líneas y otra de derivaciones.

Ambas planillas se indican en las páginas siguientes como Tabla **IV-14** y Tabla **IV-15** respectivamente; en las mismas se han identificado los campos a llenar a fin de explicar el procedimiento de cálculo paso a paso.

Para la aplicación del criterio de dimensionado por calentamiento, es necesario conocer el valor

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

Para circuitos monofásicos

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \times V}$$

Para circuitos trifásicos

de la **corriente I**; normalmente lo que se conoce es la potencia W, la intensidad se determina recordando las expresiones:

6.1. PLANILLA DE LÍNEAS

Para el llenado de la planilla se seguirán las siquientes instrucciones:

SIGNIFICADO DE LOS CAMPOS

- A Designación del Tablero del que parten las líneas
- **B** Carga del Tablero Alimentador (suma de las cargas de los Tableros Derivados afectada por un factor de demanda) en kW

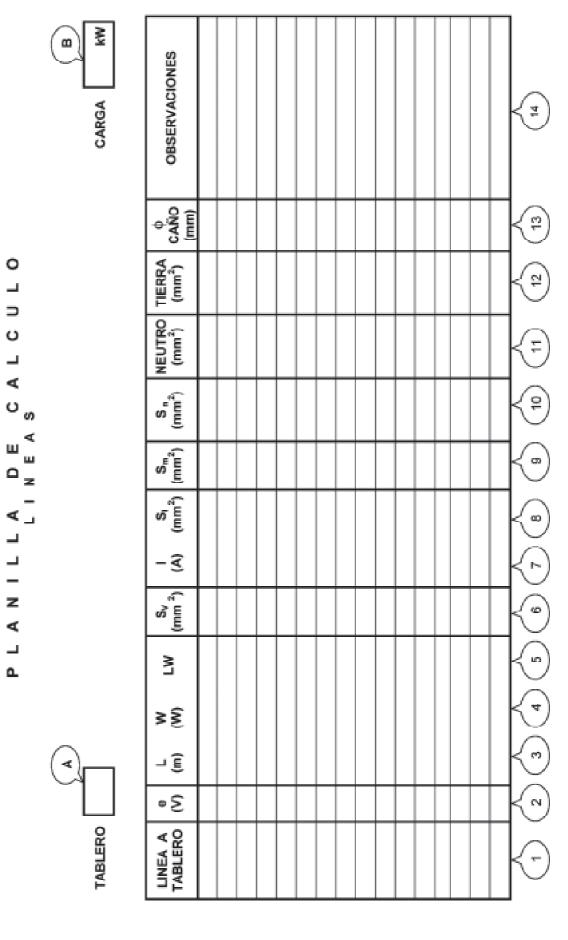
- 1 Designación del Tablero Derivado
- 2 Caída de tensión admisible <u>e</u> en la línea alimentadora en V

57

- **3** Longitud simple <u>L</u> de la línea alimentadora según Ítem 5
- 4 Potencia W del Tablero Derivado en W
- 5 Valor de columna 3 x valor de columna 4
- 6 Sección S_v calculada por caída de tensión según Ítem IV 2.1.1 en mm²
- 7 Intensidad que recorre la línea (según fórmulas) en A
- 8 Sección \underline{S}_i del conductor que admite esa intensidad en forma permanente (Tabla IV-2) en mm²
- 9 Sección <u>S</u>_m mínima reglamentaria (resistencia mecánica) (Tabla IV-3) mm²
- **10** Sección <u>S</u>_n normalizada igual o inmediata superior a la de columnas 6,8 y 9 mm²*
- 11 Sección del conductor neutro según Tabla IV-4 en mm²
- 12 Sección del conductor de tierra según Tabla IV-5 en mm²
- 13 Diámetro de la canalización (Tablas IV-7 y IV-8 si son conductos. Para los demás casos aplicar Item 3) en mm
- 14 Indicación de algún detalle de la línea

*Las secciones normalizadas son las de la 1ª columna de la Tabla IV-8

Tabla IV.14



OBSERVACIONES CARGA ¢ CAÑO (mm) 0 TIERRA (mm²) ۰ د S_n (mm²) Ш В Z (mm) 9 0 (mm²) ത II O \mathfrak{F} ∞ S_v (mm ²) ┙╙ -_ 0 z ≥ Θ W corr. Δ. Ю Ö § ≷ m E) 2 TABLERO DER N° 5 5 4 Ξ 10 O ထ တ 2 8 4 9 9 7

Tabla IV.15

6.2. PLANILLA DE DERIVACIONES

El llenado de la planilla de derivaciones es similar a la de líneas; deben seguirse las siguientes instrucciones:

SIGNIFICADO DE LOS CAMPOS

- A Designación del tablero del que parten las derivaciones
- **B** Caída de tensión a partir del mismo para todas las derivaciones en V
- C Carga del Tablero en kW como suma de las cargas de cada derivación afectada por un factor de demanda. Como mínimo, debe aplicarse para las potencias unitarias lo establecido en el Cap. VI
- 1 Número de la derivación
- 2 Longitud simple L desde el tablero a la puesta o longitud equivalente según Ítem 5 en m
- 3 Potencia W de la derivación en W
- **4** Factor de corrección para cargas no resistivas; lámparas luminiscentes 1,3
- 5 Valor de columna 3 x Valor de columna 4
- 6 Valor de columna 2 x Valor de columna 5
- 7 Sección $\underline{S}_{\underline{v}}$ calculada por caída de tensión según Ítem 2.1.1 en mm²
- 8 Intensidad que circula por la derivación (según formulas) en A
- 9 Sección S_i del conductor que admite esa intensidad en forma permanente (Tabla IV-2) en mm²
- 10 Sección \underline{S}_{m} mínima reglamentaria (resistencia mecánica) (Tabla IV-3) en mm²
- 11 Sección normalizada \underline{S}_n igual o inmediata superior a la de columnas 7, 9 y 10 en mm²*
- 12 Sección del conductor de tierra según TablaIV-5 en mm²
- 13 Diámetro de la canalización (Tablas IV-7 y IV-8 si son conductos. Para los demás casos aplicar Item 3) en mm

14 Indicación de algún detalle de la derivación

*Las secciones normalizadas son las de la 1ª columna de la Tabla IV-8

Tanto en la Planilla de Cálculo de Líneas como de Derivaciones, la primera línea G está destinada a consignar los datos del Interruptor General del Tablero de acuerdo a la carga del mismo; solamente se llenan las columnas 8, 9 y 11 ya que los datos de la línea alimentadora aparecen en el Tablero del cual derivan los circuitos considerados.

7. PLANILLAS DE RESULTADO

Muchos de los datos que aparecen en las Planillas de Cálculo sirven solamente para el dimensionado de los elementos y no son de interés para el Instalador.

En el Proyecto se incluyen planillas simplificadas denominadas Planillas de Resultados en las que aparecen solamente las informaciones necesarias para la ejecución de la instalación:

- Sección de conductores de línea, neutro y tierra
- · Tipo y dimensión de la canalización
- Elementos de tablero: interruptor automático y disyuntor diferencial
- · Carga asignada a la línea o derivación
- Observaciones

Exista una Planilla para líneas (Tabla IV-16) y una para Derivaciones (Tabla IV-17), que solamente difieren en la Columna 1. Incluso aparece la columna 3 para el caso de líneas o derivaciones trifásicas.

En las páginas siguientes se muestran ambas planillas.

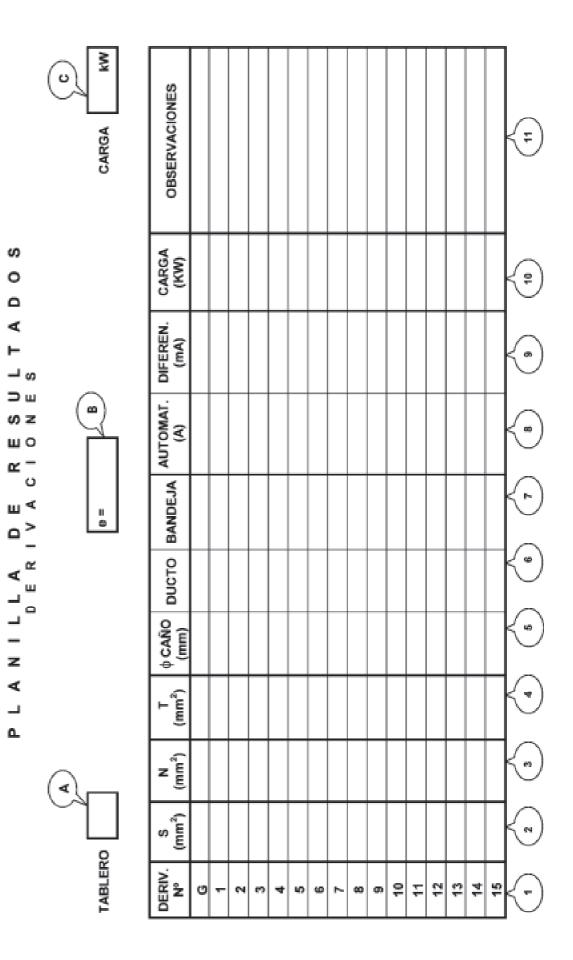
61

Tabla IV.16

PLANILLA DE RESULTADOS

OBSERVACIONES																			€
CARGA (KW)																			?
DIFEREN. (mA)																			•
AUTOMAT. (A)																			€
BANDEJA																			©
ристо																			(<u>.</u>)
¢ cAÑO (mm)																		•	(°
(mm³)																			€
(mm ²)																			€
S (mm³)																			<
LINEA A TAB.	ŋ																		€
	S N T ¢ CAÑO DUCTO BANDEJA AUTOMAT. DIFEREN. CARGA (mm²) (mm²) (mm)	S N T ¢CAÑO DUCTO BANDEJA AUTOMAT. DIFEREN. CARGA (mm²) (mm³) (mm)	S N T	S N T	S N T	S N T	S N T	S N T	S N T	S N T	S N T	S N T \$\phi_CAÑO\$ DUCTO BANDEJA AUTOMAT. DIFEREN. CARGA (MM) (MM) (MM)	S N T	S N T	S N T	S N T	S N T \$CAÑO DUCTO BANDEJA AUTOMAT. DIFEREN. CARGA (mm²) (mm³) (m	S N T	S N T T \$ \$ CAÑO DUCTO BANDEJA AUTOMAT. DIFEREN. CARGA (mm³) (mm³) (mm) (mM) (KW)

Tabla IV.17



Las Planillas de Resultados se llenan con los datos que han sido determinados en las Planillas de Cálculo respectivas; solamente deben seleccionarse los elementos de protección y comando tanto los general del tablero como los de los diferentes circuitos.

Para ello debe calcularse el valor de la corriente que recorre el circuito de acuerdo a la carga asignada al Tablero y a cada circuito. No debe olvidarse que los automáticos de tablero no protegen cargas sino conductores, por lo cual la capacidad del elemento de protección debe ser como máximo la intensidad que el conductor puede mantener en forma permanente. Para cada sección, la misma está indicada en la Tabla IV-2.

El llenado de la Planilla de Resultados es similar al de las anteriores; deben seguirse las siguientes instrucciones:

SIGNIFICADO DE LOS CAMPOS

- A Designación del tablero del que parten las líneas o derivaciones
- B Carga del Tablero en kW
 - Número de la derivación o designación del tablero alimentado
- 2 Sección S del conductor a instalar en mm²*
- 3 Sección N del conductor neutro en mm2*
- 4 Sección <u>T</u> del conductor de tierra en mm² *
- 5 Diámetro o de la canalización en mm
- 6 Si tiene recorridos por ducto, indicarlo
- 7 Si tiene recorridos por bandeja, indicarlo
- 8 Número de polos y capacidad del interruptor automático (n x I) A
- 9 Sensibilidad del interruptor diferencial en mA
- 10 Potencia W de la derivación en kW
- 11 Indicación de algún detalle de la línea o derivación

8. EJEMPLO

Proyectar la instalación eléctrica de un apartamento en Propiedad Horizontal (Fig. IV-8) sabiendo que la línea de alimentación mide 15 m entre

el ICP ubicado en planta baja y el tablero del apartamento (piso intermedio). En la planta mencionada se expresa la instalación proyectada y en la Fig. IV-9 el circuito unifilar correspondiente; de acuerdo a esa disposición se dimensionarán conductores, canalizaciones y demás elementos usando la metodología descrita en páginas anteriores.

A fin de hacer más simple la comprensión de los cálculos, se han esquematizado las derivaciones A1, A2 y A3 en la Fig. **IV**-10, indicándose las mismas en perspectiva en la Fig. **IV**-11. En la figura se indica la potencia estimada de las lámparas.

Los cálculos se realizan según el método explicado en el Ítem 5 de este capítulo.

8.1. CÁLCULO DE LW

Derivación A1

```
L_tW_t = 100 \times 2,40 + 100 \times 9,00 + 150 \times 13,30 + 150 \times 17,4 = 240 + 900 + 1.995 + 2.610
```

 $L_tW_t = 5.745$ W = 500 W

L = 5.745/500 = 11.50

Derivación A2

 $L_tW_t = 150 \times 7,40 + 150 \times 10,20 + 100 \times 7,40 + 150 \times 13,20 + 100 \times 19,10 = 1.110 + 1.530 + 740 + 1.980 + 1.910 = 7.270$

 $L_tW_t = 7.270$ W = 650 W

L = 7.270/650 = 11.18

Derivación A3

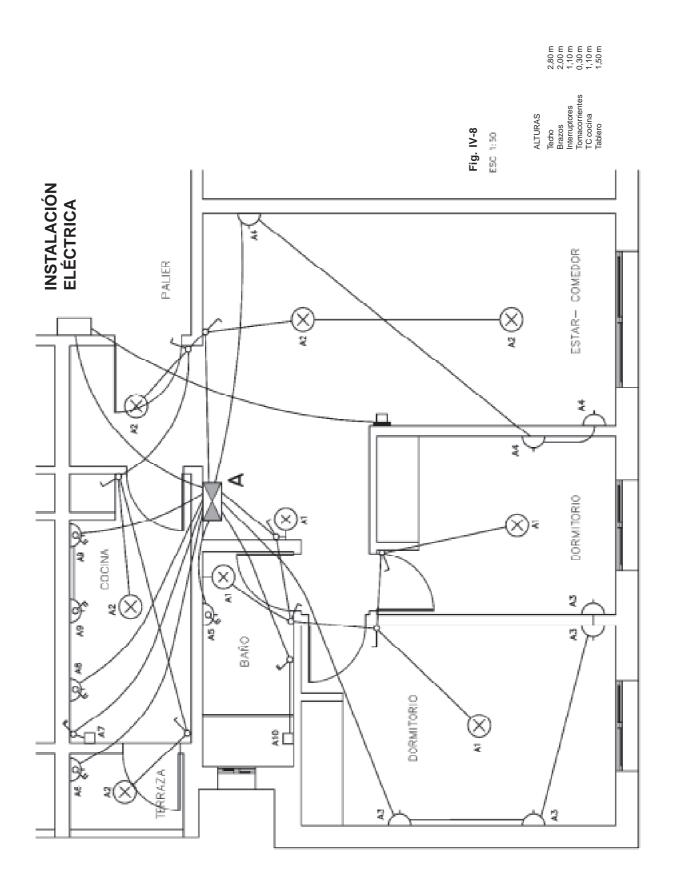
Para los tomacorrientes se aplica lo establecido en el Cap. IV Ítem 3.1.1 de esta Publicación, asignando a cada uno una potencia de 333 W; pero teniendo en cuenta que esta derivación alimenta TC de dos dormitorios, es probable la conexión de dos estufas en la cadena. La derivación una carga de por lo menos 2.500 W, 700 W por cada TC.

 $L_tW_t = 700(8,40 + 10.30 + 17.70 + 18) = 700 x$ x 54,40 = 38.080

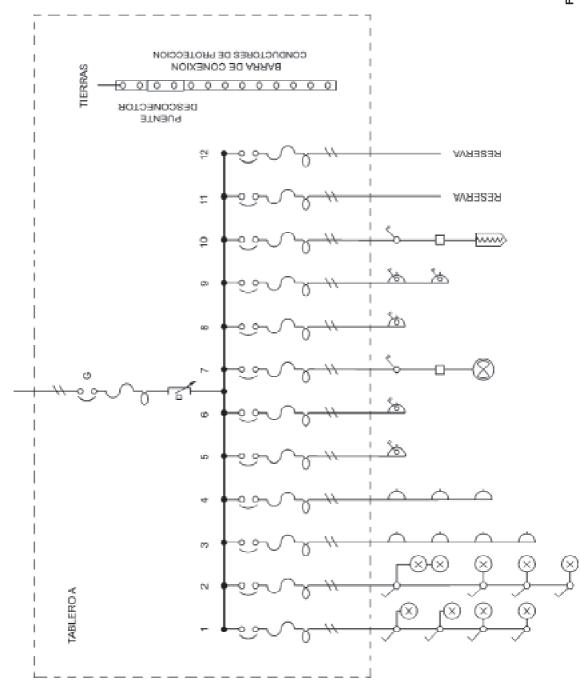
 $L_tW_t = 38.080$ W = 2.800 W

L = 38.080/2.800 = 13,60

^{*}Las secciones normalizadas son las de la 1^a columna de la Tabla ${\it IV}$ -8

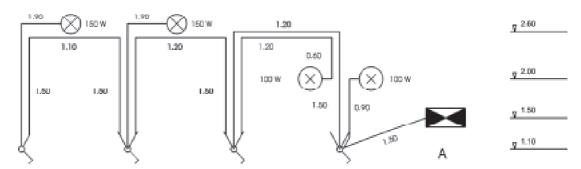






ESQUEMAS

DERIVACIÓN A1

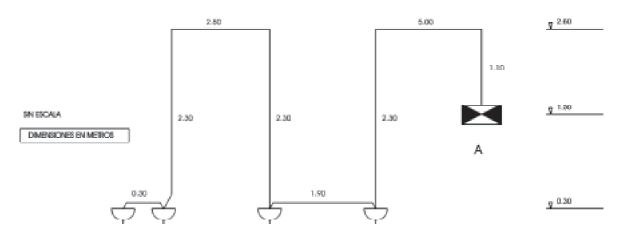


DERIVACIÓN A2 150 W 100 W 150 W 150 W g 2.60 2.00 1.50 ALTURAS 1.50 1.50 $2.60 \; \text{m}$ Techo 1.50 $2.00 \, \text{m}$ Brozos 1,10 m Interruptores <u>▼</u> 1.10 $0.30 \, \text{m}$ Tomacorrientes A 1,10 m TC cocina

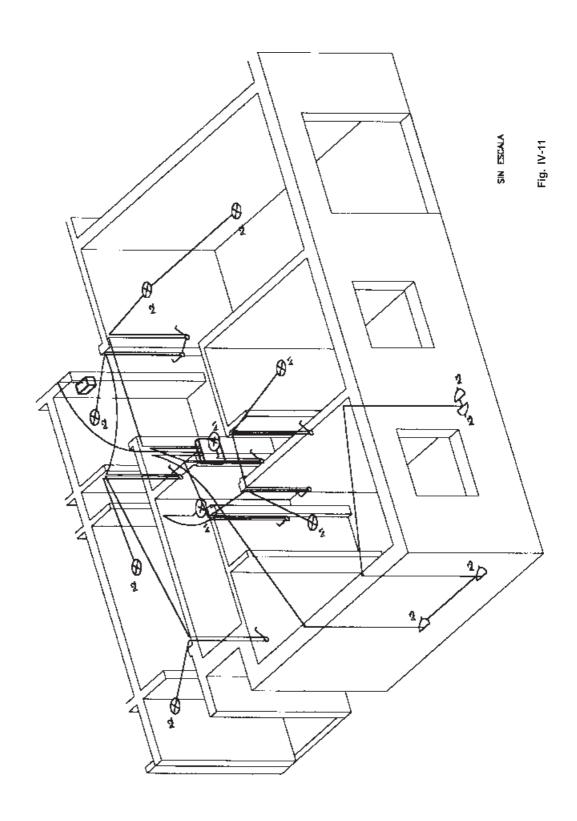
DERIVACIÓN A3

1,50 m

Tablero



DERIVACIONES A1, A2 Y A3



Derivación A4

Misma consideración que en el caso anterior, se toma 800 W por TC.

$$L_tW_t = 800(7,20 + 16,60 + 17,60) = 800 \times 41,40 =$$

= 33.120

 $L_tW_t = 33.120$

W = 2.400 W

L = 33.120/2.400 = 13,80

Derivación A5

TC del baño, carga muy pequeña, p. ej. 500 W

$$L_{t}W_{t} = 500 \times 1,50 = 750$$

 $L_{.}W_{.} = 750$

W = 500 W

L = 1,50

Derivación A6

TC para conectar lavarropas; se asignan 1000 W, suficiente para un lavarropas sencillo. En caso de instalar uno automático con calentador de agua, debe aumentarse la sección del conductor y eventualmente pedir aumento de carga en UTE. Se aplica un factor de corrección de 1,3 por el motor

$$L_tW_t = 1.000 \text{ x} 1.3 \text{ x} 7.40 = 9.620$$

 $L_{t}W_{t} = 9.620$

W = 1.000 W

L = 7.40

Derivación A7

Conexión del extractor; de pequeña potencia, se asignan 500 W.

$$L_tW_t = 500 \times 1.3 \times 7.10 = 4.615$$

 $L_{1}W_{1} = 4.615$

W = 500 W

L = 7,10

Derivación A8

Conexión de cocina; según tabla VI-3 del Cap. VI de esta publicación, se toma una cocina con horno eléctrico y hornallas a gas W = 3.000 W. Vale la observación hecha en el Derivación 6.

$$L_{x}W_{y} = 3.000 \times 6,10 = 18.300$$

 $L_{.}W_{.} = 18.300$

W = 3.000 W

L = 6,10

Derivación A9

Se asignan 1.000 W para el total, en previsión de conexión de un microondas.

$$L_{x}W_{x} = 1.000 \times 5{,}10 = 5.100$$

 $L_{L}W_{L} = 5.100$

 $\dot{W} = 1.000 \text{ W}$

L = 5.10

Derivación A10

Calentador de agua; de acuerdo a la Tabla **VI**-3 se asignan 1.200 W.

$$L_{x}W_{y} = 1.200 \times 6{,}30 = 7.560$$

 $L_{1}W_{1} = 7.560$

 $\dot{W} = 1.200 \text{ W}$

L = 6.30

Derivaciones para reserva

En el tablero se reserva espacio para dos derivaciones más en previsión de futuras ampliaciones. Puede reservarse simplemente el lugar para dos interruptores o instalarlos directamente, dependiendo de la categoría de la vivienda. En el ejemplo se considerarán instalados dos interruptores térmico-magnéticos del tipo de los restantes, de 10 A adecuados para proteger una derivación enhebrada en 1 mm².

8.2. REPARTO DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN

Debe procederse al reparto de la caída de tensión admisible de e = 6,6 V entre la línea y las derivaciones. La línea del ICP al Tablero A mide 20 m, y en el ejemplo la derivación cuya longitud equivalente es mayor coincide con la de mayor LW por gran diferencia. Se hace el reparto entre 35 m de la línea y 13,80 m de la derivación más larga.

$$e_L = \frac{6.6}{18 + 13.80} \times 18 = 3.74 \text{ V}$$

$$e_D = \frac{6.6}{18 + 13.80} \times 13.8 = 2.86 \text{ V}$$

8.3. CALCULO DE Sv

Se aplica la fórmula (1) del ítem 2.1.1 de este capítulo para circuitos monofásicos

$$Sv = \frac{2LW}{K.V.e}$$

Y tomando K = 57 (cobre) y e_D = 3,74 V resultan los valores que se introducen en la columna correspondiente de la planilla de cálculo.

8.4. CÁLCULO DE S

Como se trata de circuitos monofásicos, la intensidad se calcula mediante la expresión

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

llenándose la columna correspondiente.

Los valores de S₁ salen de la Tabla **IV**-2 de este Capítulo.

8.5. CÁLCULO DE S_m

Se aplica la Tabla IV-3 de este Capítulo.

8.6. CÁLCULO DE S

Es la sección normalizada igual o mayor a las calculadas en los ítems 7.3, 7.4 y 7.5. En la derivación 4 la sección de 2 mm² sería suficiente, pero se prefiere enhebrar 2,5 mm² por razones de uniformidad en las dos cadenas de TC en salto.

8.7. CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

Se aplica la Tabla IV-5 de este Capítulo, recordando que en luces también debe enhebrarse el conductor de tierra según lo indicado en el Ítem 3 final del Capítulo XI de esta Publicación.

8.8. DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTOS

La instalación se ejecuta con conductores de cobre aislados con PVC enhebrados en conductos lisos o corrugados embutidos; se aplican los mínimos establecidos en la Tabla IV-7 y la Tabla IV-8 de capacidades de este Capítulo, recordando que el número de conductores a enhebrar es 3 (línea, neutro y tierra). En previsión de futuros enhebrados, se utiliza para los TC en salto y para el lavarropas \$\phi\$19 mm en vez de \$\phi\$16 mm. La diferencia de costo es mínima y se evitan problemas futuros de entidad.

Y como el Instalador, en obras convencionales, cotiza por un precio promedio por puesta (actual-

mente del orden de U\$S 50), sin considerar secciones ni diámetros de conductos, el precio total será el mismo.

69

8.9. CARGA DEL TABLERO

La suma de las potencias consideradas en el cálculo alcanza a 14 kW sin considerar factores de demanda, lo que exigiría entrada trifásica. Para las luces, el factor de demanda es 1; pero para los TC de uso general, lavarropas, cocina, etc. puede tomarse un 50 %, lo que daría una carga total de 7,550 kW, debiéndose solicitar 8,8 kW que es el máximo que suministra UTE con alimentación monofásica (Ítem 4 del Capítulo II de esta publicación).

Si el apartamento está construido para la venta, suele solicitarse el mínimo reglamentario, dejando a cargo del usuario un eventual aumento de carga necesario. Se censa la carga por los mínimos que establece UTE (Tabla VI-2 del capítulo VI de esta Publicación) no instalando lámparas ni aparatos fijos en el momento de finalizar las obras. En el caso del ejemplo sería:

9	Luces	0,040 kW	0,360 kW
14	TC	2 kW c/6 TC	6,000 kW
			6,360 kW

Pudiéndose solicitar 6,6 kW, una ligera ventaja sobre lo anterior.

8.10. CÁLCULO DE LA LÍNEA

Para el cálculo de la línea, a título de ejemplo se llena la Planilla de Cálculo de Líneas con los datos obtenidos, aún cuando se trate de una sola; la planilla está destinada a ordenar cálculos cuando hay varias líneas que parten de un mismo tablero.

8.11. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El dimensionado de derivaciones similares puede extenderse a los demás apartamentos a fin de mantener las secciones y demás elementos y no confundir al Electricista como ya se expresó en el Item 4 final de este Capítulo, variando simplemente las líneas según su distancia al Tablero General. 6,6 KW

PLANILLA DE CALCULO

TABLERO G

OBSERVACIONES CAÑO (mm) 32 6,0 TIERRA (mm²) NEUTRO (mm²) 6,0 Smm) S_I S_m (mm²) 6,0 4,0 8 -₹ Sv (mm ²) 5,63 132,000 ≥ 6.500 ≩≶ 20,00 ٦Ê 3,74 3° LINEA A TABLERO ⋖

70

PLANILLA DE CALCULO DERIVACIONES

TABLERO		4					e =	2,86 V					CARGA 6,6 KW
PER ₽	L (m)	§ ≪	FC	W conr. (W)	LW	Sv (mm ²)	-€	S _I	Smm)	S" (mm)	TIERRA (mm²)	¢ CAÑO (mm)	OBSERVACIONES
Ø													
-	11,50	200	-	200	5.745	0,32	2,27	1,0	1,0	1,0	2,0	16	4 luces en salto
2	11,18	650	Ţ.	650	7.270	0,41	2,95	1,0	1,0	1,0	2,0	16	5 luces en salto
က	13,60	2.800	T	2.800	38.080	2,12	12,72	1,0	5,1	2,5	2,5	19	4 TC en salto
4	13,80	2.400	-	2.400	33.120	1.84	10,90	1,0	1,5	2,5	2,5	19	3 TC en salto
2	1,50	200	-	200	750	0,04	2,27	1,0	1,0	1,0	2,0	16	TC barlo
9	7,40	1.000	1,3	1.300	9.620	0,53	4,54	1,0	1,0	1,0	2,0	19	Lavarropas
7	7,10	200	1,3	920	4.615	0,26	2,27	1,0	1,0	1,0	2,0	16	Extractor
00	6,10	3.000	-	3.000	18.300	1,01	13,63	1,0	1,0	1,0	2,0	52	Cocina
6	5,10	1.000	-	1.000	5.100	0,28	4,54	1,0	ا ئ	1,5	2,0	19	2 TC en salto en mesada
10	6,30	1.200	-	1.200	7.560	0,42	5,45	1,0	1,0	1,0	2,0	16	Calentador de agua
11													Reserva
12													Reserva
5													
4													
40													

6,6 kW

TABLERO G

PLANILLA DE RESULTADOS LINEAS

OBSERVACIONES 9.9 CARGA (KW) 8 DIFEREN. (mA) AUTOMAT. (A) 2x30 BANDEJA DUCTO ¢ CAÑO (mm) 엃 9.0 _ (mm²) mm²) 9.0 S (mm) LINEA O A TAB.

72

PLANILLA DE RESULTADOS

TABLERO A

DERIV.	S (mm ²)	N (mm²)	⊤ (mm²)	¢ CAÑO (mm)		DUCTO BANDEJA	AUTOMAT. (A)	DIFEREN. (mA)	CARGA (KW)	OBSERVACIONES
O							2x30	30		
1	1,0	:	2,0	16		:	2×10		500	500 4 luces en salto
2	1,0	:	2,0	16	:	:	2x10		650	650 5 luces en salto
6	2,5	:	2,5	19	:	:	2×20		2.800	2.800 4 TC en saltc
4	2,5	:	2,5	19			2x20		2.400	2.400 3 TC en salto
2	1,0	:	2,0	16	-	:	2×10		500	500 TC baño
9	1,0	:	2,0	16	-	:	2×10		1.000	1.000 Lavarropas
7	1,0	:	2,0	16	:	:	2x10		500	500 Extractor
80	1,0	:	2,0	16	:	:	2x10		3.000	3.000 Cocina
6	1,5	:	2,0	16	:	:	2×10		1.000	1.000 2 TC en salto en mesada
10	1,0	:	2,0	16		:	2×10		1.200	1.200 Calentador de agua
11							2x10			Reserva
12							2x10			Reserva
13										
14										
15										

73

Del análisis del proceso anterior largo y tedioso surge:

- a) es inevitable la aplicación del procedimiento completo en la forma indicada en instalaciones complejas donde existen Tableros Generales y Derivados con múltiples líneas y derivaciones.
- b) no compensa el esfuerzo que demanda aplicarlo en viviendas, especialmente en altura, ya que la generosidad del mínimo reglamentario para la línea (6 mm²) hace que, para las distancias consideradas, prácticamente todas las derivaciones se enhebren con los mínimos por resistencia mecánica.

Un procedimiento práctico sería hacer una especie de cálculo inverso, ligeramente arbitrario pero que permite enhebrar en forma similar unidades idénticas, simplificando la labor del Electricista en la obra:

- proyectar la instalación interna de la unidad en base a los mínimos en forma ponderada, aumentando las secciones comprometidas como se hizo en el ejemplo para los TC en salto, el TC de cocina, de lavarropas, etc.
- calcular la caída de tensión que se produce en las derivaciones dentro del apartamento o vivienda.
- dimensionar la línea con la caída de tensión admisible restante.

Normalmente, salvo instalaciones especiales con líneas alimentadoras largas, la sección mínima de 6 mm² verifica. Es un dimensionado muy sencillo, que por otra parte es el que utilizan los Instaladores cuando no existe Proyecto de Instalación Eléctrica.

9. DISEÑO DE TABLEROS

Normalmente, salvo obras de cierta importancia, los tableros no se diseñan, se indican los elementos a colocar y su selección se deja librada al buen juicio del Instalador; además, existe en plaza variedad de modelos de tableros prefabricados en material plástico, que normalmente son de calidad y diseño satisfactorios.

Pero un tablero, además de cumplir su función de alojar los elementos de protección y maniobra generales y de cada circuito que de él deriva, debe tener una ordenación que permita una lectura evidente de la función de cada uno de sus componentes: el interruptor general debe disponerse de forma que sea claramente identificado, las luces agrupadas por un lado, los tomacorrientes por otro, y si derivan líneas que alimentan otros tableros, que se identifiquen con claridad por su disposición. Frente a un accidente, al abrir un tablero no hay tiempo de leer las plaquetas que identifican las derivaciones, la identificación debe ser obvia. En obras de cierta importancia, el Proyectista normalmente ordena las líneas y derivaciones siguiendo un criterio coherente en planillas y unifilares; un detalle del frente del tablero mostrando esa disposición orienta al fabricante del mismo para mantener un orden de acuerdo con la idea original.

74

En la actualidad, prácticamente todos los tableros que se instalan son del tipo **frente muerto**, es decir, con los frentes de los interruptores a la vista permitiendo la maniobra, pero con las conexiones vivas cubiertas por un panel que impide el acceso sin desmontarlo.

Un tablero convencional metálico de frente muerto de embutir consta de las siguientes partes:

- un gabinete o caja en chapa de hierro con las perforaciones necesarias para la entrada y salida de los conductos, que se empotra en el muro al instalar las canalizaciones.
- una bandeja o bastidor también de hierro que se atornilla al fondo de la caja, sobre la que se montan los elementos eléctricos, con los resaltes y rieles tipo Din necesarios para el montaje de los interruptores térmico-magnéticos de forma que los elementos a maniobrar queden en un mismo plano frontal. Normalmente llegan a obra con el conexionado interno correspondiente y se monta cuando los muros están terminados y los circuitos enhebrados.
- una tapa frontal también en chapa de hierro en la que se han practicado los calados necesarios para permitir cubrir las conexiones dejando a la vista las palancas de maniobra, y si existen fusibles, los elementos que deben sustituirse si se funden. Se monta una vez realizado el conexionado.
- una puerta con picaporte (a veces con cerradura), montada a bisagras en un marco de chapa, que debe cubrir los bordes del gabinete para ocultar las imperfecciones de la unión con el

muro. Es el último elemento que se monta en obra, cuando la instalación está terminada.

Hay variedad de construcciones de tableros de frente muerto; existen tableros aparentes y embutidos con o sin puerta, incluso con el frente muerto transparente para permitir visualizar las conexiones internas. Sus dimensiones dependen del número de circuitos y la ordenación de los mismos.

La Fig.IV-12 muestra el corte horizontal de un tablero de frente muerto embutido con puerta, indicando dimensiones y materiales, la Fig.IV-13 una vista frontal del mismo con el frente muerto colocado, la Fig.IV-14 el conexionado interno, y la Fig.IV-15 una vista explotada mostrando las diferentes partes que lo componen.

En lo que se refiere al tamaño que debe tener un tablero, depende de la cantidad y capacidad de los elementos que hay que instalar. Prácticamente todos los tableros actuales son para interruptores térmico-magnéticos, utilizándose cada vez menos los fusibles salvo casos particulares. De-

pendiendo de la marca, sus dimensiones difieren entre sí.

Pero de cualquier forma, hay algunas reglas dimensionales para diseñar un tablero:

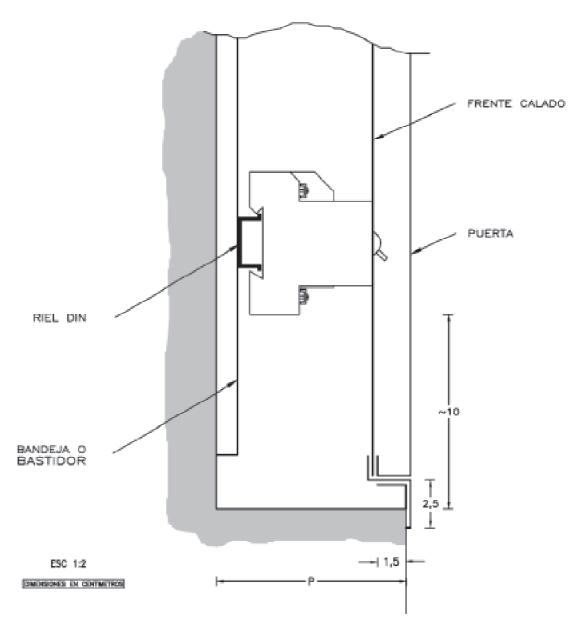
- Su profundidad debe adecuarse a la altura de los interruptores térmico-magnéticos, pero en general es del orden de 8 a 9 cm con elementos de menos de 60 A que son las capacidades más usadas.
- A todo el borde exterior del tablero debe dejarse una zona libre de 10 cm, que en casos muy comprometidos puede disminuirse hasta 5 cm, salvo del lado de entrada de la línea alimentadora, normalmente la parte superior, donde hay que dejar espacio para el curvado de conductores de sección considerable. Cuando hay más de una fila de interruptores, también entre filas se deben dejar 10 cm (caso de la Fig.IV-14).

El conexionado interno se hace con conductores formando una distribución simple o en anillo o con barras aisladas o desnudas sobre aisladores colocadas en diferentes planos.

CORTE DE TABLEROS

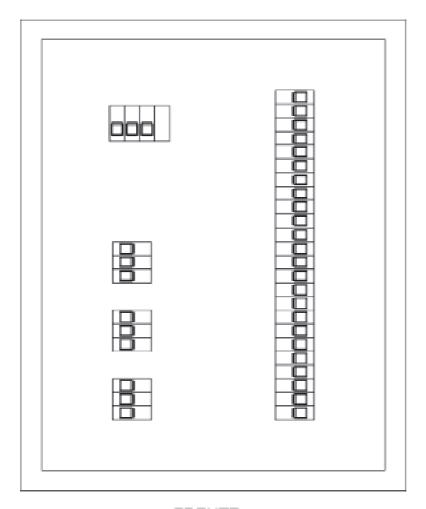
FRENTE MUERTO

EMBUTIDO CON PUERTA

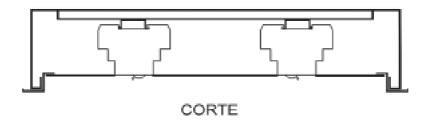


- CONSTRUCCION EN CHAPA DE HIERRO PLEGADA Y SOLDADA CALIBRE No 18 HASTA 50 X 50 cm Y NO 16 PARA MAYORES DIMENSIONES; PUERTA CON BISAGRAS Y TIRADOR.
- TERMINACION EN PINTURA AL HORNO COLOR NARANJA LAS SUPERFICIES INTERNAS, EXTERIOR COLOR A DETERMINAR.
- LA PROFUNDIDAD P SE DETERMINA SEGUN EL TIPO Y MARCA DE LOS ELEMENTOS A EMPLEAR (APROX. 10 cm)

TABLERO DE FRENTE MUERTO

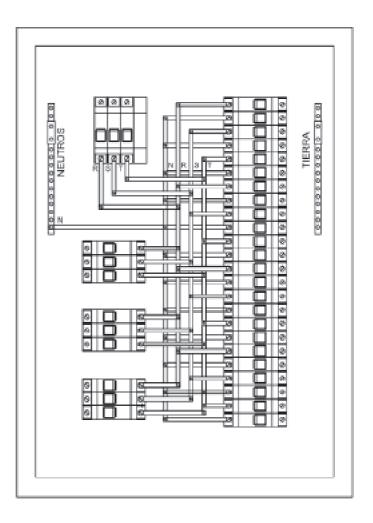


FRENTE



TABLERO DE FRENTE MUERTO

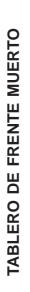
CONEXIONADO



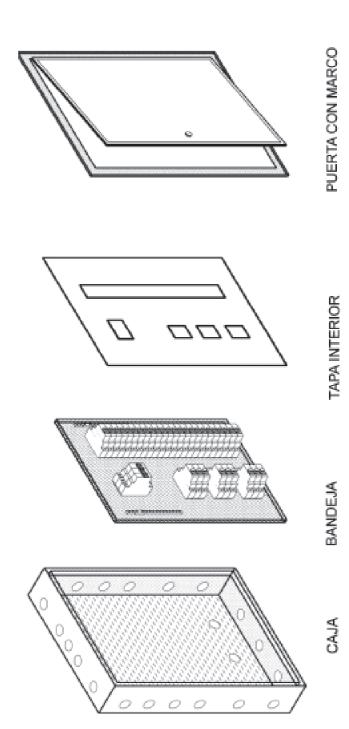
NOTAS

- TABLERO DE FRENTE MUERTO (SE HAN QUITADO LA PUERTA Y EL FRENTE MUERTO)
- NI EL CONDUCTOR NEUTRO NI EL DE TIERRA SE CORTA, SE CONECTAN A LAS BARRAS.
- LAS DERIVACIONES MONOFÁSICAS SE CONECTAN ENTRE POLO Y NEUTRO, CORTANDO AMBOS MEDIANTE INTERRUPTORES BIPOLARES,. NO ES OBLIGATORIO CORTAR EL POLO NEUTRO, PUEDEN UTILIZARSE INTERRUPTORES UNIPOLARES CORTANDO SOLAMENTE EL POLO VIVO.
- EL CONEXIONADO INTERNO SE HACE UTILIZANDO BARRAS DE DISTRIBUCIÓN COLOCADAS EN DIFERENTES PLANOS

78



VISTA EXPLOTADA



Farq / publicaciones web 81

V. EXPRESIÓN

1. GENERALIDADES

Realizado el Anteproyecto y el dimensionado de los distintos elementos, se procede a expresar los resultados. Se elaboran los distintos documentos que componen el Proyecto, que deben ser completos en sí y contener toda la información necesaria para ejecutar la instalación.

Como normalmente la misma se realiza sin contratar con el Proyectista la Dirección, ni siquiera una mínima fiscalización, toda indeterminación o falta de definición del Proyecto será utilizada por el Instalador para ejecutar los trabajos de la forma que él crea más conveniente para sus intereses, modificándola en aquellos aspectos que aparentemente pueden representarle un menor costo. Y agravado por el hecho que muchas veces no dispone de toda la información; es práctica común que a la obra lleguen solamente las plantas, y normalmente ni siquiera Memorias y Planillas.

Todo esfuerzo para definir claramente los distintos componentes de la Instalación en los documentos que expresan el Proyecto es justificado para obtener los resultados deseados. La falta de definición de algún elemento que sea exigido posteriormente, en el mejor de los casos genera adicionales.

2. COMPONENTES DEL PROYECTO

El Proyecto de Instalaciones Eléctricas está formado por un conjunto de documentos que son la correcta expresión del mismo. Esos documentos pueden agruparse en dos grandes categorías:

- 1) Piezas gráficas
- 2) Piezas escritas

2.1. PIEZAS GRÁFICAS

Las piezas gráficas que integran el Proyecto son las distintas láminas o planos en que se expresa la instalación y los detalles de la misma.

En los mismos se deben incluir, como mínimo

- 1) Plantas
- 2) Detalles
- 3) Diagrama vertical
- 4) Circuitos unifilares
- 5) Planillas de resultados
- 6) Diseño de tableros

2.1.1. Plantas

Los planos de instalaciones eléctricas deben mostrar todo lo que ejecuta el electricista: líneas, tableros, puestas con sus comandos locales, derivaciones y su identificación, etc. Las derivaciones deben trazarse hasta el tablero del cual parten, no flechas indicándolo; esa fue una práctica admitida a los alumnos en los planos dibujados a mano por la dificultad de trazar en las proximidades al tablero la multitud de derivaciones que se alimentan del mismo. Con el uso del diseño computarizado, esa dificultad no existe a las escalas normalmente utilizadas y se definen en forma completa los recorridos, a veces no demasiado simples.

Los centros y brazos se indican simplemente con su símbolo, no dibujando las luminarias a instalar. Ni siquiera indicar si son fluorescentes o no; la instalación termina en la caja de centro o de brazo, y el artefacto fluorescente se instala posteriormente, a veces ni siquiera por el mismo Instalador. Las luminarias deben expresarse en una planta exclusiva de iluminación. Solamente si son embutidas y deba tenerse en cuenta su alojamiento en la estructura o la albañilería, en cuyo caso hay que detallar las previsiones a obser-

var. Cuando existe cielorraso, es interesante mostrar su modulación a efectos de la ubicación de puestas.

Para la expresión del proyecto de Instalaciones Eléctricas, lo habitual es hacer su trazado en un corte horizontal por el eje de las losas, dibujado tomando como referencia las plantas de albañilería. Es decir, que en cada una de las plantas se expresan todos los elementos eléctricos que pertenecen al local que en ella aparece. En lenguaje poco técnico, es como si se "destapase" el local y se viese su interior. A diferencia de las plantas de albañilería en las que se indica con una cruz donde no hay losa de piso, los huecos en las losas que se indican son los del techo, es decir, donde no existe losa donde colocar puestas ni tender canalizaciones. Y cuando una derivación pasa de un nivel a otro, se indica con una flecha ascendente inclinada donde sube a la otra planta, donde una flecha descendente relacionada con la anterior indica la continuación de la misma. La Norma UNIT es diferente, pero los electricistas usan siempre esta forma de expresión muy obvia; se ubican en el local, y caño que sube se indica por flecha ascendente y caño que baja por una descendente.

Si la instalación se dibujara con el mismo criterio que las plantas de albañilería, se obtendría un resultado poco comprensible: aparecerían los TC del local, pero los centros se verían en la planta superior en punteado pues están debajo del piso.

Por tanto, en una **planta** de Instalaciones Eléctricas hay elementos dibujados con **dos criterios diferentes**:

- la planta base de albañilería, corte por una superficie horizontal que pasa por las aberturas.
- la planta de la Instalación, corte por una superficie más o menos horizontal que pasa por el interior de las losas (no estrictamente horizontal, si hay dos losas con diferencias de nivel, corta ambas).

Es decir que sobre un plano común de albañilería dibujado en la forma habitual y que sirve de coordenadas para expresar la instalación, ésta se dibuja con un criterio diferente. Tener en cuenta esta convención es particularmente útil cuando hay instalaciones en entrepisos parciales cuya expresión suele ser confusa. Y como lo que se está dibujando es la Instalación, la planta base debe contener el **mínimo de detalles**, no expresando elementos innecesarios para la misma que complican la expresión, tales como:

82

- · Relleno de muros
- Relleno de pilares (suele interesar mantener el borde, a fin de tener la ubicación de los elementos estructurales para la colocación de tableros, puestas, etc.).
- Pavimentos
- Equipamiento
- · Artefactos sanitarios
- Niveles
- · Cotas

de cualquier forma, en caso necesario se dispone de las plantas en que se expresan esos detalles. Las únicas cotas que deben indicarse son las pertenecientes a la Instalación Eléctrica. Generalmente la distribución de las puestas obedece a la geometría del local y su ubicación es obvia; pero cuando no lo es, las mismas deben acotarse en la planta.

Una observación interesante, es que para facilitar la labor del electricista, debería graficarse la instalación tomando como base los planos de estructura; es lo único que él tiene a la vista cuando se sitúa sobre el encofrado para tender los caños y cajas embutidos en la losa, no apareciendo claramente la ubicación de muros y aberturas, lo que en algunos casos lo induce a hacer las bajadas en lugares incorrectos. Pero esto sería cambiar un problema por otro, la confusión sería terrible.

Por esta razón, normalmente se expresa la Instalación sobre la base de los planos de albañilería simplificados; pero del razonamiento anterior, surge una directiva importante: las **cotas horizontales** de la instalación, deben ser referidas en general a los **elementos estructurales**, cuyos encofrados se tienen a la vista en el momento de tender las canalizaciones.

Las **alturas de montaje** de los tableros, interruptores y tomacorrientes deben establecerse con **carácter general**, normalmente en los planos o memorias, indicando en la planta aquellas que se aparten de esa regla. P.ej., si hay párpados instalados en los laterales de una escalera, se indica su altura h=0,40 m.

Un Proyecto completo debe estar compuesto por las siguientes plantas:

- Una planta por nivel de líneas y tableros, donde se detalla la alimentación UTE hasta el medidor y Tablero General y de allí las líneas alimentadoras de los Tableros Derivados, normalmente a escala 1:100 o 1:200 como se indica mas adelante.
- Una planta por nivel indicando tableros, puestas, trazado de derivaciones e identificación de las mismas, dibujadas preferentemente a escala 1:50.

Frecuentemente el Proyectista por razones de comodidad solamente incluye en los planos las plantas, expresando la restante información en hojas tamaño A4 o carta formando un conjunto de Hojas Técnicas complementarias de los Planos. La inclusión de planillas, unifilares, simbología, detalles, diagrama vertical, etc. en los planos es importante, que así resultan completos en sí y contienen toda la información necesaria para ejecutar la Instalación; la experiencia indica que por una razón u otra, los planos son los únicos documentos que llegan a Obra.

Las Hojas Técnicas constituyen un hábito remanente de la época anterior a la utilización del diseño gráfico en computadora, no representan ninguna ventaja y tienden a desaparecer. La inserción de esa información en los Planos no representa hoy ninguna dificultad.

Los planos del proyecto tampoco son exactamente los que se presentan en UTE para la aprobación del mismo, en los que se incluyen detalles que sin agregar elementos complican la lectura. Esos los dibuja el Instalador basado en los planos del Proyecto.

2.1.2. Cortes, esquemas y detalles

A diferencia de otras instalaciones, generalmente de proyecto de eléctricas está suficientemente expresado por las plantas, siendo necesarios cortes solamente cuando la complejidad de la instalación exija graficar detalles o recorridos de circuitos que no aparecen claramente expresados en las plantas o que es necesario complementar.

2.1.3. Diagrama vertical

El **Diagrama Vertical de Líneas y Tableros** es complementario de la planta de líneas generales

y permite visualizar los rasgos generales de la instalación. No es un corte sino un diagrama esquemático donde se grafican los tableros en un solo plano, interesando su posición relativa y el nivel en que se ubican, y sus líneas de alimentación. Sobre un esquema que muestra las losas, se ubican los tableros y se trazan las líneas expresando claramente si van por piso, muro o techo. Es particularmente interesante en edificios con varios niveles con entrepisos o losas en desnivel. En la Fig.**V**-1 se muestra un ejemplo de diagrama vertical.

83

2.1.4. Diagrama unifilar

Los circuitos unifilares son aclaratorios del Proyecto y complementarios de las planillas de resultados, además de reglamentariamente exigidos en los documentos a presentar en UTE cuando la potencia individual solicitada es superior a 10 kW. (NI, Cap.**III** Item 1C).

Se entiende por **Circuito Unifilar** un esquema en el que se sustituyen los 2 o 3 polos vivos que forman la línea o derivación por un solo trazo simbolizando todos los elementos que la componen. Como es un esquema, no se tiene en cuenta escala pero sí posición relativa de los mismos. En la Fig.**IV**-9 se muestra un ejemplo de un circuito unifilar.

2.1.5. Planillas de resultados

En las **Planillas de Resultados** se indican los valores de diseño de los diferentes elementos que debe utilizar el Electricista para ejecutar la obra. En las Tablas **IV**-16 y **IV**-17 se indican los modelos de las Planillas de Resultados correspondientes a Líneas y Derivaciones.

2.1.6. Diseño de tableros

Es interesante incluir en el proyecto la disposición de los elementos y las dimensiones de los tableros a fin de respetar el orden establecido en el Proyecto; en el Ítem 9 del Cap. **IV** de esta Publicación se estudia en detalle el Diseño de Tableros.

2.1.7. Normas

Los planos a presentar a UTE deberán estar a escala y en formatos según norma UNIT 14-42 y

los símbolos eléctricos utilizados de acuerdo a la norma UNIT 24-48 (NI, Cap. I Item 1.-c)5).

La simbología de la norma indicada no es adecuada, tiene más de 50 años sin haberse actualizado. Los símbolos son insuficientes, de forma que si bien en lo posible deben usarse, es necesario complementarlos con símbolos bastardos

creados para casos específicos, en cuyo caso deben indicarse expresamente en los planos para permitir su interpretación. 84

En la página siguiente se indican los símbolos que pueden utilizarse en los planos de eléctricas, marcando aquellos que pertenecen a la Norma y los que fueron creados.

SIMBOLOGÍA SEGÚN NORMA UNIT 24-48 complementada

	8	CENTRO		/	SUBIDA DE CONDUCTORES
	-⊗	BRAZO			BANDEJA PORTACABLES
	1	INTERRUPTOR UNIPOLAR	*	+	DESCARGA A TIERRA
	ď	INTERRUPTOR BIPOLAR			FLUORESCENTE
	d*	INTERRUPTOR TRIPOLAR		\otimes	LUMINARIA ASIMETRICA
	dî:	INTERRUPTOR 2 SECCIONES	*	\propto	REFLECTOR
•	o^	INTERRUPTOR COMBINACION		\otimes	VENTILADOR
*	0	BOTON PULSADOR	*	1000000	CALEFACTOR
	\triangle	TOMACORRIENTES MONOFASICO			CALENTADOR DE AGUA
*	Ф	TOMACORRIENTES TRIFASICO		⊗	FAROL DE JARDIN
	幽	TOMACORRIENTES CANTERRUPTOR		\Box 0	CAMPANILLA
		TOMACORRIENTES ESPECIAL		-⊕	PARPADO
•		INTERRUPTOR TERMICO-MAGNETICO		TV	TELEVISION
		FUSIBLE		PE	PORTERO ELÉCTRICO
	\bowtie	TABLERO		Þ	TELEFONO URBANO
•	USA.	MEDIDOR		KI	TELEFONO INTERNO
*		CENTRALIZACION		C	DATOS DE COMPUTACION
		REGISTRO		(9)	MOTOR MONOFASICO
*		CANALIZACION	*	(B)	MOTOR TRIFASICO
		CANALIZACION SUBTERRANEA		R	RELÉ DIFERENCIAL
	(0)	CAJA TOMACORRIENTES MULTIPLES		Shife	CÉLULA FOTOELÉCTRICA

LOS SÍMBOLOS INDICADOS * PERTENECEN A LA NORMA UNIT 24-48, LOS DEMÁS SON BASTARDOS CREADOS CON FINES ESPECÍFICOS, POR LO QUE CADA VEZ QUE SE UTILICEN DEBEN INDICARSE EXPRESAMENTE.

ESQUEMA VERTICAL DE LÍNEAS Y TABLEROS

PLANTA BAJA, 3 PISOS, 3 APARTAMENTOS POR PISO (3er. PISO DUPLEX) (EJEMPLO)

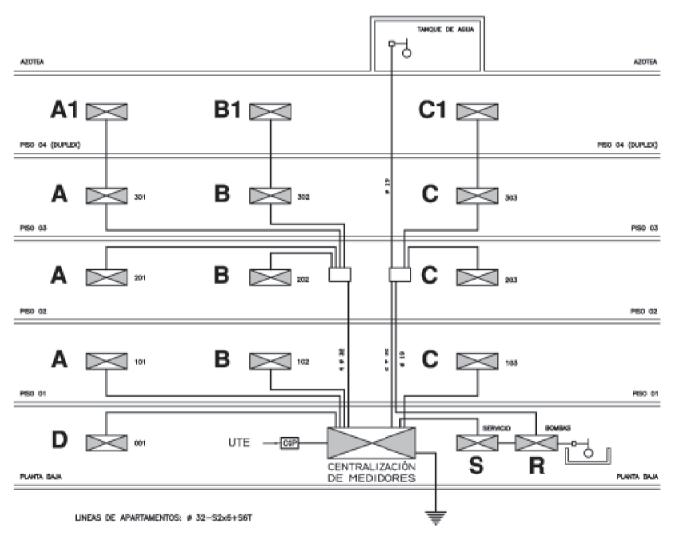


Fig. V-1

2.1.8. Escala

La escala de los planos de Instalación Eléctrica lógicamente depende del tamaño del edificio; normalmente el de puestas y derivaciones se dibuja preferiblemente a 1:50 y con muy pocas excepciones, casi nunca más de 1:100 y el de líneas y tableros 1:100 o 1:200.

2.1.9. Expresión

En cuanto a la expresión, ya que lo que se debe destacarse es la instalación, se utilizan trazos de diferente espesor, los que lógicamente dependen de la escala utilizada. Como orientación, los espesores a utilizar son:

- Para la planta, finos (0,1 o 0,2) incluso utilizando tonos grises o porcentaje de sombreado
- · Para los símbolos, medios (0,3)
- Para líneas y derivaciones, gruesos (0,4 o 0,5)

La identificación de tableros, líneas y derivaciones, imprescindible en los planillados de cálculo y expresión de resultados, merece ciertas consideraciones.

Los tableros deben identificarse por letras en orden alfabético cuando están alimentados por líneas independientes desde el tablero general. Cuando sean tableros derivados en salto sobre una misma línea de alimentación se indican por un subíndice numérico (norma UNIT 24-48). Y no utilizar para el Tablero A la identificación TA o TAB-A, ya existe un símbolo que indica claramente que se trata de un tablero, y luego se complica la numeración de las puestas: simplemente el Tablero A se identifica por A.

Las líneas en general se identifican por las letras de los tableros que une, primeramente el alimentador y luego el alimentado, p.ej. **A-D.**

Las derivaciones pueden denominarse en forma sencilla identificándolas por la letra del tablero que las alimenta seguido de un número correlativo, fijándose un orden de recorrido de las mismas (horario u antihorario). Y una práctica conveniente es dar dos vueltas, una para luces y otra para TC; en el circuito unifilar aparecen primero las luces y luego los TC, agrupados.

Debe tenerse en cuenta que no se numeran puestas sino derivaciones: aquellas formadas por va-

rias puestas llevan un solo número que se repite en cada una de ellas; en particular, las derivaciones en salto llevan todas el mismo número que corresponde al ramal que las alimenta.

2.2. DOCUMENTOS ESCRITOS

Los documentos escritos complementan los documentos gráficos del Proyecto con aquellas informaciones no incluidas en las plantas. Son básicamente:

- · Memoria Descriptiva General
- · Memoria Descriptiva Particular

La Memoria Descriptiva General contiene el conjunto de especificaciones técnico-constructivas que determinan con generalidad tipo de materiales y procedimientos a utilizar en la ejecución de la instalación. Existen modelos de Memoria General, todos ellos más o menos aceptables, no se escribe para cada caso. Pero antes de incluirla en el Proyecto, debe analizarse cuidadosamente, suelen contener especificaciones inadecuadas u obsoletas.

La **Memoria Descriptiva Particular** en cambio se refiere específicamente a ese proyecto. Debe ser clara y concisa, determinando los detalles particulares de la instalación. Como mínimo, debe abarcar los siguientes puntos:

- Generalidades donde se expresan las disposiciones que rigen el trabajo en forma general
- Instalaciones Comprendidas, limitando en forma taxativa los trabajos cuya ejecución se solicita.
- **3) Rubros excluidos**, listando los trabajos que no son de cuenta del Instalador.
- 4) Rubros de cotización separada, indicando aquellas instalaciones o materiales para los cuales por alguna razón interesa tener los precios específicos y que serán o no motivo del Contrato.
- 5) Detalles particulares, donde se hace una somera descripción de las instalaciones como elemento complementario para facilitar la comprensión del proyecto y determinar materiales y procedimientos.

Existen además otros documentos del tipo legal que no se analizan en estas páginas, como Contrato, donde se establecen plazos, multas y penalidades, forma de pago, etc.

Farq / publicaciones web 87

VI. CENSO PRIMARIO DE CARGAS

1. GENERALIDADES

Un anteproyecto comienza por determinar la forma de alimentación, si la misma se hace directamente de las líneas distribuidoras de Baja Tensión de UTE o es necesaria una subestación reductora. Si la potencia necesaria es superior a los a 50 kW, salvo casos particulares, la subestación es imperativa (NI, Cap. I Item 3).

Por consiguiente, el primer paso es realizar un censo de las cargas estimadas a fin de poder decidir la existencia o no de subestación. El mismo debe hacerse lo más aproximado posible con la información que se posee y basado en los valores que determina la Norma (NI, Cap. I Anexo I, Item 2.1, Pág. 117).

Estos métodos de cálculo aproximado se utilizan fundamentalmente cuando por la etapa en la cual se encuentra el proyecto, las cargas definitivas que se usarán en los servicios son desconocidas. Las mismas son las que se utilizarán "en la solicitud de nuevos servicios o aumentos de carga" cuando no se han determinado aún con exactitud las potencias de los aparatos de consumo. (NI, Cap. I Anexo I, Item 1).

Los procedimientos de estimación de carga establecidos en este Capítulo representan la mejor aproximación según del grado de desarrollo del Proyecto, son aproximados y normalmente los valores no son coincidentes entre sí.

Basándose en los valores determinados, se tramita ante UTE la Solicitud de Suministro, determinando esa Empresa el costo del mismo y las condiciones en que se otorga.

De acuerdo al valor solicitado y abonado por el cliente, UTE instala (por cuenta del cliente o a cargo de UTE, según los casos) el interruptor de control de potencia ICP (aprobado y precintado por UTE), limitando la corriente de carga a la potencia contratada.

Los servicios en los sistemas de 400 V se suministran mediante 4 conductores, 3 polos y 1 neutro; en estos casos, la tensión de 230 V en servicios monofásicos se toma entre línea y neutro.

Por imposiciones reglamentarias, los elementos a utilizar en la alimentación deben dimensionarse previendo que la carga final solicitada para los mismos pueda ser de 6,6 kW para suministros individuales monofásicos, y de 7,6 kW (220 V) y de 13,8 kW (400 V) para trifásicos. Esto es válido también en el caso de edificios de vivienda con centralización de medidores. (NI, Cap. I Anexo I, Item 2.1 actualizado en junio'98).

Es decir, que los elementos de la línea de enlace (CGP, línea repartidora, etc.), deben dimensionarse como si la carga tuviera esos valores, de forma que al solicitar un aumento de carga UTE solamente cambia el medidor y el ICP.

En las primeras etapas en que no hay una definición muy clara de las necesidades del Proyecto, la mejor aproximación está representada por la estimación de la carga necesaria basada en el área del edificio y según su destino.

No hay que olvidar que la potencia a solicitar debe encuadrarse dentro de la gama de cargas normalizadas indicadas en el Cap. II Item 4 (Tabla II-2) de esta Publicación.

2. SEGÚN EL ÁREA

El criterio más simple para la estimación de carga en un anteproyecto es basándose en el área; no es muy exacto, pero que debe utilizarse cuando el anteproyecto no dispone de mayor información. (NI, Cap. I Anexo I, Item 2.2.1)

Por la simple aplicación de esas expresiones, se obtiene un valor para la carga necesaria, por lo menos una primera aproximación en esa etapa del desarrollo.

Tabla VI-1

CARGAS SEGÚN EL AREA

DESTINO	SIN LOSA RADIANTE	CON LOSA RADIANTE
Residenciales	$W = S \times 0,060$	$W = S \times 0.16$
Comerciales	W = S x 0,100	
Industriales	W = S x 0,125	

3. SEGÚN APARATOS DE CONSUMO

Cuando el estado del anteproyecto permite determinar en forma aproximada los aparatos de consumo a alimentar, puede usarse el criterio de asignar a cada uno la potencia previsible de consumo (NI, Cap. I Anexo I, Item 2.2.2):

3.1. SERVICIOS RESIDENCIALES Y COMERCIALES

Para los servicios residenciales y comerciales, se aplican los criterios que se indican a continuación, distinguiéndose los servicios que corresponden a cada unidad en particular, y los servicios generales si los mismos existen.

3.1.1. Servicios individuales

En Servicios Residenciales y Comerciales, cuando el desarrollo del Proyecto ha llegado a la dis-

tribución de puestas, las cargas a asignar a cada una de ellas consideradas por UTE, se indican en la Tabla **VI**-2.

Cuando la instalación termina en portalámparas sin haberse instalado la luminaria correspondiente, UTE censa el mínimo de 40 W o 300 W según el tipo; si está instalada, el valor real de las lámparas colocadas en la misma. Con lámparas luminiscentes, se aplica el valor de corrección para cargas no puramente resistivas de 1,3.

Si uno o más tomacorrientes estuvieran ocupados por aparatos de colocación fija UTE computa los mismos de acuerdo a la Tabla VI-3. (NI Anexo I, Item 2.2.3), siendo esos valores los que se deben tomar en el llenado de la Planilla de Cálculo.

A los efectos del llenado de la Planilla de Cálculo del Cap. **IV** de esta Publicación, la carga a asignar a cada TC de uso general, es indeterminada.

Tabla VI-2

CARGAS A ASIGNAR

PU	W TOTAL (kW)	
Luz incandescente*	Portalámparas Edison	0,040
	Portalámparas Golliath	0,300
Luz no incandescente		W x 1,3
Lámpara proyectada		W
TC monofásicos*	Hasta 3 inclusive	1,000
	De 4 a 6	2,000
	Más de 6 (por cada 6 o fracción)	+2,000
Aparatos fijos		Según tabla VI-3

[·] Los portalámparas a rosca Edison o E27 son los utilizados en lámparas incandescentes hasta 150 W.

Los portalámparas a rosca Golliath o E40 son los utilizados en lámparas incandescentes de 200 W o más y en lámparas de descarga.

Pero la mayor carga que normalmente suele conectarse a los mismos son las estufas de cuarzo (1.200 W) pero no en todos simultáneamente. Como la sección mínima del conductor que alimenta los tomacorrientes es suficiente para esa carga, la conexión de esos calefactores no afecta la instalación. Pero en cuanto a la carga a asignar a cada uno de ellos para el censo total, puede aplicarse lo establecido en el Ítem 2.2.2 del Cap. I de las NI, asignando para el total de TC una

potencia unitaria promedio de 333 W, respetando la escala de la tabla. Esto es importante para determinar la carga total de un determinado tablero.

89

3.1.2. Servicios generales

Para calcular la carga de los servicios generales, deben considerarse las necesidades del edificio. (NI, Cap. I Anexo I, Item 2.2.4).

Tabla VI-3Resumida de laTabla II, NI Anexo I, Item 2.2.3

POTENCIA DE LOS APARATOS ELÉCTRICOS MÁS COMUNES

APARATOS ELÉCTRICOS	POTENCIA W
Aspiradora	1.000
Acondicionador de aire	2.500
Batidora	200
Bomba de agua	500
Calefactor a aceite	1.600
Calefactor a cuarzo	1.400
Calentador instantáneo de agua	5.000
Cocina con 2 hornallas chicas	3.00
2 hornallas grandes	4.000
1 horno	2.000
Hervidor de agua	800
Lavadora automática	800
Idem con calentamiento de agua	2.500
Licuadora	600
Lustradora	500
Microcomputador	200
Microondas mediano	900
Plancha	1.000
Refrigerador	250
Freezer	600
Secador de ropa	5.000
Secador de pelo	1.200
Televisión	200
Calentador de agua	1.200
Tostador de pan	1.000
Ventilador	300

Para aparatos que no figuran en la lista, se toman los datos de catálogo de fabricantes reconocidos.

Para las luces y tomacorrientes de uso general, se aplica el criterio mencionado anteriormente; para bombas, aire acondicionado, calefacción, etc., deben utilizarse los valores que surgen del proyecto correspondiente.

Para ascensores, puede aplicarse la Tabla VI-4 estimativa, debiéndose ajustar en el proyecto definitivo con los datos suministrados por el fabricante de acuerdo al equipo a instalar:

A los efectos de calcular la potencia, en una primera aproximación pueden tomarse los HP como

kW pues la diferencia no es significativa una vez aplicados los factores de corrección.

90

Como todos los ascensores no funcionan a la vez, en la estimación de cargas pueden aplicarse los factores de simultaneidad indicados en la Tabla VI-5 (NI, Cap. I Anexo I, Item 2.3).

Para escaleras mecánicas los valores manejados por UTE se indican en la Tabla **VI**-6

Debiéndose ajustar en el proyecto definitivo con los datos concretos de cada fabricante.

Tabla VI-4

Tomada de la Tabla III del ítem 2.3.1 Cap. I NI

POTENCIA DE ACCIONAMIENTO DE ASCENSORES

	EDIFICIOS		
PARADAS	RESIDENCIALES W (HP)	COMERCIALES W (HP)	
Hasta 5	5	7	
De 5 a 10	7	10	
10 a 15	10	15	
15 a 20	15	20	
Más de 20	20	30	

Tabla VI-5

FACTOR DE SIMULTANEIDAD

Nº de ascensores (n)	Factor de simultaneidad
2	1,00
3	0,90
4	0,78
5	0,65
6	0,55

Tabla VI-6

Tomada de la Tabla VI del ítem 2.3.1. del Cap. I NI

POTENCIA DE MOTORES EN ESCALERAS MECANICAS

CAPACIDAD personas/hora	POTENCIA SEGÚN DESNIVEL (HP)		
personas/nora	HASTA 6 m	ENTRE 6 Y 10 m	
5.000	7,5	10	
8.000	10	15	

3.2. SERVICIOS INDUSTRIALES Y OTROS

Ya se indicó el cálculo basado en el área.

Según los aparatos de consumo, UTE establece las siguientes cargas a asignar:

4. SEGÚN EL NIVEL DE ELECTRIFICACIÓN

En viviendas puede también aplicarse el criterio de nivel de electrificación, clasificándolas en cua-

Tabla VI-7

CARGAS A ASIGNAR

PUESTA	W TOTAL (kW)
Luces	Según Cap. VI 3.1.1
TC monofásicos	Según Cap. VI 3.1.1
TC trifásicos hasta 3 inclusive	3,000
Más de 3 (por cada 3 o fracción)	1,000
Motores	Según chapa *

^{*} Para convertir la potencia a kW si en la chapa de características se indica en otra unidad y tener en cuenta la sobrecarga por la corriente de arranque consultar NI, Cap. I Anexo I, Item 3.2.3 pág. 126.

tro categorías que se indican en la Tabla VI-8 (NI, Cap. I Anexo I, Item 2.2.1 actualización junio'98):

5. CONCLUSION

Como resultado de lo anteriormente expuesto, para el censo primario de cargas, se procede de la siguiente forma:

Si la etapa de desarrollo del Proyecto no ha llegado a la definición de las puestas y su potencia, la estimación de la carga necesaria se hace basándose en el área del edificio y según su destino. Es aproximada, pero es la única estimación posible en esa etapa y permite definir con cierta aproximación la necesidad o no de subestación. (Item II de este Capítulo).

Si en el Proyecto ya se ha determinado la ubicación de puestas y su destino, asignando a cada una la carga del aparato que está conectado o se conectará a ellas. Es un método más largo y más preciso, y permite el llenado de las Planillas de Cálculo. Para determinar la carga total del tablero del cual derivan esas puestas, debe aplicarse un factor de demanda de las mismas, de otra forma se obtienen valores excesivos de la potencia total. No existen valores predeterminados para el factor de demanda, pero aplicando el sentido común se llega a valores razonables de la carga a contratar; y en el peor de los casos, si

Tabla VI-8 Según ítem 2.2.1 del Cap. I NI

NIVEL DE ELECTRIFICACION

NIVEL	CALIDAD	POTENCIA (kW)	SUMINISTRO	TENSION (V)
А	minimo	3,3	monofásico	220
В	medio	5,5	monofásico	220
С	elevado	8,8	monofásico	220
D	especial	mayores	trifásico	

no es suficiente, siempre puede solicitarse un aumento en la Carga Contratada. Si se ha respetado la exigencia reglamentaria del sobredimensionar las líneas según se expresa en el ítem I de este Capítulo, solamente representa un pago de tasas.

En el caso de viviendas, puede aplicarse la Tabla **VIII-8** de Nivel de Electrificación respetando

las cargas normalizadas de la Tabla VI-2. Este procedimiento es muy utilizado al solicitar carga para los Apartamentos en PPT donde se desea disminuir costos, entregando el apartamento con el mínimo de carga autorizada compatible con las cargas establecidas por UTE para las puestas proyectadas de acuerdo con el Ítem 3.1.1 de este Capitulo.

Farq / publicaciones web 93

VII. SUBESTACIONES

1. GENERALIDADES

La tensión de utilización de la energía eléctrica no es apta para trasmitirla más que unos pocos cientos de metros sin tener que aumentar excesivamente la sección de los conductores. Utilizando las propiedades de la energía eléctrica alterna de poderse transformar en forma sencilla elevando o reduciendo su tensión, la energía eléctrica se genera a una determinada tensión, se eleva para la transmisión, y a la llegada al punto de consumo se reduce en etapas a las tensiones de utilización. El sistema de generación y transmisión se estudia en detalle en el Cap. XII.

Las Subestaciones son la última etapa de reducción de la tensión. Como ya se expresó en el Ítem 2 del Cap. III de esta Publicación, para cargas superiores a 50 kW, debe preverse un local para la S.E. "Cuando las potencias solicitadas superen los 50 kW y se exija S.E., UTE preverá la instalación de transformadores, de la potencia adecuada, y con dos salidas en baja tensión para 230 V y 400 V con neutro accesible" (NI Cap. I Anexo IV Apartado 3). Y en cualquier caso, "si la potencia solicitada es superior a 50 kW, el solicitante tiene la obligación de reservar un local de su inmueble para el montaje de una Subestación" (NI Cap. I Item 3.-).

Es decir, que si la potencia necesaria sobrepasa los 50 kW, la subestación es imperativa salvo casos particulares, aún cuando para potencias menores puede ser exigida si no existe red de Baja Tensión en la zona con capacidad disponible. La previsión de un local para la SE que cumpla con las exigencias debe hacerse en las primeras etapas del Anteproyecto de Arquitectura; Cuando el Proyecto está avanzado, la implantación del mismo suele ser conflictiva.

2. SUBESTACIONES

El último escalón de transformación es el pasaje de Media a Baja Tensión que se hace en las Subestaciones, en las cuales en la actualidad la Media Tensión de 6 o 15 kV se reduce a la tensión de utilización de 400 V o 230 V. Próximamente, la MT pasará a 22 kV (NI Cap. I Anexo IV Ítem 10).

Ya que la tensión de salida es de 230 o 400 V, la distancia de una Subestación al punto de utilización no puede ser muy grande para evitar caídas de tensión excesivas; si bien no puede establecerse una longitud máxima pues depende de la carga a alimentar y la sección del conductor utilizado, la separación entre subestaciones se sitúa en general en los siguientes valores:

- En zonas densamente pobladas, tan próxima una de otra como lo exija la importancia de los edificios vecinos basada en sus requerimientos de energía eléctrica.
- En zonas urbanas de densidad media, puede considerarse normal una separación de unos 200 m entre subestaciones. En zonas suburbanas, la distancia suele ser mayor.
- En zonas rurales, con consumidores muy apartados uno de otro, la tendencia es disminuir la distancia entre subestaciones utilizando elementos de menor potencia unitaria y mayor simplicidad de forma de hacer más factible la distribución con inversiones moderadas.

3. TIPOS DE SUBESTACIONES

En lo que se refiere a las características constructivas, se distinguen:

- 1) subestaciones a la intemperie
- 2) subestaciones en edificio

3.1. SUBESTACIONES A LA INTEMPERIE

Como los equipos eléctricos suelen tener una construcción apta para funcionar a la intemperie, se utiliza esa propiedad para instalarlos sin la protección de un local cuando las condiciones de emplazamiento lo permiten; la única precaución es colocar en cabina los aparatos que no poseen protección para intemperie, interruptores, etc. y mantener los elementos de MT fuera del alcance de las personas para evitar accidentes por imprevisión.

Pueden distinguirse tres tipos de subestaciones a la intemperie:

- a) A ras del suelo, cercadas; son las menos comunes para 6/0,230 kV o 6/0,400 kV y se utilizan para fuertes potencias, generalmente dentro de predios privados. Los grandes transformadores se instalan sobre bases directamente a nivel del suelo, sin cubierta, instalándose en una cabina los elementos de protección y maniobra si no son aptos para intemperie. El conjunto se protege con una cerca de malla de alambre con puerta y letreros de advertencia, tendientes a evitar accidentes por descuido.
- b) Aéreas sobre columnas; son las más comunes en zonas suburbanas y rurales y donde no existen locales para instalarlas, por su bajo costo y satisfactorio funcionamiento. Los equipos se soportan en dos columnas de hormigón arriostradas, a una altura suficiente para quedar fuera del alcance de las personas, siendo generalmente aéreas tanto la alimentación en MT como la salida en BT, aún cuando en ciertos casos o la entrada o la salida son subterráneas. La línea de MT llega a la SE, pasa por los interceptores (fusibles de MT tipo cartucho con contacto a cuchillas, que se utilizan a la vez como fusible y seccionador de apertura en vacío). A la salida, previo pasaje por fusibles de BT (o interruptor automático) omnipolares, se alimentan una o más líneas de 230 V o 400 V según el caso.
- c) aéreas en poste; representan una simplificación de la anterior, y se basan en el uso de transformadores monofásicos de pequeña potencia (no más de 15 kVA) de construcción compacta que reúnen en una misma carcasa todos los elementos de la subestación (Com-

pletely Self Protected): descargador de sobretensiones, fusible de MT, transformador e interruptor automático de BT; solamente suele agregarse del lado de MT un seccionador de cuchillas de apertura en vacío para permitir aislar la unidad de la línea. El primario trabaja entre uno de los polos del sistema y tierra, por lo que la tensión primaria es 94

$$V = \frac{15,000}{\sqrt{3}} = 8.630 \text{ V}$$

siendo la secundaria, monofásica, de 220 V con su punto medio conectado a tierra.

Su costo moderado y reducido tamaño ha hecho que se utilicen ampliamente en electrificación rural, permitiendo multiplicar los puntos de alimentación en BT, realizando la distribución en forma más económica en MT. En nuestro país se han instalado directamente en la red de 15 kV; el aterramiento del punto medio del bobinado secundario, asegura que el potencial de los polos de BT respecto a tierra sea de 110 V para salidas monofásicas de 230 V, lo que agrega al sistema una gran seguridad de operación.

La Fig. VII-1 muestra la disposición constructiva de una subestación sobre columnas, indicándose la ubicación de cada uno de los elementos y la Fig. VII-2 el circuito unifilar de la misma.

La Fig. VII-3 muestra la disposición constructiva de una subestación en poste, indicándose en la Fig. VII-4 su esquema de conexiones.

3.2. SUBESTACIONES EN EDIFICIO

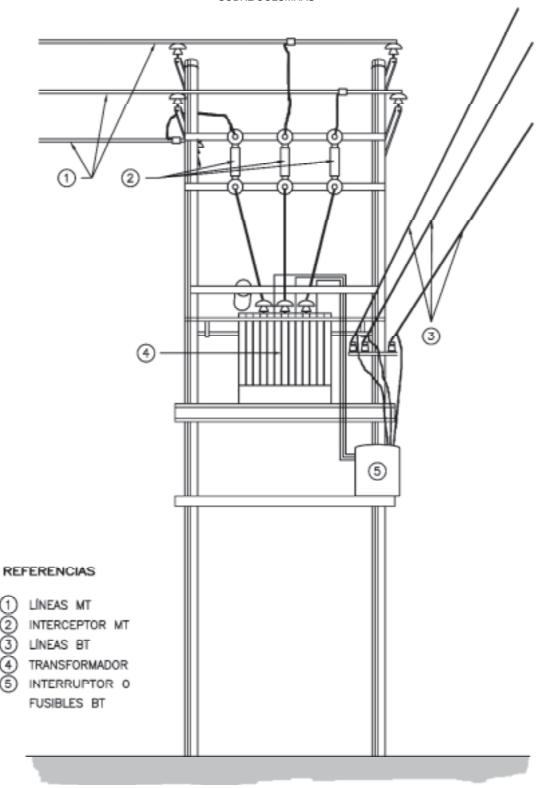
En otros casos, los equipos eléctricos que componen una subestación se disponen dentro de un local destinado exclusivamente a tal fin, aún cuando sea construido por el usuario. Se trata de un local con características propias contemplando su destino en el cual no se admite la existencia de cañerías de agua ni de desagües salvo los propios.

Su emplazamiento debe satisfacer ciertas exigencias:

- fácil acceso en todo momento por personal de UTE con entrada directa de la calle.
- ubicación que permita la fácil entrada de los equipos

SUBESTACIÓN AÉREA

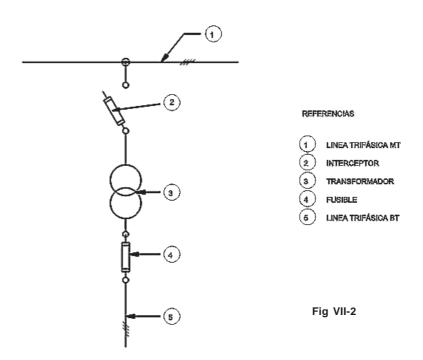
SOBRE COLUMNAS



95

SUBESTACIÓN EN COLUMNA

CIRCUITO UNIFILAR



 ventilación e iluminación natural directa y permanente a través de aberturas protegidas por celosías de chapa o vidrio armado con malla interior de tejido metálico que impida la entrada de objetos que puedan provocar accidentes eléctricos.

3.2.1. Reconocimiento económico

El local para la Subestación debe ser entregado a UTE y queda para uso exclusivo de esa Empresa, la que reconoce económicamente al Propietario, si se cumplen las exigencias de este Capítulo, un valor preestablecido dependiendo del número de transformadores que pueden instalarse en el mismo.

Bajo ningún concepto se admiten subestaciones alejadas una distancia mayor de 70 m de la línea de propiedad.

No se reconocen económicamente:

- los locales para Subestaciones de uso exclusivo.
- los locales que se encuentren a más de 30 m de la línea de propiedad.

Si es necesaria Subestación, al realizar el proyecto del local, es importante cumplir las exigencias de UTE para estar en condiciones de recibir la compensación económica.

3.2.2. Montaje

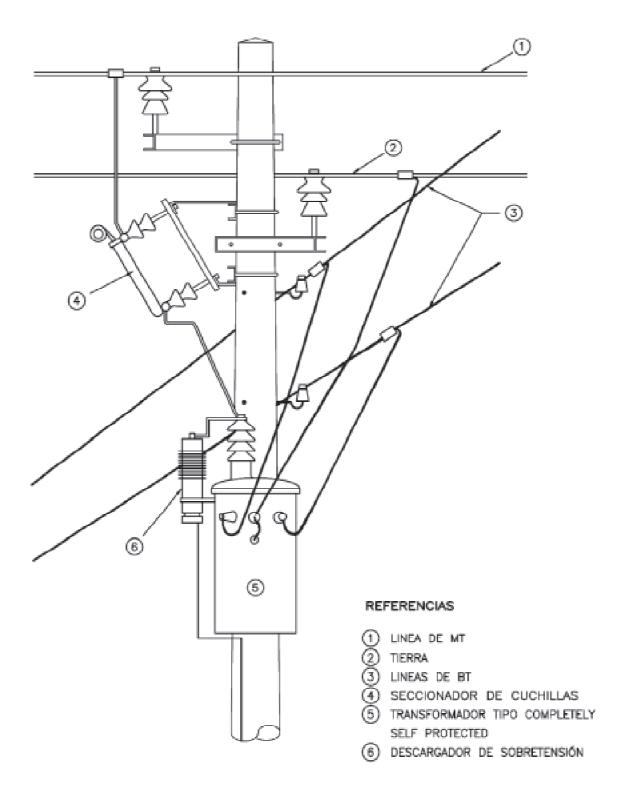
La disposición clásica de las Subestaciones con celdas de mampostería e instalación de los equipos dentro de las mismas, ha sido sustituida en la actualidad por Subestaciones modulares donde los distintos elementos están contenidos en módulos prefabricados. Se denomina módulo la unidad que contiene elementos destinados a realizar una determinada función dentro de una envolvente adecuada.

Cada módulo tiene una función específica (llegada, salida, con o sin protección a barras o cables, medida, etc.) de forma que la Subestación se monta uniendo elementos unitarios prefabricados y realizando su conexionado.

La Fig. VII-5 muestra el circuito unifilar de una Subestación modular mínima con módulo de en-

SUBESTACIÓN AÉREA

ENPOSTE



SUBESTACIÓN EN COLUMNA

CONEXIONES

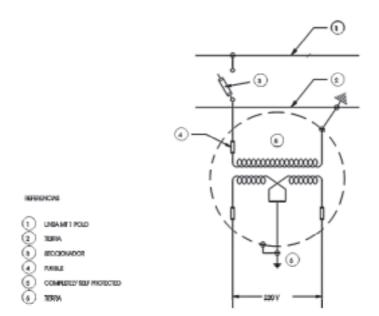


Fig VII-4

trada y módulo de salida en MT y módulo de protección del transformador.

Es decir, que de la Subestación montada para caso particular a partir de sus equipos individuales alojados en celdas, se ha pasado a un montaje padronizado en que los distintos módulos se componen formando centros de acuerdo a las necesidades. Las dimensiones y características de los módulos varían según el fabricante y la función.

El tendido de los conductores se hace por canales con tapas removibles o abiertos; los módulos se colocan sobre un canal apoyados en el piso en las proximidades del muro y en un perfil compuesto formado por la unión soldada de perfiles apoyado en el piso en sus extremos y en pilares de hormigón en puntos intermedios; en esa forma, frente a las celdas queda un canal cubierto con tapas levantables. (Fig. VII-6).

3.2.3. Implantación

Se consideran tres tipos de locales (UTE - Subestaciones Modulares Normalizadas – Especificaciones Técnicas, Anexo II):

- · exentos
- · aislados
- · integrados

3.2.3.1. Locales exentos

Las SE exentas son aquellas que están ubicadas en forma independiente en un predio, sin contacto con ningún edificio.

En los edificios de este tipo de subestaciones, el nivel del fondo del canal más profundo debe tener un desnivel respecto a la cota del zampeado del colector que permita el desagüe natural con las pendientes normales. A tal efecto, debe construirse una cámara de desagüe con su correspondiente conexión al colector.

Si el desagüe natural no es posible, no podrán construirse SE en locales exentos.

3.2.3.2. Locales aislados

Las SE en locales aislados son las que forman parte de un cierto edificio, pero el local de la misma es la única construcción en ese nivel.

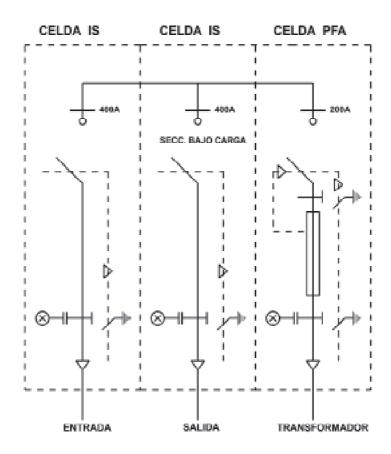
El fondo del canal más profundo debe tener un desnivel respecto a la cota del zampeado del colector que permita el desagüe natural. A tal efecto, debe construirse una cámara de desagüe con su correspondiente conexión al colector.

3.2.3.3. Locales integrados

Las integradas son las que forman parte de un cierto edificio en el que en el mismo nivel existen

UNIFILAR SSEE MODULAR

2 E/S Y PROTECCIÓN TRAFO



CELDA IS: CELDA ENTRADA Y SALIDA (E/S)
CELDA PRA: CELDA PROTECCION TRANSPORMADOR

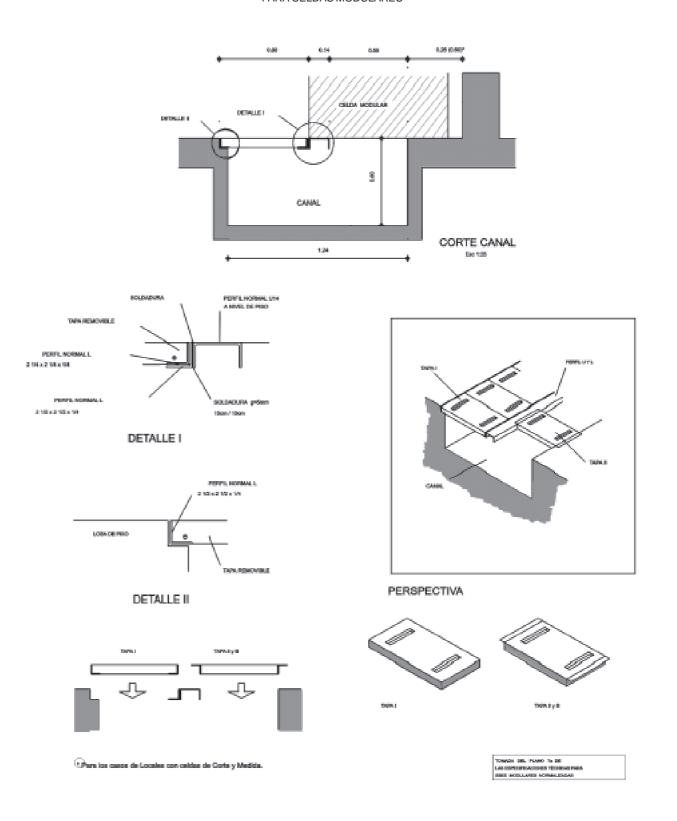
NOTAS

- * EL CIRCUITO MUESTRA UN EJEMPLO SENCILLO DE UNA IMPLANTACIÓN MÍNIMA CON CELDA DE ENTRADA, CELDA DE SALIDA Y CELDA DE PRO-TECCIÓN DEL TRANSFORMADOR.
- EXISTEN MÓDULOS PARA DISTINTAS FUNCIONES CON LOS QUE PUEDEN COMPONERSE IMPLANTACIONES VARIAS SEGÚN NECESIDADES.
- LAS DIMENSIONES DE LOS MÓDULOS VARÍAN SEGÚN EL FABRICANTE. CON FINES ILUSTRATIVOS, LOS MÓDULOS GEC ALSTHOM (CELDAS IS Y PFA) TIENEN 1.550 mm DE ALTURA, 375 mm DE ANCHO Y 850 mm DE PROFUNDIDAD.

TOMADA DE LA FIG. UNIF-1 DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SOLE MODULARES NORMALIZADAS

DETALLE DEL CANAL

PARA CELDAS MODULARES



otros locales con diferentes destino.

En la misma forma que en el caso anterior, el fondo del canal más profundo debe tener un desnivel respecto a la cota del zampeado del colector que permita el desagüe natural. A tal efecto, debe construirse una cámara de desagüe que se integra a la instalación sanitaria del resto del edificio.

Solamente pueden instalarse locales subterráneos si la cota del fondo del canal más profundo es igual o superior al nivel del resto del subsuelo del edificio.

Si toda el área del subsuelo no cumple esa condición (subsuelo con más de un nivel), una superficie mínima del doble del área de la subestación debe cumplirla; en ese caso se construirá una cámara de desagüe conectada a la instalación sanitaria del edificio con bomba de achique instalada fuera del recinto de la subestación.

3.2.4. Niveles

En lo que se refiere al nivel respecto a la vía pública, hay tres tipos:

- · Locales sobreelevados
- · Locales a nivel
- Locales subterráneos

Los locales que no se encuentran a nivel, deben contar con acceso en rampa de pendiente <15% para transformadores y equipos, debiéndose prever en una ubicación adecuada, preferiblemente en la parte horizontal superior a la rampa un anclaje apto para 4T para facilitar el ascenso y descenso del transformador.

3.2.5. Accesos

Las puertas de acceso al recinto en que están situados los equipos de MT y se usen para el paso del personal de servicio, serán rebatibles totalmente y abrirán siempre hacia el exterior del recinto con trabas que impidan el cierre accidental una vez abiertas mientras exista en el interior personal de servicio.

3.2.5.1. Acceso de personal

El local debe tener libre acceso desde la vía pública para el personal de UTE. El acceso no debe tener comunicación con otros locales del cliente. Si por alguna razón existiera algún cerramiento que

impidiera el libre acceso, se debe instalar en el mismo una abertura de dimensiones mínimas 0,60 x 1,60 m con cerradura suministrada por UTE.

El acceso del personal al local de la subestación, se realiza mediante puerta con celosía de dimensiones mínimas 0,90 x 2,40 m con un paño fijo superior de 0,30 m. No se admite el acceso por puerta trampa.

Las puertas de acceso al recinto en que están situados los equipos de MT utilizadas por el personal de servicio abrirán hacia afuera, serán abatibles totalmente, y poseerán trabas que impidan el cierre accidental.

3.2.5.2. Acceso para transformador y equipos

El acceso de equipos al local debe poseer puerta de doble hoja y postigos con 2,40 x 1,50 m de vano libre.

Si el acceso se realiza a través de espacios comunes, la altura mínima de los mismos debe ser de 2,40 m (que se reduce a 2,20 m para transformadores de hasta 630 kVA) y su ancho de 2,50 m permitiendo un radio de giro adecuado.

3.2.6. Aberturas

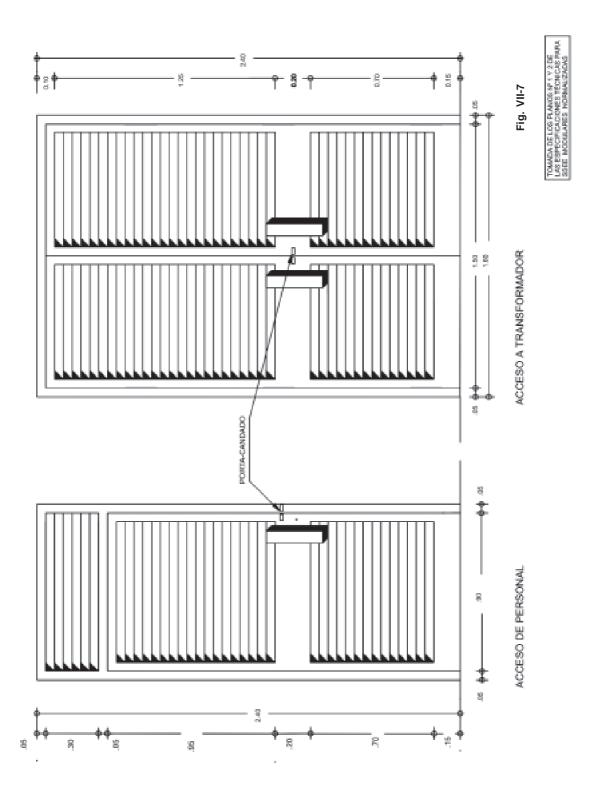
La construcción de las aberturas podrá ser realizada en hierro, madera dura o aluminio manteniendo los criterios generales de dimensiones y diseño. En la Fig. VII-7 se muestran las puertas de acceso de personal y a transformador y en la Fig. VII-8 la rejilla de ventilación necesaria para asegurar la ventilación cruzada y las planillas correspondientes indicando los materiales componentes y detalles de puertas y rejilla.

Cuando se prevea la entrada del transformador mediante puerta trampa, ésta llevará en todo su perímetro una ranura de desagüe al exterior o a la red de saneamiento. Si la misma se encuentra en el interior de un edificio, en la losa inmediata superior (cuya distancia no puede ser menor a 3 m) se debe colocar un gancho de soporte de hasta 5 T para bajada del transformador.

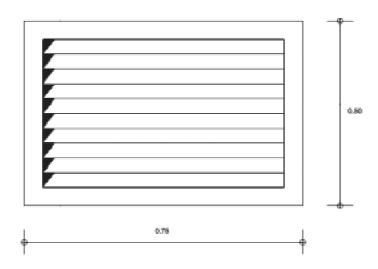
3.2.7. Pasaje de los cables de potencia

El acceso a la SE de los cables de potencia de MT y BT se hace a través de huecos, para MT de 40 x 40 cm y para BT de 50 x 40 cm, con su

PUERTAS DE ACCESO A SE MT/BT



REJILLA DE VENTILACIÓN



PLANILLAS

PUERTAS

MARCO	PERFIL DE HIERRO SECCION PNT 2"x 3/16"
HOUN MOVIL	PERFIL L 1°1/2 x 3/16° GELOSIA 60 Y ZOCALO DE CHAPA N 16
FORMA DE ABRIR	BATIENTE
HERRAJE DE MOVIMIENTO	6 BISAGRAS A ROULEMAN
HERRAJE DE CIERRE	1 MANOTON (300 x 40 x 4) _ CERRADURA SUMINISTRADA POR UTE
ACCESORIOS	MALLA DE ALAMBRE GALV. 6mm EN MARCO DE PLANCHUELA ATORNILLADO CON TORNILLOS DE BRONCE
TERMINACIONES	3 MANOS ESMALTE SOBRE 2 DE FONDO ANTIOXIDO

REJILLA

MARCO	DE PERFIL DE HIERRO SECCION T 1*1/2 x 1*1/2 x 3*16*
HOJA FMA	CELOSIA CHAPA N° 14 CON MALLA DE ALAMBRE GALVANIZADO 6mm.

TOMADA DE LOS PLANOS Nº 1, 2 y 4 DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA. BSEE MODULARES NORMALIZADAS nivel de fondo a 70 cm por debajo del nivel del piso. El recorrido interno de los conductores se hace por canales en los que se tienden los mismos; en la Fig. VII-6 se muestran los detalles de los canales para subestaciones compuestas por celdas modulares; las dimensiones pueden variar de acuerdo a las de las celdas según el fabricante, pero la disposición se mantiene.

Debe también construirse un ducto o conducto para pasaje de cables a la sala de medidores de dimensiones a determinar.

Cuando el local de la SE coincida con la línea de propiedad sin existir retiros ni ensanches, no es necesario instalar cámaras. Si existe retiro, ensanche, o la línea de edificación no coincide con la línea de propiedad, deben construirse cámaras de 60 x 60 cm cada 15 m unidas entre sí por ductos en línea recta de 40 x 40 cm para MT y 50 x 40 cm para BT (luz libre). En los cambios de dirección o salidas del tipo ducto doble, las dimensiones de las cámaras deben ser de 60 x 100 cm.

3.2.8. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica del local debe cumplir la Normativa vigente. Si el local cuenta con alimentación en BT, la alimentación se hace desde la SE; si no existiera alimentación en BT, el cliente debe suministrarla.

La iluminación se hace con centros o brazos alimentados de la caja de fusibles de la Subestación mediante conductos corrugados ϕ 25 embutidos en la losa del techo. El comando de las luces se hace mediante microswitches instaladas en las puertas. Entre el canal de BT y la caja de fusibles debe tenderse un caño embutido ϕ 25.

3.2.9. Losa superior

Cuando la losa superior de la SE sea total o parcialmente azotea, la misma debe impermeabilizarse por los procedimientos normales y dotarla de las pendientes adecuadas y las correspondientes gargantas.

Si la losa superior es el piso de un local en la siguiente planta, aún cuando no está dicho específicamente, debe evitarse especialmente que existan baños o cocinas en ese lugar por razones de seguridad; sin duda la Subestación va a permanecer en funcionamiento más tiempo que el que transcurra antes de producirse una pérdida en las instalaciones sanitarias, con el peligro que representa el goteo sobre las barras de MT y los equipos eléctricos en general. 104

Si eso no fuera posible, debe impermeabilizarse la losa de techo de la SE como una azotea al exterior y previendo los respectivos desagües, o construir una doble losa impermeabilizando la inferior.

3.2.10. Malla de protección del transformador

Debe colocarse una mampara de seguridad para impedir el contacto accidental con las partes bajo tensión del transformador, con marco de perfiles L y malla de tejido artesanal de 1". La altura es de 1,70 m para permitir el eventual pasaje de los cables de potencia por su parte superior. La misma debe poseer una puerta de acceso de 60 cm de ancho de abrir hacia fuera del recinto del transformador. (Fig. VII-9). La ubicación se indica en los planos, debiendo el cerramiento ser completo para aislar la zona del transformador del resto de la SE.

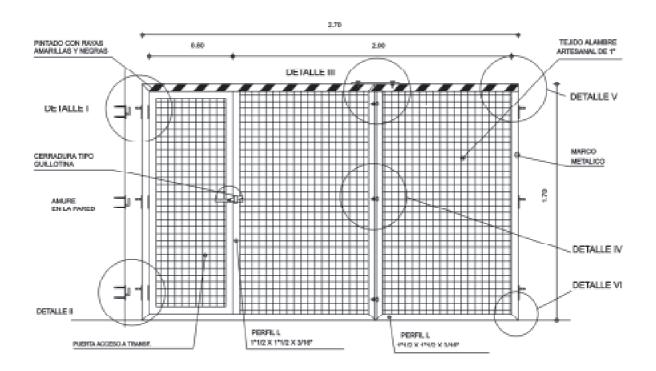
4. SUMINISTRO EN BAJA TENSIÓN

Normalmente, UTE entrega a los consumidores energía trifásica o monofásica a las tensiones de utilización, 230 V o 380 V, ya sea a partir de sus líneas distribuidoras o de una subestación que debe montarse en el edificio.

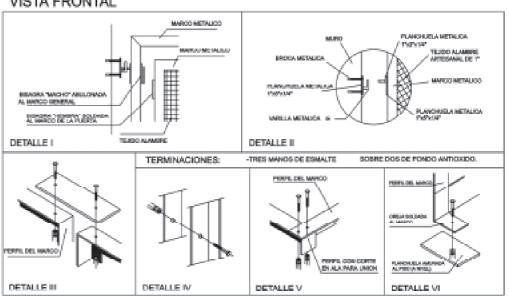
El equipo eléctrico de una Subestación es básicamente el siguiente:

- Aparatos de protección y maniobra en el lado de MT, a la llegada si es terminal de línea, o a la llegada y a la salida si la línea alimenta la SE y continúa.
- 2) Aparatos de protección y maniobra en MT para la alimentación de cada transformador.
- 3) Transformadores, con su alimentación en MT y salida en BT.
- 4) Elementos de protección y maniobra de BT, que van de interruptores automáticos hasta seccionadores de cuchillas y fusibles.

MAMPARA DE SEGURIDAD



VISTA FRONTAL



TOMMOA DEL PLANO Nº 66 DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SGEE MODULARES NORMALIZADAS Las exigencias de cada SE determinan la complejidad y características de los elementos, siendo muy amplia la variación en cuando al equipamiento eléctrico; no obstante el esquema anterior de mantiene, pudiendo faltar algún equipo según los casos.

5. SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN

Para cargas individuales >300 kW o para tensiones de suministro >400 V o (RBT, Cap. XV Ítem 2), UTE entrega energía en MT, actualmente 6 o 15 kV y en un futuro muy próximo 22 kV, quedando por cuenta del cliente la transformación a las tensiones de utilización.

El interesado debe proporcionar un predio debidamente acondicionado o un local adecuado para instalación de un puesto de conexión modular (que puede o no poseer transformador para alimentación de otros servicios en BT), a partir del cual UTE suministra una alimentación en MT, quedando a cargo del cliente la transformación.

La medida se hace en MT apareciendo en el puesto de conexión modular UTE celdas de corte y medida con sus correspondientes transformadores para medición; el cliente recibe la energía en barras o cable en la celda de entrada de su subestación, quedando a su cargo los demás elementos necesarios.

6. PUESTA A TIERRA

6.1. PUESTA A TIERRA GENERAL

En toda SE deberá instalarse un sistema de puesta a tierra compuesto de un anillo con las jabalinas correspondientes.

Al construir el piso de la SE, deberán preverse dos chicotes de tierra, que conectados a la puesta a tierra, surjan del piso y sobresalgan por lo menos 20 cm (Ver ejemplo en la Fig. VII-10c y Fig. VII-10d).

Las puertas metálicas (de acceso de personal, de acceso del transformador, puerta trampa, etc.) no deben conectarse eléctricamente a la puesta a tierra de la SE; deben unirse a los hierros de la estructura del edificio en todos los puntos en que sea posible mediante con-

ductores flexibles de cobre conectados a los marcos metálicos a efectos de conducir por los mismos cualquier corriente de contacto sobre la puerta. 106

Tampoco se conectan a la puesta a tierra de la SE los hierros del edificio, cuidando que los elementos metálicos que sirven para amurar los componentes de la Puesta a Tierra de MT y la de BT estén aislados de cualquier hierro estructural del piso de la SE.

Para tipos determinados de SE deben cumplirse las siguientes exigencias particulares:

6.1.1. Subestaciones exentas y aisladas

La puesta a tierra consiste en un anillo en rectángulo, enterrado a 1 m del perímetro del edificio de la SE, con las jabalinas correspondientes (Fig. VII-10c y Fig. VII-10d).

Cuando sea posible, delante de las puertas de acceso del personal y del transformador se colocarán losetas de hormigón hasta por lo menos 1 m por delante de las mismas.

6.1.2. Subestaciones integradas a nivel del piso

En este caso la puesta a tierra consistirá en un anillo en rectángulo, enterrado inmediatamente por debajo del perímetro del edificio de la SE, con las jabalinas correspondientes. Por mayores detalles consultar UTE - Subestaciones Modulares Normalizadas – Especificaciones Técnicas, Anexo II.

6.1.3. Subestaciones integradas sobre local

La puesta a tierra es idéntica al caso anterior, debiéndose prever el levantamiento de los chicotes desde la puesta a tierra hasta la SE.

El conductor de los chicotes de subida deberá canalizarse en un ducto plástico a fin de evitar el toque del mismo o el contacto con otras masas en el trecho de subida. Si el ducto estuviera expuesto a rotura, deberá ser metálico y el conductor aislado. En el pasaje a través de losas de hormigón armado, deberá siempre ser de material plástico para aislar el conductor de cualquier hierro de la armadura.

6.2. CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL

En el piso de la subestación, se deberá tender un conductor de cobre desnudo, denominado conductor equipotencial. El mismo debe cumplir con las siguientes condiciones (Ver ejemplo en la Fig. VII-10c).

- · su sección debe ser ≥16 mm²
- el conductor debe conectarse eléctricamente al chicote de tierra correspondiente de la puesta a tierra de la SE mediante conector bifilar.
- su forma es la de un serpentín que cubre las superficies que se detallan en las figuras.
- la distancia entre vueltas debe ser ≤ 20 cm.
- los conductores estarán separados de los muros por lo menos 10 cm.
- debe estar aislado de la armadura del piso de la SE.
- además de no poder unirse a los hierros de la estructura del edificio de la SE, en lo posible se tratará de alejarlos de los mismos.
- para asegurarse de lo anterior, la superficie sobre la que se coloque el conductor equipotencial deberá pintarse con pintura aislante eléctrica (tipo epoxi-bituminosa) y sobre esta capa se tenderá el conductor equipotencial inmerso en una capa de hormigón de 4 cm de espesor.

7. EJEMPLOS

En la Publicación de UTE - Subestaciones Modulares Normalizadas – Especificaciones Técni-

cas, Anexo II, se incluye un gran número de plantas, cortes y detalles de Subestaciones.

Con fines de simplificación, en estas páginas solamente se incluyen las Subestaciones Modulares:

- a nivel de piso (frente ancho) Fig. VII-10
- · a nivel de piso (frente angosto) Fig. VII-11.
- · a nivel de subsuelo Fig. VII-12.
- · enterrada Fig. VII-13

con sus correspondientes cortes; y en el primer caso, a título de ejemplo, plantas de instalación eléctrica y aterramiento.

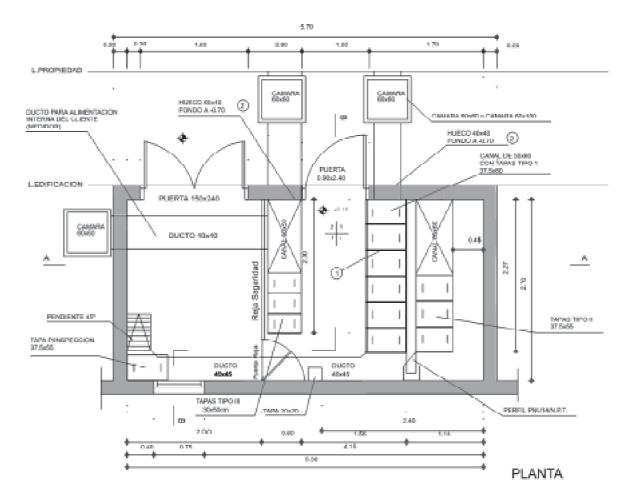
La Fig. VII-14a muestra la planta de un ejemplo de suministro en MT donde están integradas en un mismo edificio:

- · el puesto de conexión modular UTE
- · la subestación interna del cliente
- · la sala de tableros del cliente

En el ejemplo, el puesto de conexión UTE posee transformador para alimentación de servicios para terceros y la subestación interna del cliente dos transformadores T1 y T2 de 2.000 kVA cada uno, que alimentan dos tableros G1 y G2 donde se inicia la instalación interior en BT del usuario.

La Fig. VII-14b indica los cortes del edificio, la Fig. VII-14c la instalación eléctrica y la Fig. VII-14d el circuito unifilar completo de MT indicando las celdas modulares de cada SE.

SUBESTACIÓN MODULAR A NIVEL DE PISO (FRENTE ANCHO)



NOTAS:

- PENDIENTE MAXIMA ADMISIBLE EN PISO BAJO CELDAS: 2mm/m
- 2 MARGEN DE 10TH ENTRE TAPA Y TAPA PARA FACILITAR GU GOLOGADION.

ENTRADA/SALIDA DE LOS CABLES DE POTENCIA A LA SSEE

EN CADA CASO PARTICULAR LA ENTRADA/SAL DA DE LOS CABLES DE POTENCIA Y LA UBICACIÓN DE LAS CAMARAS DE INSPECCIÓN SE DEFINEN EN OBRA. SOBRE VEREDAS NO SE DEDECTAN OCHISTRAIR CAMARAS (6 posición indicada co a Bulo informativo).

AREA:

MURO DE LADRILLO (0.20m) 5.69ms3.10m=17.60s² MURO DE HORMIGON (0.15m)

5.59mx3.00m=16.80m

TOMADA, DEL PLANO 1P DE LAO ESPELITUALURES I ÉLANUAS FINIS. SURE HICOLLIARES NORMALIZADAS

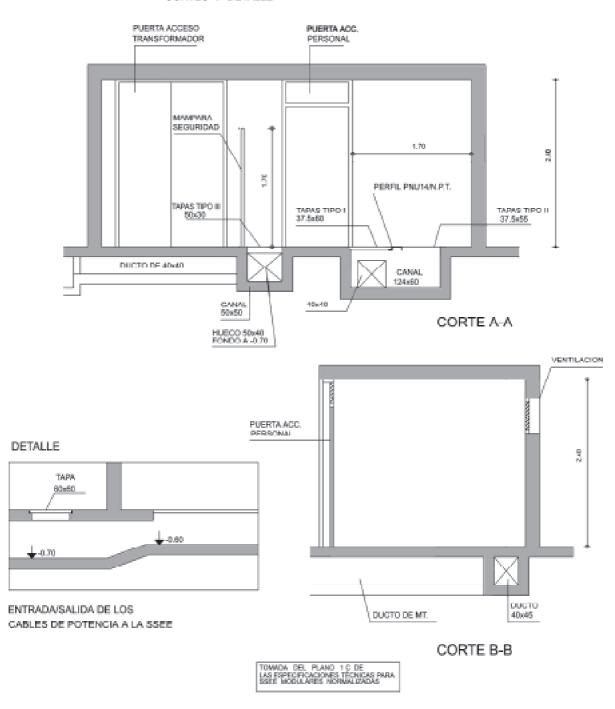
TERMINACIONES:

	CIELORRASO	PAREDES
CLAYE	Pt80	ZOCALO
CIELOPIRASOS	LABVOOLE CON PARTURALEDOS S_HORMIGON VISTO PULIDO	
PAREDES 1, PERCOSE PHO Y PRITURA DE CELL 2, PERCOSE PHO O PRITURA EPOS 1, PORTLAND LUSTRADO E, ARDIN Y POSTLAND FRETROMOD C PRITURA EPOSI		
		WETHON HOD
20CAL06	1_BMLAR PRO	

108

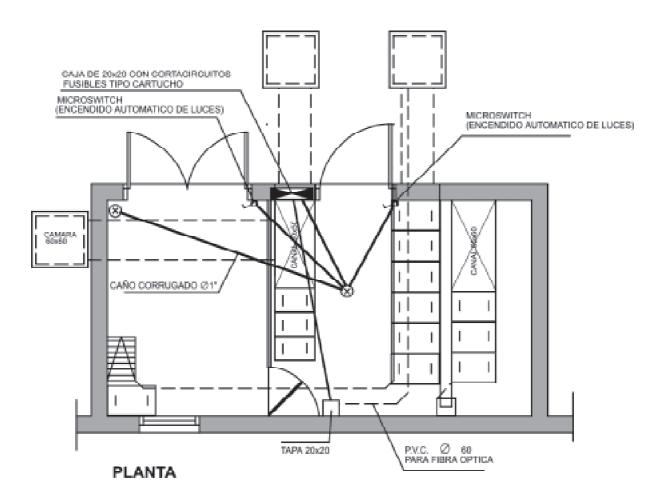
SUBESTACIÓN MODULAR A NIVEL DE PISO (FRENTE ANCHO)

CORTES Y DETALLE



SUBESTACIÓN MODULAR A NIVEL DE PISO (FRENTE ANCHO)

INSTALACIÓN ELÉCTRICA



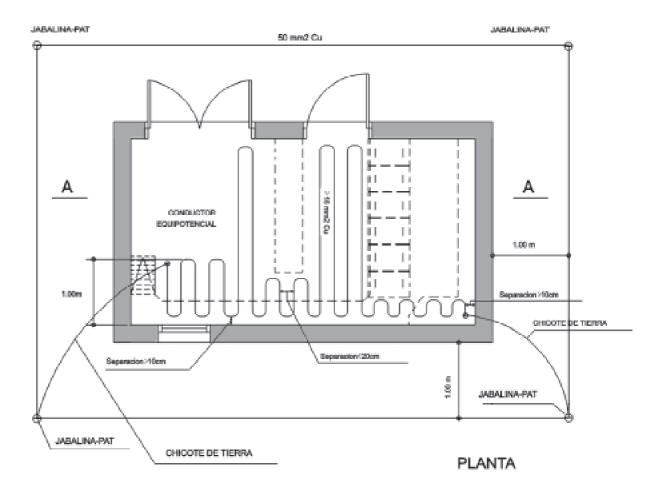
NOTAS:

- EN LOS DEMÁS TIPOS DE SUBESTACIONES SE APLICA UN CRITERIO SIMILAR PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.
- * TODAS LAS CANALIZACIONES SON EMBU-TIDAS EN CAÑO CORRUGADO Ø 25 mm.

TOMADA DEL PLANO Nº 1E DE LAS ESPACIPICACIONES I ECNICAS PARA ESSEE MODULARES NORMALIZADAS

SUBESTACIÓN MODULAR A NIVEL DE PISO EXENTA O AISLADA

PLANTA DE ATERRAMIENTO



NOTAS:

- " EN LOS DEMÁS TIPOS DE SUBESTACIONES SE APLICA UN CRITERIO SIMILAR PARA EL ATERRAMIENTO.
- FOR MAYORES INFORMACIONES CONSULTAR LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICA PARA SUB-ESTACIONES MODULARES NORMALIZADAS DE UTE (ANEXO II).
- *LOS CONDUCTORES EQUIPOTENCIALES SE RECUBREN CON UNA GARPETA DE HORMI-GÓN DE 4 om DE ESPESOR.

TOMADA DEL PLANO Nº 17(2) DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SSEE MODULARES NORMALIZADAS

SUBESTACIÓN MODULAR A NIVEL DE PISO EXENTA O AISLADA

PLANTA DE ATERRAMIENTO

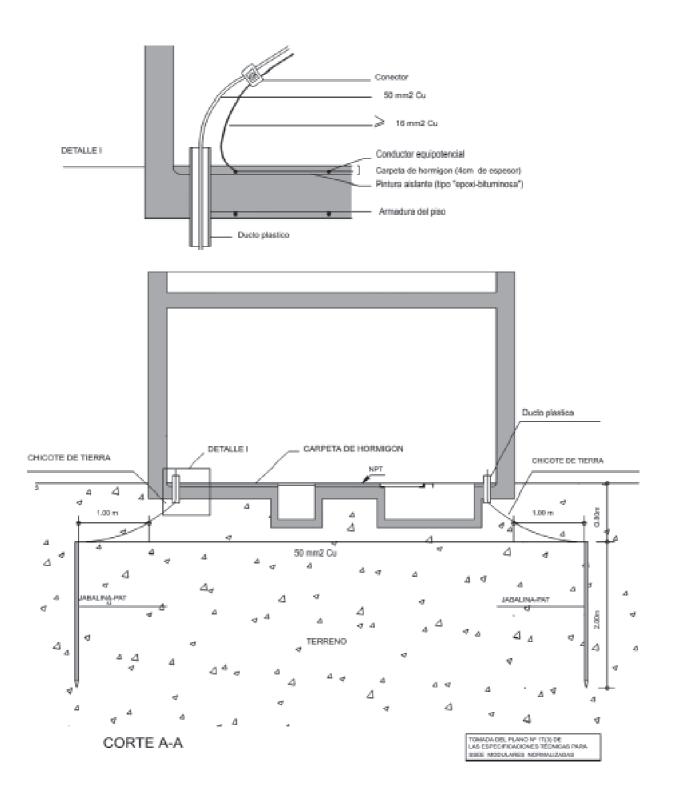
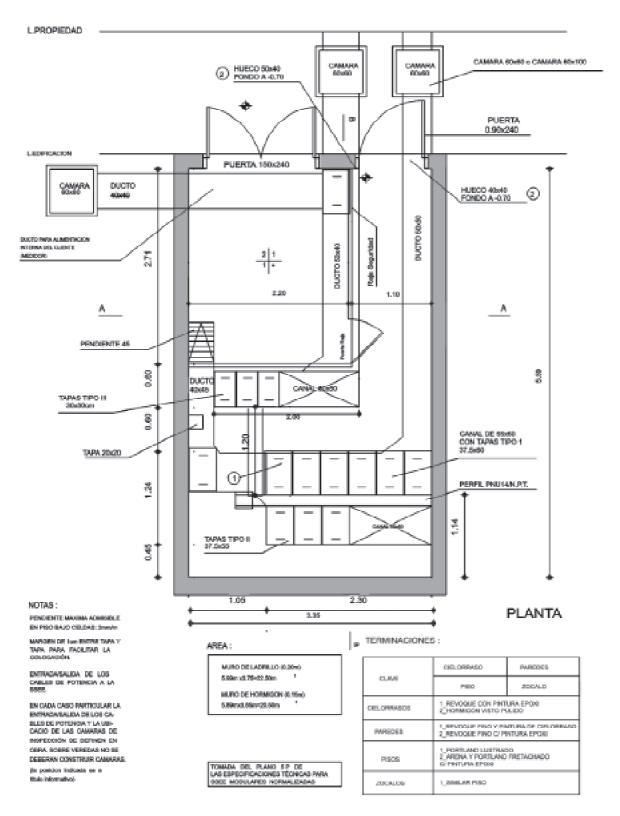


Fig. VII-10d

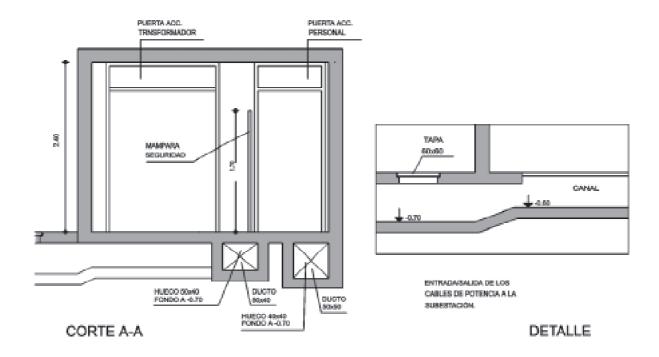
SUBESTACIÓN MODULAR A NIVEL DE PISO (FRENTE ANGOSTO)

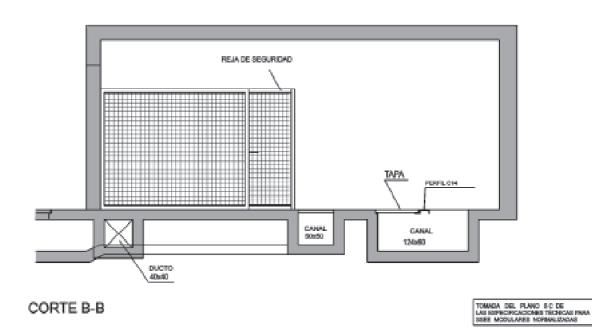


113

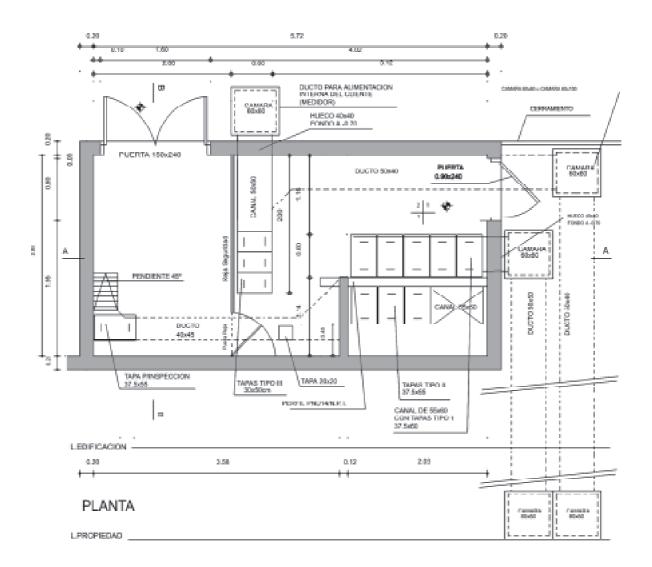
SUBESTACIÓN MODULAR A NIVEL DE PISO (FRENTE ANGOSTO)

CORTES Y DETALLE





SUBESTACIÓN MODULAR A NIVEL DE SUBSUELO



NOTAS :

PENDIENTE MAXIMA ADMISIBLE EN DISO BAJO CELDAS: Sminkin

MARGEN DC 1cm ENTIRE TAPA Y TAPA PARA FACILITAR SU COLOCACION.

EN GADA GASO PARTICULAR LA ENTRADAVIDA LE LOS GABLES DE POTENCIA Y LA UBLOCATION DE LAS GAMANAS DE INSPECCION SE DEFINEN EN OBRA. SOBRE VEREDAS NO SE DEBERRAN CONSTRUIR CAMARAS (la posicion indicada es a título informatico)

AREA:

MLIRO OF LADRILLO (0.2%) 4.12mx3.28m×20.15m MURO DE HORMIGON (0.15n) 4.02mx3.18m×19.20m

FUMALIA DEL PLANU BYDE LAS ESPREPRENCIACIÓNES TÉCNICAS PIRA SERE HICIDALAPES HORIAMIZACIÓN

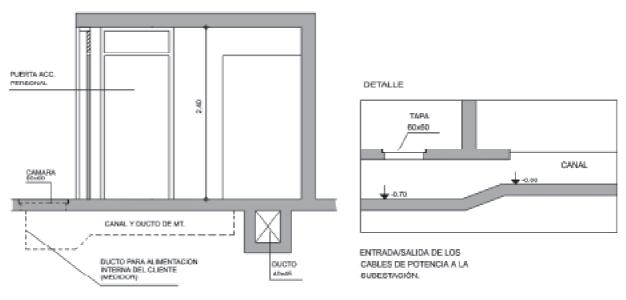
TERMINACIONES:

	CHLOWASC	PAREDES
CLAVE	PMC	200W O
CIELOWASOS	1 PREVIOUSE CONTINUES 2 HORMISON VISTO PL	
PWREDES	1_REVOUGE FIND Y PE 2_REVOCUE FIND OFF	TERRA DE CIELDRORGO MITURA EPORO
PERMIT	1 PORTLAND LUSTRAL C ANSINA Y COTTLAND O' FINTURA EPONI	OD PYNOTAGE MANG
30CAL08	1_SMLATESO	

115

SUBESTACIÓN MODULAR A NIVEL DE SUBSUELO

CORTES Y DETALLE



CORTE B-B

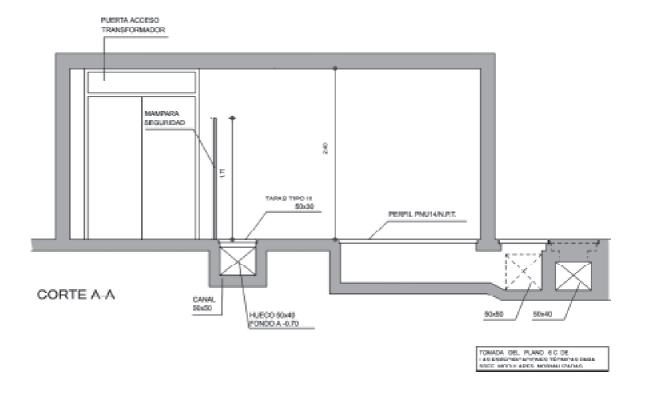
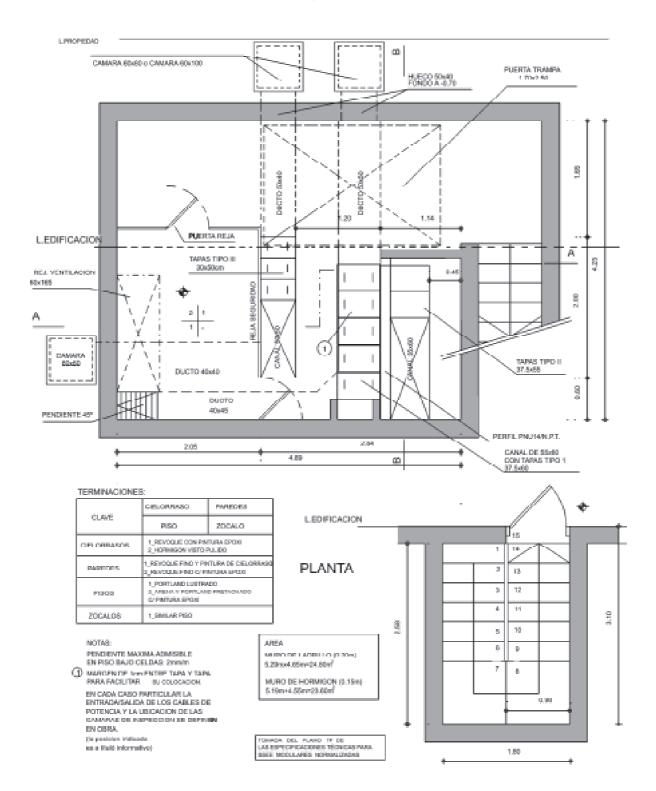


Fig. VII-12a

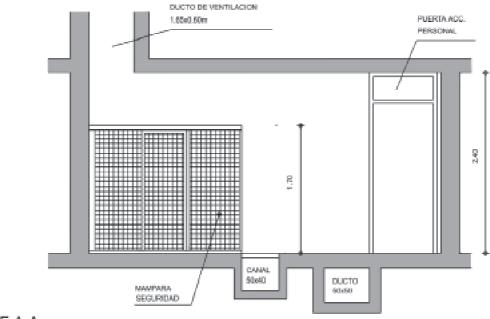
SUBESTACIÓN MODULAR ENTERRADA DE 3 CELDAS

CON ACCESO DE EQUIPOS A NIVEL DE TECHO

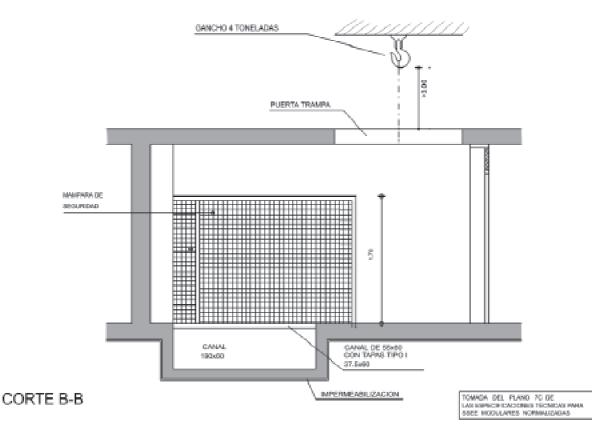


SUBESTACIÓN MODULAR ENTERRADA DE 3 CELDAS

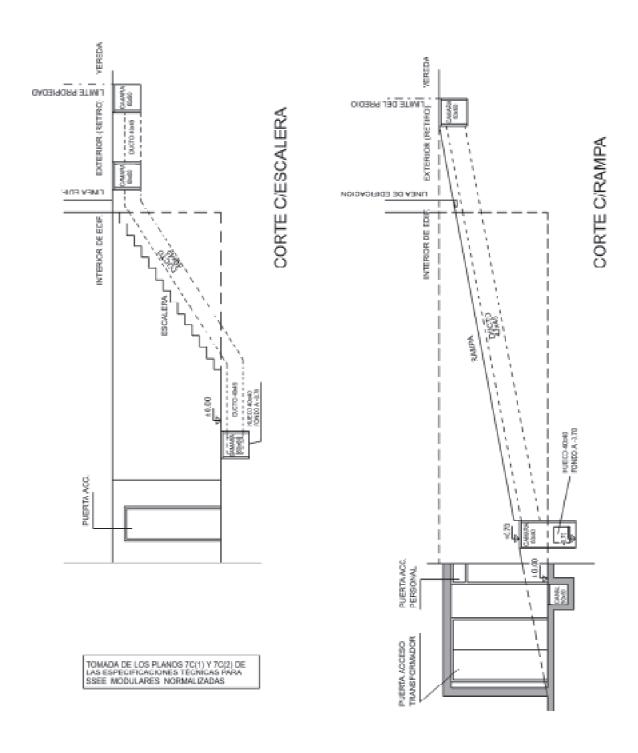
CON ACCESO DE EQUIPOS A NIVEL DE TECHO



CORTE A-A



SUBESTACIÓN MODULAR ENTERRADA GENERICA CON ACCESO POR ESCALERA O RAMPA



SUMINISTRO EN MTPUESTO DE CONEXIÓN SE INTERNA Y SALA DE TABLEROS

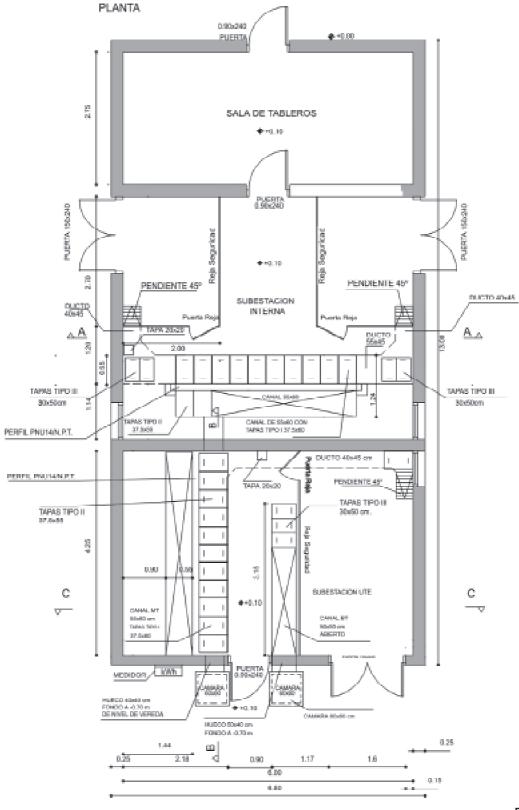
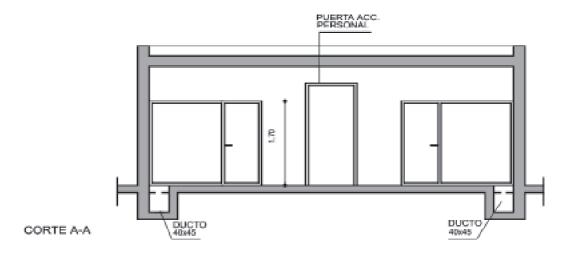


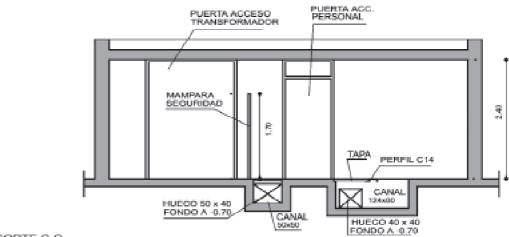
Fig. VII-14a

SUMINISTRO EN MT

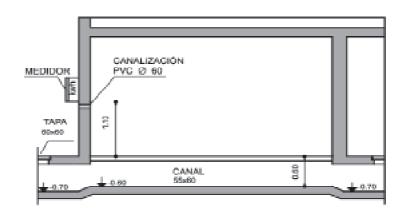
PUESTO DE CONEXIÓN, SE INTERNA Y SALA DE TABLEROS

CORTES





CORTE C-C

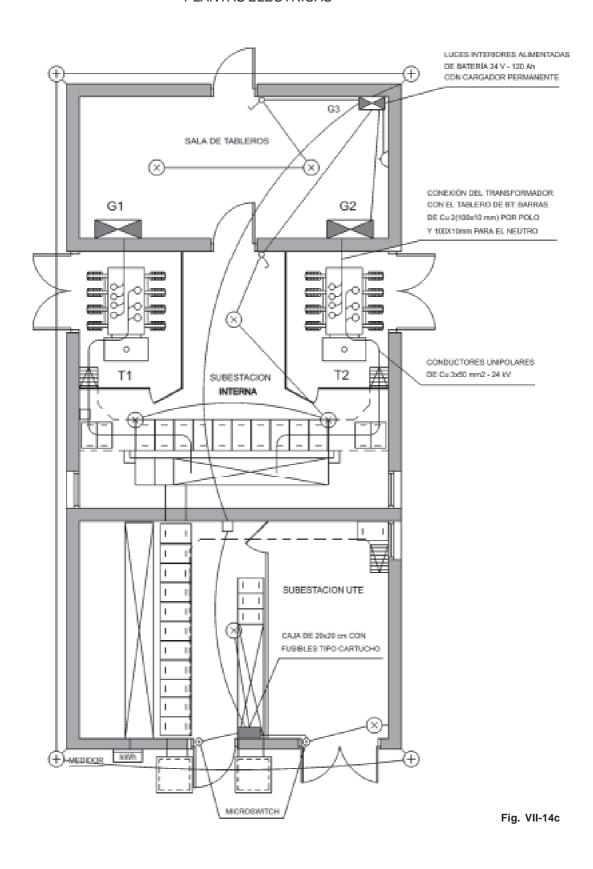


CORTE B-B

SUMINISTRO EN MT

PUESTO DE CONEXIÓN, SE INTERNA Y SALA DE TABLEROS

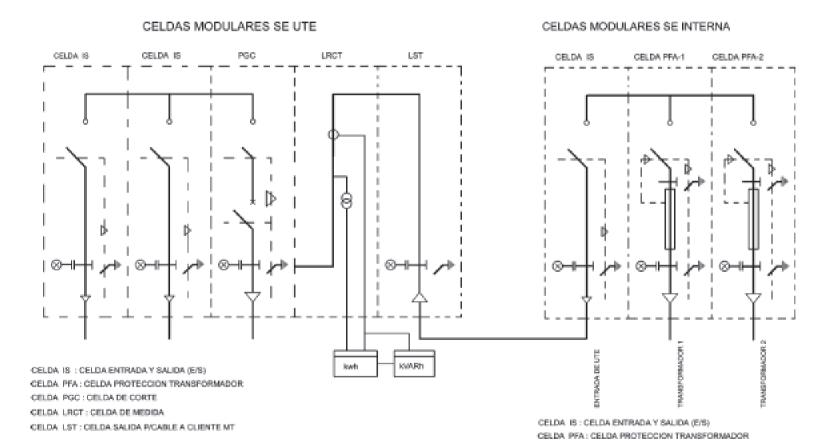
PLANTAS ELÉCTRICAS



SUMINISTRO EN MT

PUESTO DE CONEXIÓN, SE INTERNA Y SALA DE TABLEROS

CIRCUITO UNIFILAR MT



VIII. INSTALACIONES DE ENLACE

1. GENERALIDADES

En el Capítulo III se hizo referencia a las instalaciones de enlace que son las que unen la red de distribución de UTE a las instalaciones interiores o receptoras. (NI, Cap. I Item 1.-a); no forman parte de la instalación interior del edificio y generalmente no son ejecutadas por el Instalador, salvo en ciertos casos las canalizaciones. El anteproyecto de la canalización para la línea repartidora y ubicación de la CGP, si corresponde, además de ser reglamentariamente exigido (NI, Cap. I Item 1.-c)2), es importante para el Proyecto de Arquitectura por la incidencia que tienen esos elementos en la construcción del edificio.

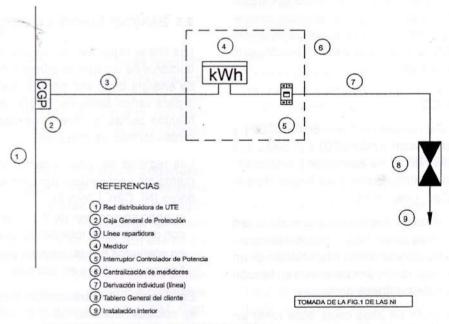
La **Fig.VIII-1** muestra la instalación de enlace con todos sus elementos para el caso de un suministro en que medidor e ICP están centralizados.

2. ELEMENTOS COMPONENTES

En Baja Tensión, las instalaciones de enlace están compuestas por todos o algunos de los siguientes elementos (NI, Cap. I Item 1.-b):

- 1) los conectores de acometida
- 2) la acometida
- CGP y CD (Caja general de protección y Caja de distribución) si fueran necesarias
- Iínea o líneas repartidoras con sus canalizaciones

ALIMENTACIÓN INDIVIDUAL MONOFÁSICA DESDE RED DISTRIBUIDORA



El circuito indica la instalación de enlace para suministros centralizados

Fig. VIII-1

- 5) seccionador general (opcional en Centralización de Medidores según NI Cap.I Ítem 11.3 B) a) modificación N3/CI- abril'99) y unidad de barras o bornes o regleta de distribución
- 6) transformadores de medida
- 7) medidor o centralización de medidores
- 8) ICP (Interruptor Controlador de Potencia) y chicotes para conexión del mismo

2.1. CONECTORES DE ACOMETIDA

Con carácter general, se entiende por **conector** un conjunto destinado a conectar eléctricamente un cable flexible a un aparato eléctrico, sin necesidad de emplear herramientas especiales. (RBT, Cap. I Item 35). Los conectores se montan en las líneas distribuidoras aéreas a fin de derivar de las mismas los conductores de acometida. En las distribuidoras subterráneas, como la misma se conecta a las barras o bornes de la CGP, este elemento no existe.

2.2. ACOMETIDA

La **acometida** es la parte de la instalación comprendida entre la red de distribución pública y la caja general de protección. (NI, Cap. I Item 5.1.-y 6.1.-). En el caso de distribución aérea, es la línea que conecta la red con la CGP aérea N° 5. (NI, Cap. I Item 6.1). En las distribuidoras subterráneas, en que las mismas se conectan directamente a las barras o bornes de las Cajas Generales de Protección o Cajas de Distribución, este elemento no existe.

2.3. CGP Y CD

Las Cajas Generales de Protección (CGP) y las Cajas de Distribución (CD) son cajas que alojan los elementos de operación y protección de las líneas distribuidoras y las líneas repartidoras (NI, Cap. I Item 4.1),

A estas cajas llegan las distribuidoras de la red de UTE y de ellas parten una o más líneas repartidoras o distribuidoras previa intercalación de un elemento de protección dimensionado en función de la sección de las líneas derivadas.

Para la ubicación de esas cajas debe tener en cuenta (NI, Cap. I Item 5.2.-):

- · Facilidad de acceso para maniobras.
- Evitar ubicaciones al descubierto en la vía pública, cuidando el impacto ambiental.
- · Evitar ubicaciones expuestas al vandalismo

En el punto 3 de este Capítulo se estudian con detalle estas cajas

2.4. LÍNEA REPARTIDORA

Línea repartidora es la parte de la instalación que enlaza la red principal de distribución, CGP o CD si correspondiera, con el medidor, seccionador general o regleta de distribución (NI, Cap. I Item 6.1). Está constituida por tres conductores vivos en el sistema trifásico de 220 V, o por tres conductores vivos y un conductor neutro en el sistema trifásico de 400 V (NI, Cap. I Item 6.2).

El trazado de la línea repartidora debe ser lo más recto y corto posible, dentro de las zonas de uso común. Pueden estar formadas por (NI, Cap. I Item 6.3):

- Conductores aislados dentro de conductos, embutidos o aparentes.
- · Conductores aislados dentro de ductos.
- Conductores tetrapolares aislados con cubierta metálica, aparentes.
- Conductores tetrapolares armados, con aislación de XLPE o similar, y armadura recubierta con material aislante sintético.

2.5. BARRAS, BORNES O REGLETA

Las líneas repartidoras llegan a elementos conductores de los que se alimentan los medidores de energía tanto sea para un servicio individual o para varios servicios. Según los casos se alimentan barras, bornes o regletas que son diferentes formas de conexión.

Las regletas se utilizan para alimentar directamente sin seccionador agrupamientos de medidores (NI, Cap. I Item 7):

- cuando se agrupen de 2 a 6 cargas pequeñas con una corriente total del agrupamiento I = 65 A
- en conjuntos habitacionales, para líneas repartidoras embutidas en fachada.

En el caso de **centralización de medidores** (p. ej. núcleos habitacionales) en módulos, la línea repartidora se conecta a barras con la intercala-

ción de un seccionador general omnipolar de apertura en carga del tipo neutro avanzado (conecta el neutro antes que los polos vivos y lo desconecta después). Del mismo se alimentan las barras correspondientes y de ellas los medidores.

El uso del seccionador general no es más obligatorio sino optativo a partir del 01.08.99 de acuerdo a lo establecido en NI Cap.I Ítem 11.3 B) a) modificación N3/CI- abril'99.

2.6. TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Para potencias de **45 kW y mayores**, la medida se hace en forma indirecta (NI, Cap. I Item 11.7.-apartado A) (RBT, Cap. II Anexo Item 10.- 7) mediante la intercalación de **transformadores de corriente**; aparece un módulo de transformadores por razones puramente técnicas que no afectan el proyecto arquitectónico.

Los medidores de energía leen para su funcionamiento, tensión e intensidad del consumo; UTE utiliza medidores donde se lee directamente la corriente de suministro hasta aproximadamente 100 A. Por encima de esos valores, se utilizan transformadores de corriente que transforman la intensidad consumida hasta la gama de 5 A, lo que elimina la necesidad de ingresar al instrumento intensidades elevadas utilizándose medidores de 5 A.

2.7. MEDIDOR O CENTRALIZACION DE MEDIDORES

UTE instala a la llegada de sus líneas repartidoras **aparatos de medida** de la energía consumida por el cliente, monofásicos o trifásicos según el servicio. Los medidores normales son para energía activa, que es la efectivamente utilizada por el usuario.

Para cargas contratadas **iguales o superiores** a 10 kW, se instalan medidores de **energía** reactiva; La energía reactiva, sin dar ningún beneficio al consumidor, sobrecarga las líneas y demás componentes de la red. En esa forma UTE controla si se respeta el nivel óptimo de $\cos \varphi = 0,92$ inductivo, aplicando tarifas punitivas de forma de inducir al usuario a corregir el factor de potencia de su instalación (RBT, Cap. XX Item 1).

2.8. CHICOTES HASTA EL ICP E ICP

Y a la salida de los medidores, se instalan los cables para la **conexión del ICP**. Los ICP son suministrados por UTE hasta una carga de 7,6 kW; para cargas mayores, deben ser suministrados por el cliente. En todos los casos, deben ser calibrados o regulados por el Laboratorio de UTE). (NI, Cap. I Item 1.- apartado d)

3. CARACTERÍSTICAS DE LAS CGP Y CD

Las Cajas Generales de Protección (CGP) y las Cajas de Distribución (CD) son cajas que alojan los elementos de operación y protección de (NI, Cap. I Item 4.1):

- a) líneas distribuidoras
- b) líneas repartidoras

A ellas llegan las distribuidoras de la red de UTE y su función es intercalar un **elemento de protección** dimensionado en función de la sección de la o las líneas repartidoras o distribuidoras que de ellas parten. Constructivamente, las CGP y las CD son diferentes, pero su función es similar.

Representan una mejora técnica respecto al procedimiento utilizado por UTE hasta la puesta en vigencia de la nueva Normativa, de derivar una línea de menor sección, empalmándola directamente sin intercalar el correspondiente elemento de protección; ante un defecto, no existía ningún elemento que provocase un corte a fin de impedir la destrucción del material. Además de proteger en forma individual las repartidoras de menor sección, permiten derivar más de una repartidora o distribuidora de la distribuidora principal y permitir seccionar esas líneas con fines de operación.

3.1. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP)

Las Cajas Generales de Protección están destinadas a ser instaladas como transición de la red de distribución en los enlaces con las líneas repartidoras que alimentan a los suscriptores. Son cajas prefabricadas de poliester reforzado con fibra de vidrio; constan de cuerpo y tapa precintable cuyo cierre se realiza con dispositivos de cabeza triangular, en las que se alojan los ele-

C.G.P. Nº 3

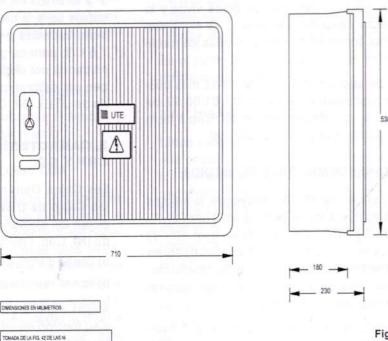


Fig. VIII-2

mentos de operación y protección de las líneas repartidoras; todas ellas contienen bases portafusibles para fusibles NH de alto poder de corte de tamaño adecuado. La construcción debe responder a la norma N.MA.6602/1 (NI, Cap. I Anexo III I tem 1 pág. 131).

Las CGP se clasifican en tres tipos: (Por mayores informaciones consultar NI, Cap. I Anexo III Item 1.1.1-, pág. 132).

CGP 3.- Es una Caja General de Protección para instalación sobre zócalo en el piso o amurada en la pared y es apta para una línea repartidora trifásica. El cable de paso se conecta rígidamente a barras o bornes. (Fig. VIII-2). Las bases portafusibles son para fusibles NH tamaño 2.

CGP 4.- Es una Caja General de Protección para instalación sobre zócalo en el piso o amurada en la pared y es apta para dos líneas repartidoras trifásicas. El cable de paso se conecta rígidamente a barras o bornes. Las bases portafusibles son para fusibles NH tamaño 2.

CGP 5.- Es una Caja General de Protección para instalación aérea amurada en la pared o montada con zuncho en una columna. Es apta para

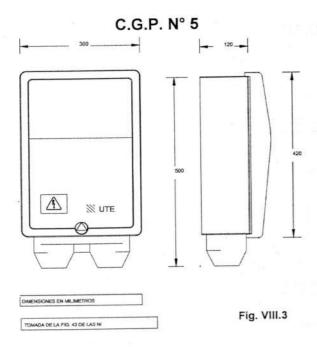
una línea repartidora trifásica. (Fig. VIII-3). Las bases portafusibles son para fusibles NH tamaño 00.

En la Fig. VIII-4 se muestra el esquema de conexiones de la CGP Nº 3. Montadas sobre una base aislante, se encuentran la barra de neutro con su puente de desconexión y las bases portafusibles de cada uno de los polos vivos. Los cuatro cables de la línea distribuidora subterránea (R, S, T y N) se conectan a los bornes de entrada correspondientes, y continúan por los bornes de salida. Los polos vivos de la línea repartidora de salida, luego de atravesar los fusibles, y el neutro a través de la barra correspondiente, continúan por barras situadas por detrás de los portafusibles (no representadas en el dibujo) hasta los bornes de salida, ya debidamente protegidos eléctricamente.

3.2. CAJAS DE DISTRIBUCIÓN (CD)

Estas Cajas de Distribución de Baja Tensión contienen bases tripolares verticales cerradas con entradas y salidas de cable subterráneo.

Están formadas por dos partes separadas, previstas para ser adosadas entre sí:



- un armario con piso, que contiene las barras y las Bases Tripolares Verticales.
- el zócalo de fijación, que se instala semienterrado a no más de 70 cm.

Las CD son cajas prefabricadas de poliester reforzado con fibra de vidrio; poseen una o más puertas precintables y su cierre se realiza con dispositivos de cabeza triangular. Se montan sobre fundaciones y son aptas para instalación a la intemperie en la vía pública.

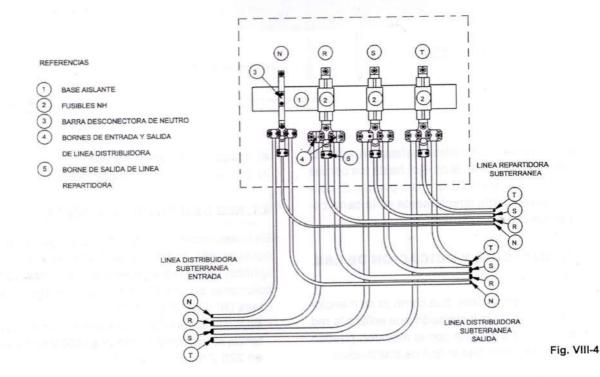
Los tipos de **Cajas de Distribución** son los siguientes (Por mayores informaciones consultar NI, Cap.I Anexo **III** Item 1.1.2-, pág. 137).

C.D.-1: Es una Caja de Distribución para instalación sobre zócalo en el piso o amurada a pared. La caja es para cuatro salidas protegidas con bases tripolares verticales NH tamaño 00. (Fig. VIII-5).

C.D.-2: Idéntica a la anterior pero para ocho salidas protegidas.

En la Fig. VIII-6 se muestra el esquema de conexión de la CD Nº 1. Los cuatro cables (R, S, T y N) de la línea distribuidora subterránea se conectan a barras montadas sobre soporte aislante, continuando por los bornes de salida de las mismas. Cuatro grupos de fusibles unipolares NH verticales permiten derivar 4 líneas distribuidoras o repartidoras debidamente protegidas; cada polo vivo, una vez atravesado el fusible correspondiente, continúa por barras situadas por de-

CONEXIONADO DE LA CGP Nº 3



C.D. Nº 1

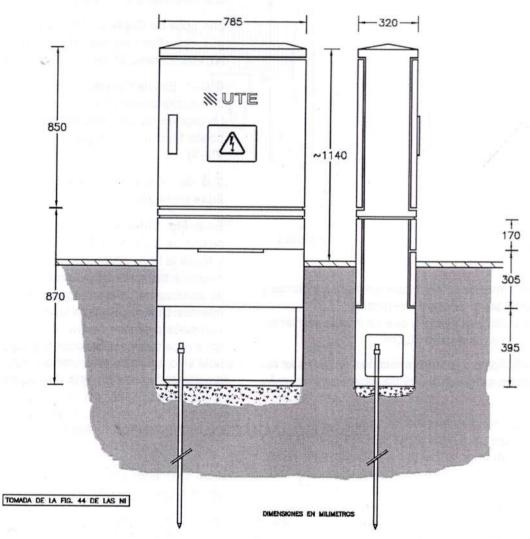


Fig.VIII-5

trás de las bases fusibles desfasadas entre sí (no representadas en el dibujo) hasta los bornes de salida situados en diferentes planos. El conductor neutro parte directamente de la barra correspondiente.

4. UTILIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LAS CGP

Las líneas repartidoras, que como ya se mencionó es la parte de la instalación que enlaza la red principal de distribución con el medidor, pueden clasificarse según sea el tipo de distribución:

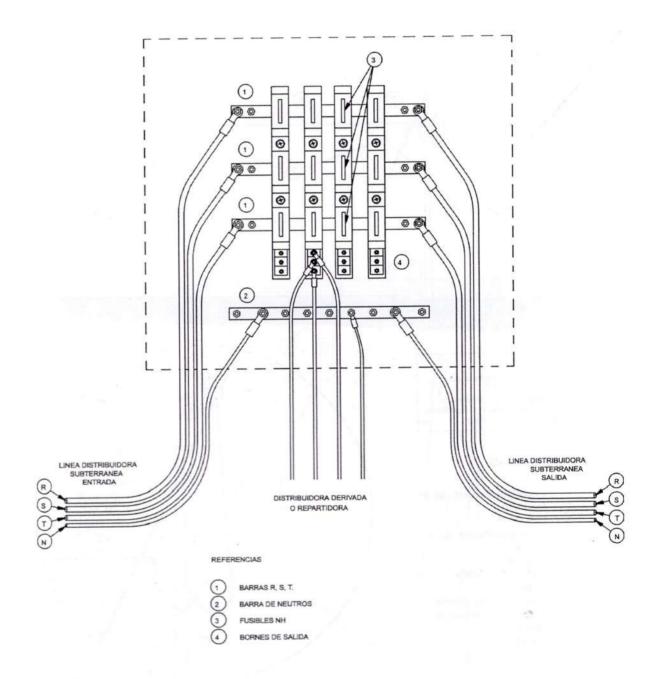
- a) líneas distribuidoras aéreas.
- b) líneas distribuidoras subterráneas

4.1. RED DE DISTRIBUCIÓN AÉREA

En líneas repartidoras a partir de líneas distribuidoras aéreas, (montadas en fachada o sobre columnas) como regla general no se utiliza CGP; solamente se usa CGP N° 5 en los siguientes casos (NI, Cap. I Item 5.1):

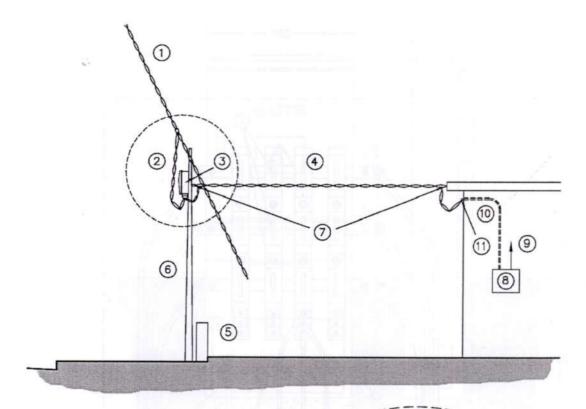
 En suministros trifásicos unitarios cuando la potencia solicitada sea =24 kW en 400 V o =13 kW en 220 V (corriente =35 A).

CONEXIONADO DE LA CD N° 1



DISTRIBUIDORA AÉREA

REPARTIDORA AÉREA

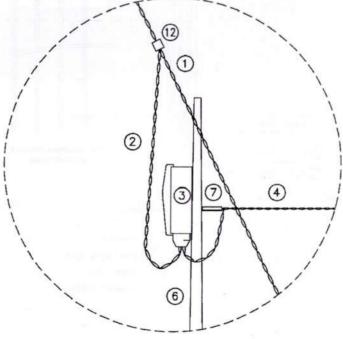


NOTA

- La CGP no es necesaria para: Corriente <35 A
- Agrupamiento <3 clientes
 Uniendo distribuidora y repartidora
 mediante conexión rígida.

REFERENCIAS

- 1 Línea distribuidora aérea
- 2 Acometida
- CGP Nº 5 3
- Línea repartidora aérea
- Murete
- Columna
- 7 Pinzas de anclaje
- 8 Medidor
- 9 Instalación del cliente
- 10 Canalización embutida
- 11 Pipeta
- 12 Conector



TOMADA DE LA FIG. 5 DE LAS NI

DISTRIBUIDORA AÉREA

REPARTIDORA SUBTERRÁNEA

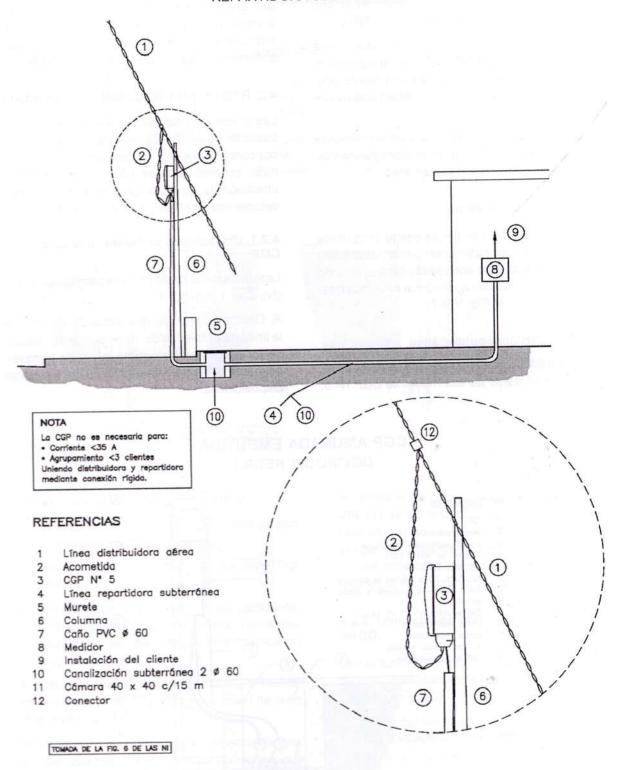


Fig. VIII-8

En agrupamiento de cargas pequeñas. Cuando se agrupen más de 3 cargas o cuando la potencia solicitada del agrupamiento sea =24 kW en 400 o =13 kW 13 kW en 220 V.

La CGP se monta con zuncho sobre la columna en la línea de propiedad y se conecta rígidamente a la red de distribución mediante línea de acometida en cable de cobre preensamblado y conectores elásticos.

A partir de la línea distribuidora aérea montada sobre columnas, la línea repartidora puede tenderse en forma aérea o subterránea

4.1.1. Repartidora aérea

La línea repartidora se tiende desde la columna hasta el edificio en cable preensamblado utilizando piezas de anclaje adecuadas para el tendido del cable. Normalmente, continúa embutida hasta el medidor (Ver Fig. VIII-7).

4.1.2. Repartidora subterránea

Líneas repartidoras subterráneas a partir de líneas distribuidoras aéreas mediante CGP Nº 5.

debiéndose prever canalización subterránea de 2 Ø 60 con cámaras cada 15 m hasta el medidor. El tramo vertical en la columna o fachada se protege mecánicamente con caño de PVC Ø 60 adecuadamente flejado o zunchado, con su base enterrada no menos de 10 cm. (Fig. VIII-8).

4.2. RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA

Las líneas repartidoras a partir de líneas distribuidoras subterráneas, normalmente formadas por conductores directamente enterrados, continúan generalmente en forma subterránea. La ubicación de las cajas debe tener en cuenta lo establecido en el Ítem 3 de este Capítulo.

4.2.1. Ubicaciones preferenciales para las CGP

Las ubicaciones preferenciales para las CGP son: (NI, Cap. I Item 5.2.1.-)

A. Dentro del retiro, a una distancia máxima de la línea de propiedad de 10 m, pudiendo colocarse (orientando en lo posible las cajas transversalmente al eje de la calzada), en las siguientes disposiciones:

CGP AMURADA EMBUTIDA

DENTRO DEL RETIRO

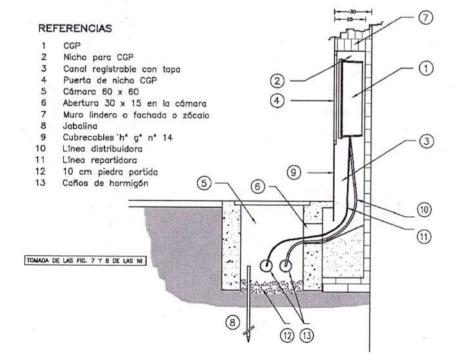


Fig. VIII-9

DENTRO DEL RETIRO

VISTA FRONTAL CORTE REFERENCIAS CGP Cubrecables chapa h* (6) (6) Cámara 60 x 60 10 cm de piedra partida Jabalina Muro, fachada o zócalo (2) Caños de hormigón 70 máx. 30 mfr (3)

Fig. VIII-10

- (a) Empotrada en la pared (Fig. VIII-9).
- (b) Sobre zócalo prefabricado o armado en sitio (disposición similar a la anterior)

TOMADA DE LA FIG. 12 DE LAS NI

- (c) Amurada en la pared en forma aparente (Fig. VIII-10).
- (d) En nicho con la centralización de medidores, agregando (cuando se centralizan varios medidores) el agrupamiento de los mismos en caja separada.

A. Sobre la vía pública, en fachada, embutida en la pared entre 30 y 70 cm del nivel de piso (Fig. VIII-11).

Si ninguna de las ubicaciones preferenciales es posible, pueden ubicarse (previa consulta y autorización de UTE):

 A. Dentro del local en complejos habitacionales, asegurando libre acceso.

 B. Sobre la vía pública, en nicho apropiado (Fig. VIII-11). Debe resaltarse que hasta el presente esta ubicación no ha sido utilizada pues la Intendencia Municipal de Montevideo no ha autorizado ese emplazamiento, solamente la que se indica en la figura como alternativa.

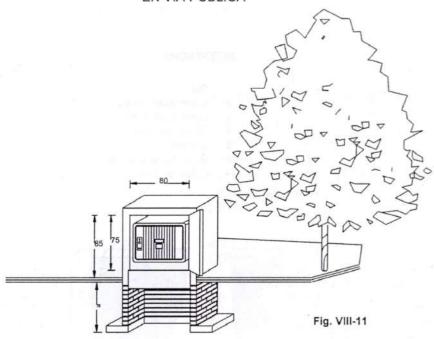
4.2.2. Ubicaciones preferenciales para las CD

Las soluciones preferenciales para la ubicación de las CD en complejos habitacionales, son: (NI, Cap. I Item 5.2.2)

- a) dentro del espacio de retiro sobre zócalo prefabricado próximo a la pared. Cuando sea posible, la orientación de la CD será transversal al eje de la calle.
- b) dentro del complejo habitacional, preferente próximo a pared, con una ubicación centrali-

NICHO PARA CGP

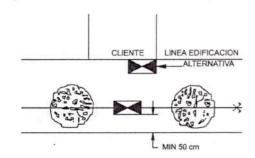
EN VIA PUBLICA



NOTAS

- EL NICHO DEBE UBICARSE EN LA LÍNEA DE LOS ÁRBOLES Y FRENTE AL SUMINISTRO SOLICITADO A NO MENOS DE 50 cm DEL BORDE DE LA VEREDA.
- · LA PARED POSTERIOR DEBE SER DE APROX. 15 cm.
- LA TERMINACIÓN DEL NICHO ES CON ALISADO DE ARENA Y PORTLAND.
- LA PUERTA DEL NICHO ES DE CHAPA GALVANIZADA Nº 16 CON CERRADURA AUTOTRABANTE.
- DEBE UBICARSE ENFRENTADA A LA LÍNEA DE EDIFICACIÓN.
- EN EL FRENTE DEL NICHO SE CUBREN LOS CABLES CON CHAPA DE HIERRO GALVANIZADO № 14 ENTERRADA 15 cm.

COMO ALTERNATIVA, EL NICHO PODRÁ UBICARSE EN LA LÍNEA DE EDIFICACIÓN.



TOMADA DE LA FIG. 15 DE LAS NI

zada respecto de los medidores, asegurando libre acceso a la CD.

Si ninguna de las opciones preferenciales es posible, se podrá ubicar sobre la vía pública, en zócalo prefabricado, siendo decisión interna de UTE, no pudiendo ser propuesto por el cliente al hacer la solicitud. (NI, Cap. I Item 5.2.2).

5. CANALIZACIONES Y CÁMARAS

El Instalador debe ejecutar los conductos, canalizaciones y demás trabajos requeridos para la instalación de las entradas subterráneas. (NI, Cap. I Item 8)

Se incluyen las correspondientes a la línea repartidora que alimenta el edificio y la línea distribuidora cuando la CGP o CD están ubicadas dentro del límite de propiedad; comprenden por tanto las canalizaciones y las cámaras de registro necesarias para el enhebrado de:

 la línea distribuidora desde el límite de propiedad hasta el nicho de la CGP o CD cuando corresponda la línea repartidora desde el nicho de la CGP o CD hasta el tablero de medida.

5.1. CANALIZACIONES

Las canalizaciones se ejecutan en conductos de PVC protegidos por una envolvente de hormigón pobre, no admitiéndose curvas en su trazado, terminando en la línea de propiedad directamente en el terreno y con sus bocas cubiertas con una protección removible a fin de evitar entrada de objetos extraños a las mismas a espera del enhebrado; los cambios de dirección se hacen mediante el uso de cámaras de registro. (NI, Cap. I Item 8.2.1).

Los conductos de PVC pueden sustituirse por ductos de mampostería, hormigón, prefabricados u otros materiales incombustibles, que presenten superficies lisas, sin asperezas ni rebabas con tapas rectangulares de 400 mm cada 6 m, de las siguientes dimensiones (NI, Cap. I Item 8.3):

200 x 200 mm para sustituir 2 Ø 100/150 mm o 3 Ø 60 mm

300 x 300 mm para sustituir 4 Ø 100/150 mm

Se aconseja el uso de estos ductos en suministros con subestación interna para los recorridos entre ésta y los tableros de medidores.

Si la entrada es por subsuelo, se podrá canalizar en **bandejas** de aluminio, chapa galvanizada en caliente, mampostería o material plástico. Si las bandejas son metálicas, deberán conectarse a la instalación de tierra del cliente.

5.1.1. Canalizaciones para línea distribuidora

Es la canalización eléctrica entre la línea de propiedad y la cámara frente a la CGP o CD:

Longitud≤10 m 4 conductos de PVC Ø 100 mm atados con fleje cada 2 m, protegidos por bancada de hormigón liviano.

Longitud>10 m 4 conductos de PVC Ø 150 mm atados con fleje cada 2 m, protegidos por bancada de hormigón liviano. Ø 100 mm atados con fleje cada 2 m, protegidos por bancada de hormigón liviano.

El eje de la bancada de conductos se ubica a 40 cm de profundidad como mínimo.

5.1.2. Canalizaciones para líneas repartidoras

Cuando las líneas repartidoras se canalizan en conductos subterráneos, ya sea a partir de distribuidora aérea o subterránea, los mismos deberán tenderse, según los casos: (NI, Cap. I Item 8).

- Desde el límite de propiedad hasta el nicho de la CGP o CD cuando corresponda.
- Desde el nicho de la CGP o CD hasta el tablero de medida.

Cuando se canalicen en conductos, los mismos deben ser rígidos y autoextinguibles con un índice de protección IP-xx7; para cada línea repartidora se tenderán dos conductos, cuyo diámetro debe ser tal que permita el enhebrado de conductores de sección doble a la instalada inicialmente. (NI, Cap. I Item 6.3).

Si bien las líneas distribuidoras y repartidoras forman parte de la red de UTE, son propiedad de la misma (NI, Cap. I Item 1.-d) y son proyectadas y tendidas en general por esa Empresa, debe proponerse su trazado basándose en las informaciones que pueden obtenerse en la Sección correspondiente. Además de ser exigido por UTE al solicitar un nuevo servicio, el estudio del tendido es importante por la importancia que el mismo puede tener en el Proyecto.

No se incluye en estas páginas el dimensionado de las líneas repartidoras por no considerarse de interés, pero sí de las canalizaciones, cuyo tendido incide en el Proyecto. Por mayor información ver NI, Cap. I Item 6.4.

Según la sección de la repartidora, de acuerdo a la potencia a suministrar, se utilizan diferentes diámetros:

 $S \le 50 \text{ mm}^2 \text{ 2 conductos de PVC } \varnothing 60 \text{ mm}$ $S > 50 \text{ mm}^2 \text{ 2 conductos de PVC } \varnothing 100 \text{ mm}$

Para los casos de suministros agrupados con más de una línea repartidora o recorridos colectivos en Conjuntos Habitacionales, se instalará como reserva un 50 % más de conductos que la cantidad de líneas repartidoras, con un mínimo de 2 conductos por recorrido.

5.2. CÁMARAS

Deben instalarse cámaras en los siguientes emplazamientos:

- · frente a CGP o CD
- · frente al tablero de medida
- · cada 15 m de canalización
- · cada cambio de dirección

5.2.1. Frente a CGP o CD

Bajo el emplazamiento de la CGP o CD debe instalarse una cámara de 60 x 60 cm que se conecta con el nicho a través de una abertura de 35 x 15 cm abierta en su mitad superior para respetar el radio de curvatura de los cables (Ver Fig. VIII-9). El piso de la cámara, tendrá una pendiente del 3 % y desagüe, o una capa de 10 cm de piedra partida como fondo.

5.2.2. Frente al tablero de medida

Debajo del Tablero de Medida se instala una cámara de las siguientes dimensiones:

- a) para conductos de PVC 2 Ø 60 mm 40 x 40 cm
- b) para conductos de PVC Ø 100 mm 60 x 60 cm

5.2.3. Cada 15 m de canalización

Cada 15 m de canalización o fracción, deben colocarse cámaras de las siguientes dimensiones según las canalizaciones que en ellas registren:

- a) repartidoras colectivas en todos los casos 60 x 60 cm
- b) repartidoras individuales 2 Ø 60 mm 40 x 40 cm
- c) repartidoras individuales 2 Ø 100/150 mm 60x60cm

5.2.4. Cada cambio de dirección

Los cambios de dirección, tanto de líneas distribuidoras como repartidoras, siempre se hacen mediante la intercalación de cámaras de las siguientes dimensiones:

- a) Iíneas distribuidoras 1.00 m x 1.00 m
- b) Iíneas repartidoras Ø 60 mm0,60 m x 0,60 m
- Iíneas repartidoras Ø 100/150 mm 1,00 m x 1,00 m

Pudiéndose colocar en las cámaras de 1 m x 1 m tapas de 60 cm x 60 cm.

6. INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA

6.1. GENERALIDADES

Los equipos de medida y control se instalan en conjuntos de módulos o tableros (NI Cap.I Ítem 11.1 modificación N3/CI- abril '99). Se denomina módulo a la unidad que contiene elementos destinados a realizar la misma función. Son prefabricados de material aislante y deben estar autorizados por UTE. Las cajas metálicas actualmente utilizadas se fueron autorizadas hasta el 01.08.99 y se continúan admitiendo hasta la fecha (ver Fig. VIII-16)

Los módulos de material plástico disponibles en plaza constan de:

- gabinete en poliester reforzado con fibra de vi-
- tapa de policarbonato estabilizado a los rayos ultravioletas en dos versiones, opaca o transparente incolora.
- placa base para montaje de equipos en bakelita o poliester.

Son acoplables y poseen sistema de precintado; y su índice de protección es hasta IP659 (herméticas al polvo, protegidas contra chorros de agua en cualquier dirección y máxima resistencia al impacto).

6.2. DESIGNACIÓN

Los tableros de medida se designan por una o varias de las siguientes letras seguido por la sigla UTE, cuyo significado es el siguiente (NI Cap.I Ítem 11.2 A)b) modificación N3/CI- abril'99):

M Medidores monofásicos

T Medidores trifásicos

R Medidores de energía reactiva

t Transformadores de intensidad

p.ej., un tablero TtR-UTE es un tablero individual trifásico de medida indirecta con medidores de energía activa y reactiva y transformadores de intensidad.

6.3. EMPLAZAMIENTO DE LOS TABLEROS DE MEDIDA

El ambiente donde se instalen los medidores debe cumplir con las siguientes condiciones generales: (NI, Cap. I Item 11.5)

- Fácil y rápido acceso en todo momento, prohibiéndose su ubicación en lugares que puedan presentar dificultades para su eficaz vigilancia y contralor.
- No se admite instalarlos en garajes salvo los casos previstos en RBT Cap. XII ítem 9 a).
- · Iluminación, ventilación y dimensiones apropia-
- Deben estar protegidos contra ambientes agresivos y temperaturas excesivas.
- · Su altura debe ser entre 0,25 m y 2 m del piso.
- Los registros de lectura deben estar entre 0,70 m y 1.80 m del piso.

6.4. UBICACIÓN

Según los casos, los tableros de medida deben ubicarse (NI Cap. I Ítem 11.3 B) modificación N3/CI- abril'99).

- En suministros individuales de medida directa, en la línea de propiedad, en una posición tal que permita la lectura del medidor sin necesidad de ingresar a la propiedad (NI Cap.I Ítem 11.2 B) modificación N3/CI- abril'99). En suministros individuales de medida indirecta se acepta la instalación en zonas de retiro o más adentro que la línea de edificación, siempre que se respetan las condiciones de acceso directo fácil y permanente.
- En edificios de apartamentos, en Planta Baja o Subsuelo, no pudiendo emplazarse en garajes salvo los casos previstos en RBT Cap. XII (tem 9 a).

6.5. CENTRALIZACIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA

Los equipos de medida deben ser individuales en (NI, Cap. I Item 11.3):

- Locales comerciales
- · Locales industriales
- · Viviendas unifamiliares

siempre que los locales tengan entrada exclusiva y directa desde el exterior y no exista comunicación interna con otros locales (NI Cap.I Ítem 11.1 modificación N3/CI- abril'99). Deben **centralizarse** en local destinado exclusivamente a este fin (o en tableros exteriores) en:

 Edificios donde existan varias viviendas, locales o industrias con entrada común desde el exterior o con comunicación interna entre sí (NI Cap. I Ítem 11.1 modificación N3/CI- abril'99).

Un ejemplo en que se aplican simultáneamente ambas opciones es el caso de un edificio de apartamentos en altura en el que existen comercios en Planta Baja con acceso desde la calle y sin comunicación interna: los medidores de las viviendas se centralizan y los de los comercios se montan en forma individual para cada local.

En función del número de medidores y plantas del edificio, los medidores se centralizarán de la siguiente forma:

- En edificios de hasta 15 plantas o menos de 60 suministros, la centralización se realizará en Planta Baja o Subsuelo. (NI, Cap. I Item 11.1)
- En edificios con más de 15 plantas y más de 60 suministros, se podrá centralizar 14 o más por plantas intermedias utilizando el sistema de columna montante.
- Cuando el número de suministros por planta sea superior a 14, se podrá centralizar por planta usando también el sistema de columna montante.

El sistema de **columna montante** consiste en la concentración por planta de los medidores y en el conexionado del tablero principal ubicado en Planta Baja o Subsuelo con los tableros de medidores que se ubiquen en los pisos superiores. El conexionado se realiza con cables o barras alojados en ductos de mampostería con puertas de inspección y placas cortafuego en cada piso. Por mayores detalles consultar NI, Cap. I Item 6.3.

6.6. SUMINISTROS INDIVIDUALES EN BAJA TENSIÓN

Se comprenden en Baja Tensión las tensiones iguales o inferiores a 1.000 V. Se denomina tablero de medida y control al conjunto formado por:

el módulo destinado a contener los medidores de energía (activa y/o reactiva) y el interruptor horario, según el tipo de suministro de que se trate (Tabla VIII-1)

- el módulo para el Interruptor de Control de Potencia (ICP)
- el módulo de transformadores de corriente con sus barras y aisladores (ver Fig. VIII-12) que aparece solamente para suministros trifásicos >45 kW en los que la medida se hace en forma indirecta.

6.6.1. Clasificación de los equipos de medida

Los equipos de medida para suministros individuales pueden clasificarse en:

- · Medida directa
- · Medida indirecta

6.6.2. Tipos de tableros individuales

De acuerdo con esta clasificación, en la Tabla VIII-1, se indican los diferentes tipos de tableros individuales basada en la clase de suministro, el tipo de tablero, su designación y la figura en la que aparecen las dimensiones de los mismos.

6.6.3. Módulos de los tableros individuales

Los módulos deben ser de material aislante en las condiciones indicadas en el Ítem 6.1 anterior. El conexionado interior se hace con conductores aislados o barras de cobre electrolítico desnudas, identificados por los colores convenciona-

TABLERO PARA MEDIDA TIPO TtR

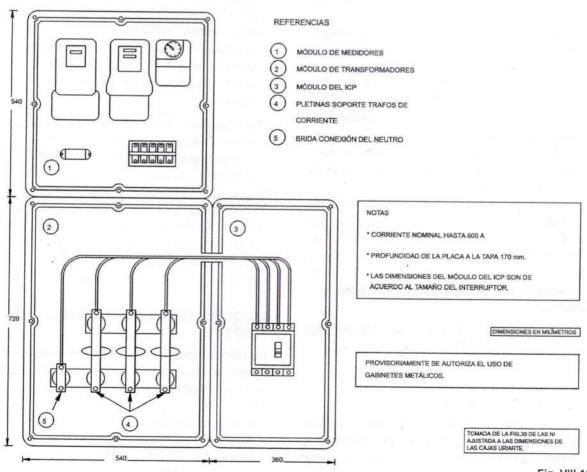


Tabla VIII-1

TOMADA DE LA TABLA VI DEL CAP.I NI ACTUALIZACIÓN ABRIL'99

TIPOS DE TABLEROS INDIVIDUALES

UTILIZACIÓN	TABLERO	TIPO	FIGURA
VIVIENDAS, COMERCIOS O INDUSTRIAS W ≤ 8,8 kW (*)en 220 V	MONOFÁSICO	M -UTE	VIII-13
VIVIENDAS, COMERCIOS O INDUSTRIAS W < 10 kW en 220 V/380 V	TRIFÁSICO DIRECTO	T – UTE	VIII-13
VIVIENDAS, COMERCIOS O INDUSTRIAS 10 kW ≤ W ≤ 45 kW en 220 V ≤ 70 kW en 380 V	TRIFÁSICO DIRECTO	TR – UŤE	VIII-14
SUMINISTROS (W ≤ 300 kW) W > 45 Kw en 220 V W > 70 Kw en 380 V	TRIFÁSICO INDIRECTO Corriente de línea ≤ 600 A TRIFÁSICO	TtR – UTE	VIII-12
	INDIRECTO Corriente de línea>600 A	(**)	

^(*) Para suministros rurales se llega a 16 kW.

les. El conductor neutro del circuito primario debe ubicarse siempre a la izquierda o encima de los polos vivos. (NI Cap. I Ítem 11.2 D) d) modificación N3/CI- abril'99). Por mayores informaciones consultar la modificación N3/CI- abril'99 de las Normas de Instalación.

A) Módulo de Medidores

Es el módulo destinado a alojar los medidores y el interruptor horario (HI) si lo hubiera. Debe estar diseñado de forma que permita la fácil instalación y sustitución de los elementos.

El gabinete debe ser de material plástico y las placas de fijación también de material aislante autoextinguible.

En la Fig. VIII-13 se muestra el módulo para Medidor individual M y T (monofásico y trifásico) y en la Fig. VIII-14 el módulo para Medidor individual TR (trifásico para energía activa y reactiva) y en la Fig. VIII-15 las placas de fijación para los mismos.

La tapa del módulo será transparente o tendrá un visor de policarbonato incoloro de 100 x 100 mm para permitir la lectura de los medidores y reloj sin abrirla.

Como ya se indicó en el Ítem 6.1 de este Capítulo, provisoriamente continúan admitiéndose las cajas metálicas utilizadas hasta el presente (**Fig. VIII-16**).

B) Módulo del Interruptor de Control de Potencia (ICP)

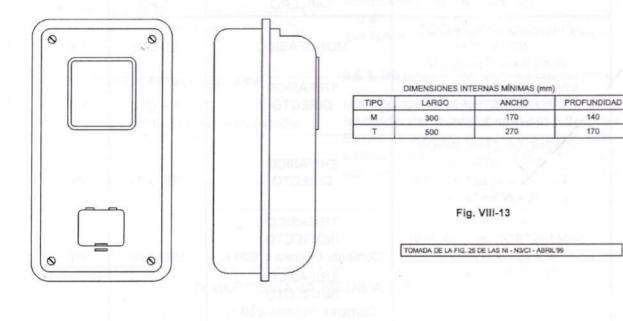
Es el módulo destinado a alojar el interruptor de control de potencia (ICP). Puede ser un módulo exclusivo para el ICP, de preferencia adosado al Módulo de Medidores.

La tapa del módulo debe tener una ventana adecuada al tamaño de la palanca del interruptor que permita su accionamiento impidiendo el acceso a las conexiones desde el exterior. (NI Cap.I Ítem 11.2 D) b) modificación N3/CI- abril'99).

^(**) El módulo de medidores será el mismo que el TtR, pero el módulo de transformadores deberá consultarse.

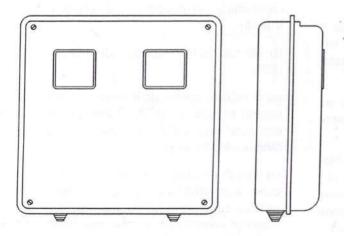
TABLERO PARA MEDIDOR

TIPOS MYT



TABLERO PARA MEDIDOR

TIPO TR



		1
LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD
500	500	170

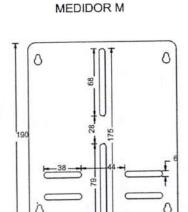
140 170

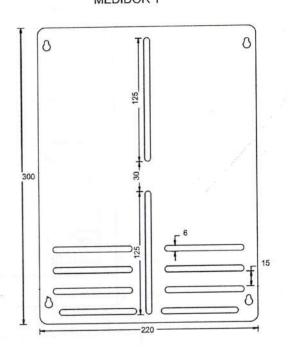
Fig. VIII-14

TOMADA DE LA FIG. 28 DE LAS NI - N3/CI - ABRIL'99

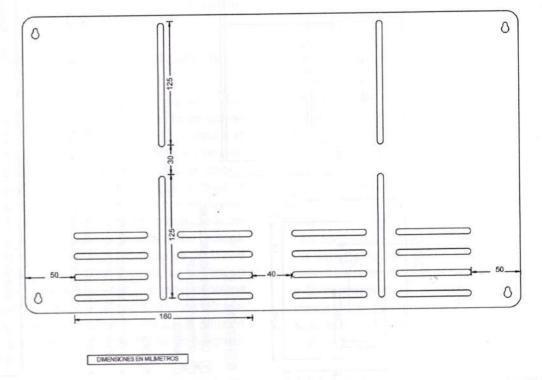
PLACAS DE FIJACION

MEDIDOR T



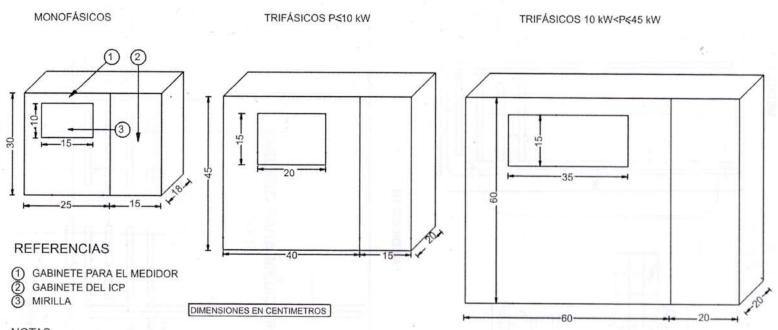


MEDIDOR TR



TOMADA DE LAS FIG. 27 Y 29 DE LAS NI - N3/CI - ABRIL'99

TABLEROS INDIVIDUALES DE MEDIDORES



NOTAS

- LA TAPA DEL MÓDULO DE MEDIDORES PODRÁ SER TOTALMENTE DE MATERIAL TRANSPARENTE, POR EJEMPLO POLICARBONATO,
 SIEMPRE QUE CONSERVE EL GRADO DE PROTECCIÓN MECÁNICA SOLICITADO Y SEA RESISTENTE A LAS RADIACIONES ULTRAVIOLETAS.
- EL MÓDULO DEL ICP PODRÁ FORMAR PARTE DEL MÓDULO DE MEDIDORES, CON PUERTA INDEPENDIENTE COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA O PODRÁ SER UN MÓDULO INDEPENDIENTE MONTADO ADYACENTE.

ESTE TIPO DE CAJAS METÁLICAS PARA MEDIDORES HA SIDO SUSTITUIDO EN LA ADENDA DE LA NI DE ABRIL'99 POR LOS MÓDULOS INDICADOS EN LAS FIGS. 12, 13 Y 14, AUTORIZÁNDOSE SU USO HASTA EL 01.08.99. A LA FECHA SE CONTINÚA ADMITIENDO SU EMPLEO CON LA CONDICIÓN DE ESTAR CONSTRUIDAS EN CHAPA Nº 18-GALVANIZADA CON VISOR DE POLICARBONATO, ACCESO FRONTAL, TENER IP 437 Y ESTAR AUTORIZADAS POR UTE.

TOMADA DE LAS FIGS. 26, 28 Y 29 DE LAS NI

Por razones de seguridad, en suministros indíviduales de medida directa en que el tablero de medida está en la línea de propiedad, el módulo del ICP puede colocarse con su tapa orientada hacia adentro de la línea de propiedad incluso separado del medidor, instalándolo no más allá del primer cerramiento, previéndose la conexión correspondiente. (NI Cap.I Ítem 11.2 D) b) modificación N3/CI- abril'99).

El material aislante es de las mismas características que el módulo de medida, y su envolvente debe ser precintable. Las dimensiones mínimas a prever para el ICP son 90 x160 mm para monofásicos y 100 x 160 mm para trifásicos.

C) Módulo de Transformadores de Medida

El módulo de transformadores de intensidad debe ser precintable independientemente del resto de medida, no pudiéndose instalar los transformadores en el mismo módulo de los medidores.

En el interior se monta una placa de resina poliester reforzada con fibra de vidrio sobre la que se fijan los transformadores; en la parte inferior se monta un juego de borneras para conexión de la línea repartidora. (NI Cap. I Ítem 11.2 D) c) modificación N3/CI- abril'99).

6.7. SUMINISTROS CENTRALIZADOS EN BAJA TENSIÓN

Cuando se cumplen las condiciones indicadas en el Ítem 6.5 de este Capítulo (edificios donde existan varias viviendas, locales o industria con entrada común desde el exterior o con comunicación interna entre sí), los medidores deben centralizarse, instalando los equipos de medida en módulos, conjuntos o tableros con envolvente total aislante. Las envolventes metálicas autorizadas hasta el presente, debidamente protegidas contra la corrosión y provistas de un borne adecuado para la puesta a tierra, se continúan utilizando hasta el presente. Probablemente se continúen utilizando y coexistiendo con los aislantes en material plástico, hasta que la difusión de estos últimos los vaya sustituyendo progresivamente.

El panel de Centralización de Medidores y demás equipos, es frecuentemente designado en forma errónea como Tablero General; en realidad es un conjunto de unidades funcionales que contienen básicamente medidores, e incluyen el Tablero General de cada unidad (el ICP) entre otros equipos.

6.7.1. Módulos para interiores

El panel de Centralización de Medidores y demás equipos, es el conjunto de unidades funcionales (módulos) que contienen fundamentalmente seccionador general bajo carga (optativo a partir de abril'99) o borneras, las barras generales, los aparatos de medida e ICP, las barras de protección y los bornes de salida.

Debe cumplir las siguientes condiciones: (NI, Cap. I Item 11.6B)

- Los medidores y demás elementos se instalan en módulos o conjuntos, con envolvente total aislante.
- Provisoriamente se pueden utilizar módulos en chapa de hierro decapada de bajo contenido de carbono (SAE 1010, p.ej. debidamente protegida contra la corrosión), calibre 18 como mínimo, con ventilación interna y conector a tierra adecuado.
- El acceso a las partes interiores del tablero de medida para su manipulación y mantenimiento debe ser por la cara frontal del mismo
- Debe preverse un espacio para la instalación de un interruptor horario.
- En edificios de apartamentos, los espacios para medidores deben proyectarse previendo la instalación de unidades trifásicas.
- La parte superior del panel donde se ubican los medidores y elementos de protección y comando generales no podrá estar a más de 2 m del suelo ni su parte inferior a menos de 0,25 m.
- Los conjuntos modulares destinados a alojar los equipos de medida de servicios generales, deben ser independientes de los de viviendas o comercios pero se conectan al mismo sistema de barras, siempre que la centralización resultante no supere los 400 A de carga. (NI, Cap. I ltem 11.8A).

6.7.1.1. Local

Si la centralización de medidores se emplaza en un local cerrado, además de las condiciones indicadas en el Ítem 6.3 anterior, el mismo debe cumplir las siguientes:

- estar destinado exclusivamente a este fin. (RBT Cap. VIII Art. 6.1)
- tener iluminación y ventilación apropiadas (NI, Cap. I Item 11.5).
- su emplazamiento debe permitir un acceso fácil, rápido y permanente quedando prohibido ubicarlos en lugares que puedan presentar dificultades para su eficaz vigilancia y contralor (NI Cap.I Ítem 11.1 modificación N3/Clabril'99).
- sus dimensiones deben cumplir lo exigido para todo tablero, frente al mismo debe dejarse un espacio libre ≥1 m medido desde la parte más saliente (en viviendas y oficinas se admite hasta 0,80 m) y si existen módulos enfrentados, ≥1,50 m entre las partes más salientes. (RBT Cap. V Art. 1.4.2).

Cuando se trate de edificios nuevos o reformas de importancia en los existentes, antes de realizar los trámites necesarios para iniciar la construcción, deberá obtenerse la conformidad de la Oficina Técnica de UTE para la ubicación y espacio destinado a la centralización de medidores, y en caso necesario para la Subestación o CGP.

6.7.1.2. Módulos

Los tableros de medida y control instalados en locales, deben ser del tipo columna modular, entendiéndose por módulo la unidad que contiene elementos destinados a realizar la misma función

El tablero contiene los siguientes módulos:

- · Modulo de Borneras o Seccionador General
- · Módulo de Barras Generales
- · Módulo de Transformadores de Intensidad
- · Módulo de Medidores
- Módulo de Interruptores de Control de Potencia
- Módulo de Salida

Cada conjunto de módulos de centralización de medidores e ICP alimentados por una línea repartidora, estará equipado con un seccionador general que permita el corte en carga. (NI, Cap. I

Item 11.9). A partir de la Adenda N3/CI-Abril '99 este seccionador pasa de obligatorio a optativo.

Para suministros de cargas superiores a 45 kW, en los que la medida es indirecta en corriente, se debe prever un módulo para instalación de los transformadores de medida.

Cuando se agrupan hasta 6 viviendas con corriente de nominal total del grupo ≤65 A, no es necesario instalar seccionador general ni módulo de barras.

En la **Fig. VIII-17** se muestran frente y corte de una centralización para 8 apartamentos y servicio trifásico, y en la **Fig. VIII-18** el diagrama de conexiones para un apartamento.

A) Módulo de Borneras o Seccionador General En servicios agrupados, debe instalarse un seccionador general a la llegada de la línea repartidora, con intensidad nominal de acuerdo a la potencia total del suministro, apto para apertura en carga y del tipo neutro avanzado (desconecta el neutro después de las líneas en la apertura, y lo conecta antes que ellas en el cierre). A la salida del mismo, se conectan las barras generales. La tensión nominal del mismo debe ser de 500 V y las capacidades normalizadas, son 100 A, 160 A, 250 A o 400 A, entre las que se elige la adecuada para la carga solicitada.

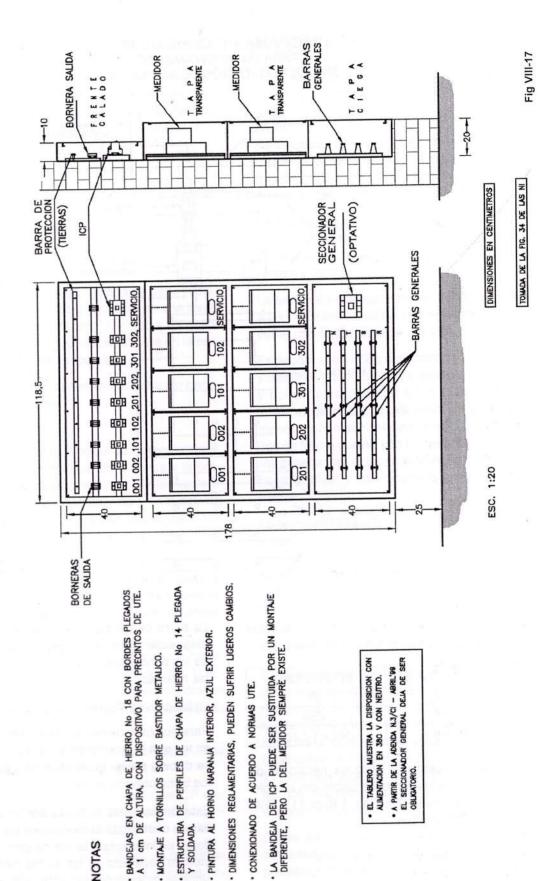
Este seccionador, cuya instalación en lugar de las borneras se recomienda (no se exige) para disponer de un corte de energía de todo el edificio (NI Cap.I Ítem 11.1 modificación N3/CI-abril'99), debe instalarse en envolvente precintable independiente, y ubicarse de forma que sea fácil el acceso para maniobra y revisión, así como para la ampliación y cambio de las conexiones.

B) Módulo de Barras Generales

Este panel está destinado a alojar las barras que, a partir del seccionador general, permiten la conexión mediante borneras de los diferentes medidores.

Las barras generales estarán colocadas de manera que sea fácil acceder a ellas para su revisión, así como ampliación o cambio de conexiones. La separación entre las partes con tensión será de 20 mm como mínimo para permitir cómodamente las operaciones anteriores.

CENTRALIZACIÓN PARA MEDIDORES ALIMENTACIÓN EN 380 V CON NEUTRO 8 APARTAMENTOS Y SERVICIO



Y SOLDADA.

NOTAS

DIAGRAMA DE CONEXIONES

PARA UN APARTAMENTO EN CENTRALIZACIÓN DE MEDIDORES

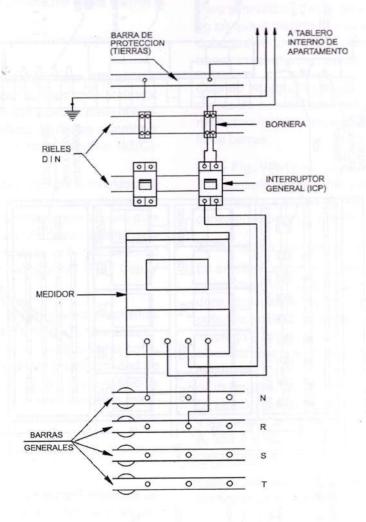


Fig VIII-18

Las barras están formadas por pletinas de cobre desnudas de las siguientes dimensiones:

DIMENSIONES (mm)	INTENSIDAD (A)
20 x 5	250
40 x 5	250< ≤ 400

en todos los casos la barra de neutro es de 20 x 5 mm. Las barras se identifican con los colores convencionales (NI, Cap. I Item 11.9 D)b) actualización junio 98):

Polo R Rojo
Polo S Blanco
Polo T Marrón
Neutro N Azul claro

La barra de neutro irá en la parte superior, y la disposición será tal que permita el conexionado de los conductores por la parte frontal sin soltar las mismas.

C) Módulo de Transformadores de Medida

Para suministros de cargas superiores a 45 kW, en los que la medida será indirecta en corriente, se deberá prever un módulo para instalación de los transformadores de medida.

Esta unidad está formada por un conjunto de barras destinadas al montaje de los transformadores de intensidad; la misma estará alojada en módulo separado de los de los medidores precintable independientemente; sus dimensiones mínimas interiores son 60 x 75 x 20 cm.

DIAGRAMA DE CONEXIONES

PARA UN APARTAMENTO EN CENTRALIZACIÓN DE MEDIDORES

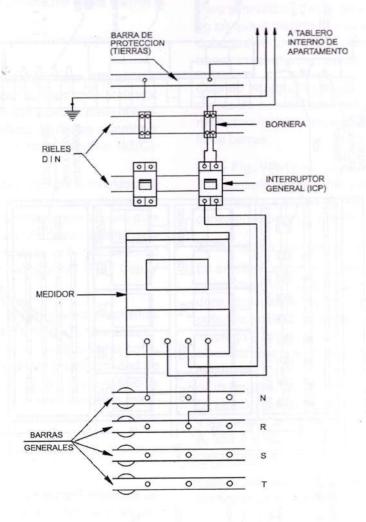


Fig VIII-18

Las barras están formadas por pletinas de cobre desnudas de las siguientes dimensiones:

DIMENSIONES (mm)	INTENSIDAD (A)
20 x 5	250
40 x 5	250< ≤ 400

en todos los casos la barra de neutro es de 20 x 5 mm. Las barras se identifican con los colores convencionales (NI, Cap. I Item 11.9 D)b) actualización junio 98):

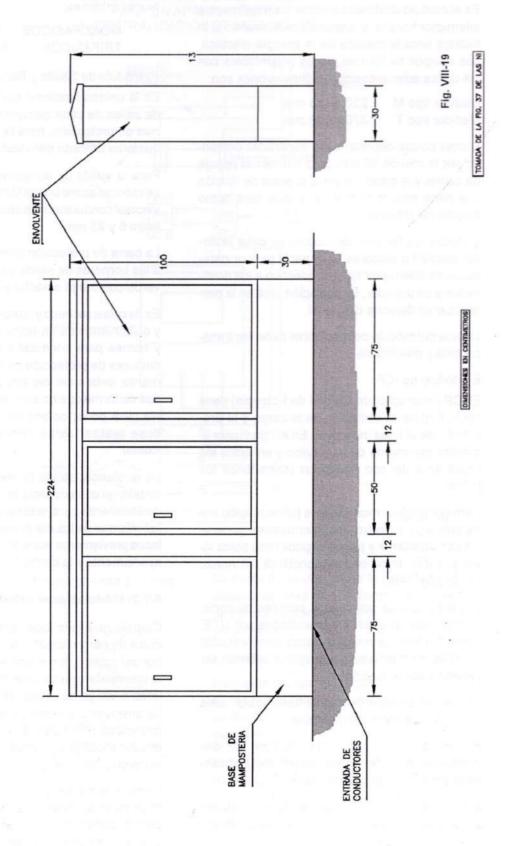
Polo R Rojo
Polo S Blanco
Polo T Marrón
Neutro N Azul claro

La barra de neutro irá en la parte superior, y la disposición será tal que permita el conexionado de los conductores por la parte frontal sin soltar las mismas.

C) Módulo de Transformadores de Medida

Para suministros de cargas superiores a 45 kW, en los que la medida será indirecta en corriente, se deberá prever un módulo para instalación de los transformadores de medida.

Esta unidad está formada por un conjunto de barras destinadas al montaje de los transformadores de intensidad; la misma estará alojada en módulo separado de los de los medidores precintable independientemente; sus dimensiones mínimas interiores son 60 x 75 x 20 cm.



Diseño y Urganian

que y ser altamente resistentes a la corrosión y a los rayos solares. El grado de protección mecánica debe ser IP437

Cuando se emplee chapa de hierro, la misma debe ser decapada de bajo tenor de carbono calibre Nº 18 galvanizada cubriendo con zinc-rich los puntos expuestos del hierro durante las operaciones de corte y soldadura. Los módulos deben ser autorizados por UTE.

De la misma forma que para los módulos para interiores, el acceso a las partes interiores para manipulación y mantenimiento se hará por la cara frontal, debiendo poseer el correspondiente borne de tierra si son metálicos; la cerradura debe ser tipo normalizado de cierre seguro y dispositivo precintable de cabeza triangular.

La instalación de estos módulos exteriores se hace normalmente sobre zócalo con los pasajes correspondientes de las líneas subterráneas. (Ver Fig. VIII-19).

7. CONJUNTOS HABITACIONALES EN UNA PLANTA

Para conjuntos habitacionales desarrollados en una planta, donde las líneas distribuidoras o repartidoras alimentan las unidades mediante recorridos internos dentro de la propiedad privada, se prevén 4 soluciones tipo (NI, Cap. I Item 9).

- 1) Centralización de medidores
- 2) Distribución por preensamblado
- Distribución por regleta con repartidoras individuales embutidas
- Distribución subterránea

7.1. CGP CON CENTRALIZACIÓN DE MEDIDORES

En la Fig. VIII-20 se indica la solución de un conjunto habitacional con centralización de medidores. La línea distribuidora subterránea entra (y sale) a la zona de retiro canalizada en un banco de 4 conductos de PVC ø100 (distancia =10 m) (Ver 5.1.1) hasta acceder a la cámara de 60x60 al pie de la CGP Nº 4 (para dos líneas repartidoras). Las líneas repartidoras continúan subterráneas en cable XLPE de 4 x 50 mm² en cobre o 4 x 150 mm² en aluminio, canalizadas en 2 conductos c/u ø

60 mm o ø 100 mm respectivamente hasta acceder a cada una de las cámaras al pie de la centralización de medidores de 40x40 o 60x60 según el diámetro de los conductos (5.2.2).

En la figura se indican los diferentes elementos que constituyen la instalación, haciendo referencia en cada caso al Ítem de esta Capítulo que justifica la elección de los mismos.

A partir de la centralización de los medidores, se tienden las líneas hasta cada uno de los apartamentos en forma independiente (energía ya medida) por lugares comunes, subterráneas con cámaras y caños, embutidas con caños y registros, o aparentes sobre fachada protegidas con caños de hierro.

7.2. CGP CON PREENSAMBLADO EN FACHADA

En la Fig. VIII-21 se muestra la solución de un conjunto habitacional sin centralización de medidores y línea repartidora. El acceso de la línea distribuidora hasta la CGP, y la división en dos líneas repartidoras en cable preensamblado de 3x95+54,6 Al es similar al caso anterior. Solamente que en lugar de centralizar medidores, se tienden las dos repartidoras por fachada: las líneas hasta el medidor de cada uno de los apartamentos se hace con acometida rígida desde la repartidora.

7.3. CD CON DISTRIBUCIÓN EMBUTIDA EN FACHADA

En la **Fig. VIII-22** se indica la solución de un conjunto habitacional con distribuidoras subterráneas a partir de CD N° 1. El acceso de la línea distribuidora hasta la CD es similar al caso anterior, y de la misma parten 4 líneas repartidoras subterráneas en cable XLPE de 4 x 50 mm² Cu (2 por lado) canalizadas en conductos ø 60 mm (con la correspondiente reserva) con cámaras de 60 x 60 cm separadas entre sí no más de 15 m. Cada una de las repartidoras accede a una caja de regleta embutida de 30 x 30 x 15 cm con cierre hermético.

De cada regleta parte la línea hasta el medidor de cada uno de los clientes (RZ 2 x 6 mm² Cu o 4 x 16 mm² Cu, monofásica o trifásica) canalizada en conducto ø 38 mm embutido o no, con re-

gistros de 20x20x15 cm cada 10 m o cambio de dirección. Los registros y las regletas deben situarse como siempre en lugares comunes. La solución es válida para un máximo de 6 clientes por regleta y línea repartidora.

7.4. CGP CON DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA

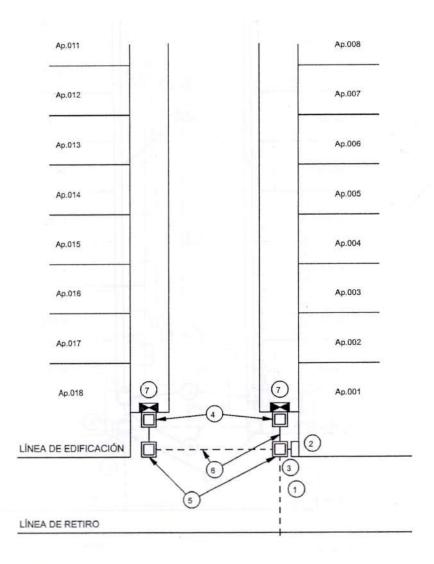
En la Fig. VIII-23 se muestra a la solución de un conjunto habitacional con distribuidoras colectivas subterráneas a partir de CGP Nº 2. El acceso de la línea distribuidora hasta la CD es similar a los casos anteriores, y de la misma parten 2 líneas repartidoras subterráneas en cable XLPE de 4 x 50 mm² Cu, una por lado, canalizadas en

The manager of the Mat

conductos ø 60 mm (con la correspondiente reserva) con cámaras de 60 x 60 cm separadas entre sí no más de 15 m. La repartidora accede a una caja Y dentro de la cámara, de donde deriva la alimentación en XLPE de 4 x 16 mm² Cu hasta el medidor

interno del apartamento, canalizado en ø 60 mm con un segundo conducto de reserva hasta la cámara bajo el medidor. La alimentación se hace mediante unión rígida a la repartidora sin intercalación de elemento de protección. Las repartidoras y sus cámaras deben situarse como siempre en lugares comunes, solamente es interior la cámara bajo el medidor. La solución es válida para un máximo de 6 clientes por línea repartidora.

C.G.P.CON CENTRALIZACIÓN DE MEDIDORES

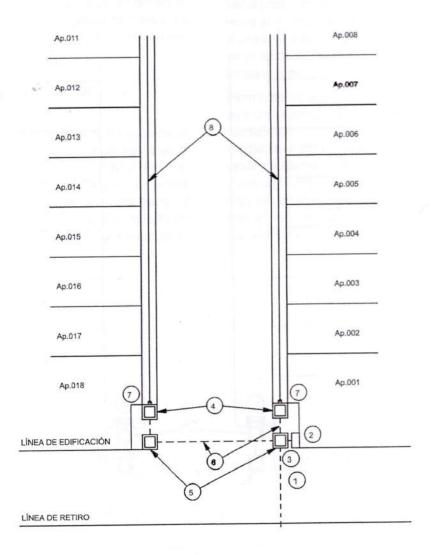


REFERENCIAS

- LÍNEA DISTRIBUIDORA 3x240+150Al-4 Ø 100 mm (VER 5.1.1)
- (2) C.G.P. Nº 4
- (3) CÁMARA DE 60x60 (VER 5.2.1)
- (4) CÁMARAS DE 40x40 o 60x60 (VER 5.2.2)
- (5) CÁMARAS DE 60x60 o 100x100 (VER 5.2.4)
- 6 LINEAS REPARTIDORAS XLPE (4x50Cu-2 Ø 60 mm) o (4x150Al-2 Ø 102 mm)
- (7) CENTRALIZACIÓN DE MEDIDORES

TOMADA DE LA FIG. 20 DE LAS NI

C.G.P. CON PREENSAMBLADO EN FACHADA



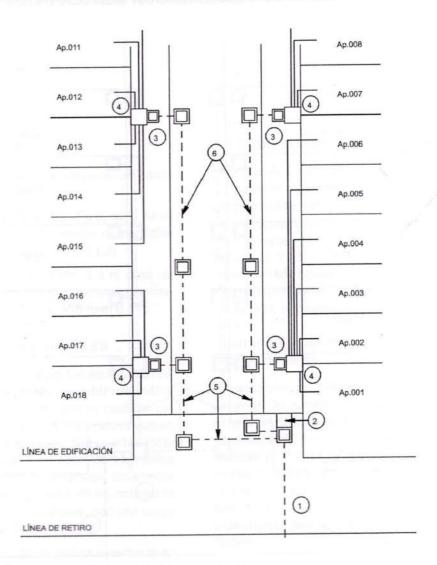
REFERENCIAS

- 1 LÍNEA DISTRIBUIDORA 3x240+150Al-4 Ø 100 mm (VER 5.1.1)
- (2) C.G.P. Nº 4
- 3 CÁMARA DE 60x60 (VER 5.2.1)
- (4) CÁMARAS DE 60x60 (VER 5.2.3)
- (5) CÁMARAS DE 100x100 (VER 5.2.4)
- 6 LINEAS REPARTIDORAS XLPE (4x150Al-2 Ø 100) (VER 5.1.2)
- 7 PROTECCIÓN MECÁNICA EN FACHADA
- ×

RZ 3X95+54,6 Al

TOMADA DE LA FIG. 21 DE LAS NI

C.C. CON DISTRIBUCIÓN EMBUTIDA EN FACHADA

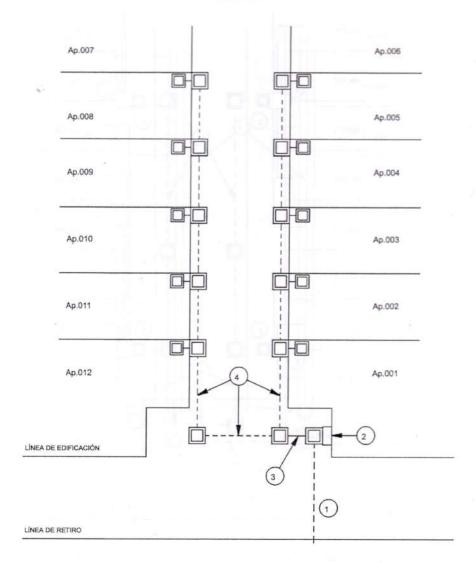


REFERENCIAS

- 1 LÍNEA DISTRIBUIDORA 3x240+150AL-4 Ø 100 mm (VER 5.1.1)
- O CONS
- 3 CÁMARAS DE 40x40 (VER 5.2.2). TODAS LAS DEMÁS
 - CÁMARAS SON DE 60x60 (VER 5.2.1, 5.2.3 Y 5.2.4)
- (4) REGLETAS
- (5) 2 LINEAS REPARTIDORAS XLPE (4x50Cu-3 Ø 60 mm)
- 6 1 LINEA REPARTIDORA XLPE (4x50Cu-2Ø60 mm)

TOMADA DE LA FIG. 22 DE LAS NI

C.G.P. CON DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA



REFERENCIAS

- 1 LÍNEA DISTRIBUIDORA 3x240+150AJ-4 Ø 100 mm (VER 5.1.1)
- (2) C.G.P. N° 2
- 3 2 LINEAS REPARTIDORAS XLPE (4x50Cu-3 Ø 60 mm)
- (4) 1 LINEA REPARTIDORA XLPE (4x50Cu-2 Ø 60 mm)

NOTAS

- LAS CÁMARAS AL PIE DEL MEDIDOR DE CADA UNIDAD SON DE 40X40 (VER 5.2.2). TODAS LAS DEMÁS CÁMARAS SON DE 60x60 (VER 5.2.1, 5.2.3 Y 5.2.4).
- EN CADA CÁMARA DE DERIVACIÓN, SE COLOCA UNA CAJA Y.

TOMADA DE LA FIG. 25 DE LAS NI

וונים שוונים מה היאיני בי

IX. INSTALACIONES EN VIVIENDAS

1. GENERALIDADES

Dependiendo del número de servicios, se distinquen dos tipos de suministro:

- Suministros individuales: Es el caso de viviendas unifamiliares, y locales comerciales e industriales (NI, Cap. I Item 11.3).
- Suministros centralizados: Es el caso de conjuntos de viviendas y en general suministros múltiples. (RBT Cap. VIII Item 6.1 -):

1.1. SUMINISTROS INDIVIDUALES

En suministros individuales, los equipos de medida deben ubicarse dentro de tableros individuales. Las cajas de medidores se destinan exclusivamente para ese fin, admitiéndose que en compartimentos separados y con puertas independientes, se instalen en ellos los elementos de protección y comando generales. Solamente se autoriza cajón de fibrocemento de instalación aparente en viviendas modestas, con una carga de 2,2 kW (NI, Cap. I Item 11.3).

La instalación individual se realiza solamente en viviendas unifamiliares o que disponen de terrenos particulares circundantes. En estos casos los equipos de medida se ubican en tableros individuales que se sitúan en la valla o cerramiento o en el interior de nichos en fachada o pedestal de mampostería. (RBT, Cap. VIII Item 6.1).

El medidor debe ubicarse en planta baja lo más próximo posible a la línea de edificación y preferentemente al exterior, admitiéndose, previa autorización, su ubicación dentro de los 7 m de la misma (NI, Cap. I Item 11.5). Cuando en una vivienda, el medidor se ubica sobre un muro exterior de la finca, los elementos generales pueden instalarse en el interior de la finca a distancia mínima del medidor (RBT Cap. VIII Item 8.2).

1.2. SUMINISTROS CENTRALIZADOS

En los edificios donde existan varias viviendas, los equipos de medida se ubican en **tableros centralizados**, entendiendo por ello un conjunto de unidades funcionales que contienen fundamentalmente (NI, Cap. I Item 11.4) (RBT Cap. **VIII** Item 6.1 -):

- · seccionador general bajo carga
- · barras generales de distribución
- · aparatos de medida
- · ICP
- · barras para sistema de protección (tierras)
- · bornes de salida

La **ubicación** de la centralización de medidores, depende del número de plantas y de suministros, pero en el caso de edificios de hasta 15 plantas o menos de 60 suministros, la centralización debe hacerse en **Planta Baja o Subsuelo**, pudiéndose centralizar en otros niveles cuando el número de plantas o suministros sea superior (NI, Cap. I ltem 11.1). Este punto ha sido desarrollado en detalle en el Ítem 6.5 del Cap. **VIII** de esta Publicación.

En Propiedad Horizontal, la centralización de medidores debe tener dimensiones que permitan colocar medidores trifásicos de 10 kW para todos los apartamentos, incluyéndose también los **Servicios Generales** de este tipo de construcción. (RBT Cap. **VIII** Item 9.2 -).

Solamente cuando el número de unidades fuera igual o inferior a tres, no es necesario tener un suministro independiente para Servicio con medidor propio, autorizándose la instalación de una puesta de alumbrado sobre el dintel de la puerta de acceso de cada apartamento con sus elementos de protección y comando ubicados en el interior del mismo.

En suministros múltiples, hay dos opciones para la centralización de medidores:

- Si existe local de medidores, tablero tipo columna modular (Ver Fig. VIII-17). El local debe cumplir con lo especificado en el Ítem 6.7.1.1 del Cap. VIII de esta Publicación.
- Cuando no existe local, tableros exteriores sobre zócalo (Ver Fig. VIII -19).

Ambas opciones fueron desarrolladas en detalle en el Ítem 6.7 del Cap. **VIII**.

2. LINEAS

Las líneas son las que a partir de un cierto tablero, alimentan otro. En las Normas de UTE (NI Cap. I Ítem 13.-) se denomina Derivación Individual la parte de las instalaciones de enlace que vincula el ICP con el tablero de la instalación interior del cliente, con una alusión implícita a servicios centralizados; en estas páginas se ha preferido mantener la denominación más precisa de líneas a la parte de la instalación que alimenta el Tablero General de Distribución a partir del Tablero General (aún cuando se trata de una derivación individual para cada unidad, especialmente en el caso de centralización de medidores), reservando el nombre de derivación para los circuitos que, partiendo de un tablero, alimentan cargas.

2.1. CONDUCTOS

En Propiedad Horizontal, las líneas de alimentación de cada servicio deben disponerse en zonas de uso común, próximas a escaleras, en pasillos, corredores, etc. en las diversas plantas del edificio (NI Cap. I Item 13.2.-), en conductos cuyo diámetro mínimo es de 32 mm (RBT Cap. VIII Item 9.2 -):

Los mismos se embuten en la mampostería o estructura, o se colocan en forma embutida o aparente en ductos de mampostería o metálicos que envuelven los conductos. Esos ductos deben ser registrables en todas las plantas y sus dimensiones adecuadas para disponer los conductos en filas con un ancho suficiente para mantener entre ellos una distancia de 2,5 cm; a partir de los ductos, los conductos pertenecientes a las líneas individuales se empotran en la mampostería (NI Cap. I Item 13.3.-). Como medida de seguridad contra la propagación de incendios, es necesario colocar en los ductos placas cortafue-

gos, a razón de una por planta en la parte inferior del registro correspondiente.

Si bien se admite colocar los conductos dentro de ductos, salvo casos particulares no hay ventaja en hacerlo, pues los mismos deben protegerse de daños mecánicos en caso de caños de PVC, y de la corrosión en caso de caños de hierro acerado. La solución más sencilla es embutirlos o tenderlos en huecos previstos en la mampostería durante el desarrollo de la obra por facilidades constructivas, que luego se rellenan quedando como únicos puntos de acceso a los mismos los registros, que deben orientarse a lugares de uso común.

Debe estudiarse el recorrido de las subidas de las líneas, de forma que, si es compatible con la solución constructiva, los muros en que se embuten tengan continuidad vertical en todas las plantas y no interfieran con la estructura. Es frecuente ver en las obras cantidad de caños atravesando vigas, disposición no deseable.

En la etapa del Anteproyecto de Arquitectura, puede hacerse la **previsión** necesaria para que los caños de subida de las líneas eviten la estructura, ya sea utilizando **vigas de ancho menor** que el muro, e incluso aumentando el espesor del mismo. Eso evita problemas durante el desarrollo de la obra, previsión de pases en vigas y la necesidad de tender caños de eléctricas en una etapa en que la presencia del Instalador aún no es necesaria

2.2. CONDUCTORES

En suministros monofásicos 220 V, en sistemas de 400 V con neutro, las líneas están formadas por 3 conductores, 1 que corresponde al polo activo, 1 al neutro y 1 al de protección (tierra). Su sección mínima es de 6 mm² (RBT Cap. II Anexo Item 9. -)

3. TABLERO GENERAL DE VIVIENDA

El Tablero General de Vivienda es el que aloja los dispositivos de **protección y maniobra** de la instalación interior.

3.1. UBICACIÓN

Debe ubicarse **en el interior** del apartamento, próximo a la entrada de la línea alimentadora y a

la mayor concentración de cargas. Por disposiciones reglamentarias no puede ubicarse ni en cocina ni en baños (RBT Cap. IX Item 2.-a), y por comodidad debe situarse en lugares de uso en todo momento, no en locales que exijan privacidad como dormitorios y locales similares. Por lo tanto, generalmente se ubica en el estar, a veces detrás de la puerta de acceso, o en circulaciones internas.

3.2. GABINETE

Caja y tapa de material aislante o metálico con puesta a tierra, embutida o aparente. En todos los casos deben ser de **frente muerto**, es decir que poseen una tapa que permite el acceso a los elementos e impide que queden expuestas las conexiones (NI Cap. I Item 14.3).

3.3. ELEMENTOS INCLUÍDOS

En el Tablero General del apartamento, se incluyen por lo menos los siguientes elementos: (NI Cap. I Item 14.4)

- Un interruptor general automático, de accionamiento manual con protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos, de corte omnipolar.
- Un interruptor diferencial con una sensibilidad de 30 mA.
- Un Interruptor Automático de Circuito (IAC) por cada derivación.
- Una barra de conexión de los conductores de protección (tierra) (y otra para neutros, si existen).

3.3.1. Interruptor general

En el Tablero General, en Planta Baja o Subsuelo, a la salida de la Línea Alimentadora o Derivación Individual se intercala el Interruptor Controlador de Potencia (ICP) correspondiente, regulado y precintado por UTE, que corta la instalación de la unidad incluso la línea alimentadora.

En el **Tablero General** interno a la unidad se repite, dentro del apartamento, un **interruptor general** automático, de corte **omnipolar** (que corta todos los conductores activos), de accionamiento manual con protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos, destinado a proteger y desconectar a voluntad o a causa de un defecto, la instalación interior del apartamento (NI Cap. I Item 14.4). Debe responder a la norma UNIT-IEC 898 y su poder de corte debe ser adecuado para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en ese punto de la instalación.

Su capacidad debe coordinarse con la del ICP correspondiente, no pudiendo ser mayor a fin de que el salto se produzca antes en el Tablero del apartamento que el del Tablero General en Planta Baja o Subsuelo con las consiguientes molestias para el rearmado.

3.3.2. Interruptor diferencial

El Interruptor Diferencial tiene como función proteger a personas y cosas contra los contactos directos e indirectos. Su funcionamiento ha sido estudiado en detalle en Cap. I Ítem 2.3.2 (final) de esta Publicación.

Como regla general, su sensibilidad debe ser tal que provoque el corte de la energía en caso de defecto a fin de evitar que el potencial de las masas supere 24 V en lugares húmedos o 50 V en lugares secos. En instalaciones domiciliarias es obligatorio el uso de interruptores diferenciales con una sensibilidad de 30 mA (RBT, Cap. VIII Item 5.- a).

3.3.3. Interruptores automáticos (IACs)

En el Tablero General del apartamento se instalan varios Interruptores Automáticos de Circuitos (IACs), uno por cada derivación que de él parte, para protección individual independiente de cada una de ellas contra sobrecargas y cortocircuitos.

En lugar de los IACs pueden utilizarse fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas según UNIT-IEC 269. (NI Cap. I Item 14.4.-)

Los IACS protegen **los conductores** del circuito, no los aparatos de consumo; por lo tanto, la capacidad debe estar de acuerdo con las corrientes admisibles en los mismos.

En líneas trifásicas, el neutro se corta únicamente en el tablero general mediante el uso de un disyuntor tetrapolar que corta los tres polos y neutro en forma avanzada, es decir, lo conecta antes de los polos y lo desconecta después; en tableros derivados en general solamente se coloca un elemento de desconexión manual del neutro con fines de corte operativo. Por supuesto, en instalaciones monofásicas en viviendas en 220 V entre polo vivo y neutro, el ICP es del tipo omnipolar incluyendo el polo neutro (RBT Cap. IX Item 2.-c)

En suministros en 400 V, en derivaciones monofásicas **no es necesario** cortar ambos polos, pueden cortarse solamente los conductores activos (no el de neutro) o utilizar automáticos bipolares con protección solamente en el polo vivo. (NI Cap. I Item 14.4.-).

3.3.4. Barras de protección y neutro

El Tablero General debe disponer de un borne de conexión para los conductores de protección (tierra) de las diferentes derivaciones, y el conductor general de tierra. (NI Cap. I Item 14.4.-)

Según la importancia del tablero, suele instalarse en lugar del borne, una **barra** de protección (**tierra**), de 20 x 5 mm de cobre desnudo, similar a la que se instala en columnas modulares para conexión para los conductores de tierra de las derivaciones y de la línea general. Esa barra se identifica con color verde con franja amarilla y el símbolo de tierra.

En suministros en 400 V con neutro, también se instala una barra para conexión de los neutros cuando la protección y comando de las derivaciones se hace solamente sobre el polo activo con automáticos unipolares. En el diseño de tableros para 220 V, aunque no se instale, debe preverse el lugar para la instalación de la futura barra de neutros.

4. DERIVACIONES

Cada derivación debe tener en tablero su correspondiente elemento de protección (IAC) de capacidad adecuada a los circuitos que protege (NI Cap. I Item 14.4.-c).

Los interruptores locales deben ubicarse en lugares de fácil y rápido acceso al alcance de la mano y en el mismo ambiente en que se encuentre el aparato o dispositivo que comandan, salvo las derivaciones de alumbrado de jardines exteriores, sótanos y lugares similares. (RBT Cap. VIII Item 8.3). Tampoco se aplica para las luces de cocina y baño (RBT Cap. IX Item 4)

Los interruptores locales unipolares que comandan circuitos monofásicos entre polo vivo y neutro, deben interrumpir el polo vivo, no el neutro (RBT Cap. IX Item 2.-e); es conveniente por lo tanto identificar el neutro por su color convencional.

Los interruptores de los tomacorrientes que se instalen en baño o cocina, se colocarán junto a los mismos, nunca en otros ambientes; deberán cortar todos los polos. Los tomacorrientes se deben ubicar a 1 m como mínimo de los puntos de descarga de líquidos y fuera de las salpicaduras; cuando estén a un nivel superior de las salidas de agua, esa distancia se reduce a 0,70 m (RBT Cap. IX Item 4).

Se autoriza la alimentación en salto de hasta 5 TC sobre la misma protección, excepto en baño y cocina. También se autoriza la alimentación en salto de hasta 5 luces (RBT Cap. IX Item 4). En la normativa vigente no se establece "dentro de la misma planta" que estaba específicamente exigida en la anterior, pero se sobreentiende que por razones de seguridad debe aplicarse. (Ver detalles sobre "saltos" en el Ítem 8 del Cap. III de esta Publicación).

Cuando en **baño** exista una alimentación independiente para el calentador de agua, se autoriza la colocación de hasta **3 TC en salto** sobre otra derivación, dentro del mismos ambiente. De igual forma, en **cocina**, si existe una derivación independiente en conducto \$\phi\$ 19 mm, se autoriza la colocación de hasta **3 TC en salto** sobre otra derivación, dentro del mismo ambiente (RBT Cap.**IX** Item 4).

Los calentadores eléctricos de agua que se instalen en cuarto de baño se conectan en forma fija sin tomacorrientes y se comandan por interruptores que cortan todos los polos instalados dentro del mismo ambiente fuera del volumen de seguridad. La conexión se hace mediante pieza de unión instalada en caja de brazo con tapa aislante atornillada ubicada a 20 cm mínimo por encima de los caños de agua fría y caliente (RBT Cap. IX Item 4).

Cuando se instalen calefactores, las canalizaciones pueden ser \(\phi \) 16 mm para un solo calefactor, debiendo ser \(\phi \) 19 mm cuando se instalen en salto; en este \(\pmi \) ltimo caso la potencia total se limita a 3 kW, pudi\(\phi \) dos mismos elementos. No se admiten saltos entre tomacorrientes y calefactores

5. INSTALACIONES EN CUARTOS DE BAÑO

En las instalaciones en cuartos de baño se definen los siguientes volúmenes de restricción (RBT Cap. IX Item 3) (Fig. IX-1):

- · volumen de prohibición
- · volumen de protección

en cuyo interior las instalaciones eléctricas deben ejecutarse con conductores aislados canalizados en **conductos aislantes**, embutidos o aparentes.

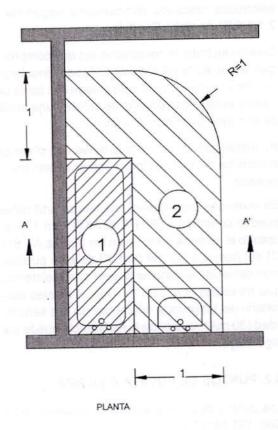
Fuera de esos volúmenes pueden instalarse interruptores, tomacorrientes y luminarias.

5.1. VOLUMEN DE PROHIBICIÓN

Es el volumen limitado por planos verticales tangentes a los bordes exteriores de la bañera, baño o ducha y los horizontales formados por el piso y un plano a 2,25 m de altura sobre el fondo de la bañera. En este volumen no pueden instalarse:

INSTALACIONES EN CUARTOS DE BAÑO

VOLÚMENES DE RESTRICCIÓN



2,25

REFERENCIAS

VOLUMEN DE PROHIBICIÓN

VOLUMEN DE PROTECCIÓN

Fig. IX-1

CORTE AA

DIMENSIONES EN METROS

TOMADA DEL ESQUEMA 1 DEL CAP. DEL RBT Continue de partitos

- · interruptores
- · tomacorrientes
- · aparatos de iluminación

Por encima del mismo se admiten contactores de mando de timbres accionados por un cordón o cadena de material no higroscópico.

Debe evitarse la instalación del calentador de agua dentro de este volumen.

5.2. VOLUMEN DE PROTECCIÓN

Es el volumen comprendido entre los mismos planos horizontales que para el volumen de prohibición, y otros verticales situados a 1 m del mismo.

En este volumen se admite la instalación de radiadores eléctricos de calefacción con elementos calefactores protegidos, con su interruptor de comando fuera del volumen, sus partes metálicas conectadas a tierra, y protegidos por interruptores diferenciales exclusivos para ellos de 10 mA.

En el volumen de protección **no pueden** instalarse **interruptores**, pero sí:

- · tomacorrientes de seguridad
- luminarias de aislación doble o que no presenten ninguna parte metálica accesible y que en sus portalámparas no puedan establecerse contactos fortuitos con partes activas al poner o quitar las lámparas.

5.3. CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL

Debe establecerse una conexión equipotencial entre las cañerías metálicas (agua fría, caliente, desagües, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos (entre ellos bañera metálica según RBT Cap.IX Item 4) y todos otro elemento conductor accesible como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. La interconexión debe hacerse con conductor soldado o fijado firmemente con abrazaderas no ferrosas a cañerías y demás elementos conductores sin interposición de pintura, de forma de asegurar una conexión confiable.

Los conductores de protección (tierra) y de conexión equipotencial deben estar interconectados entre sí. Las secciones mínimas son las establecidas en el Ítem 2.2 del Cap.IV de esta Publicación.

6. TIERRAS

Rigen con carácter general las disposiciones contenidas en el Cap. XI de esta Publicación.

6.1. TOMAS DE TIERRA

En edificios de varias unidades, las tomas de tierra pueden ejecutarse (RBT Cap. VIII Item 3):

A) utilizando el sistema indicado en el Ítem 2.1.1.2 C) del Cap. mencionado, tendiendo en el fondo de las zanjas de cimentación y antes de construirla, el conductor especificado enterrado horizontalmente, formando un anillo de enlace con tierra que comprenda todo el perímetro del edificio. Si es necesario disminuir la resistencia de la puesta a tierra, a ese anillo se conectan electrodos hincados verticalmente según Ítem 2.1.1.2 B) de dicho Capítulo.

Cuando se trate de construcciones que comprendan varios edificios próximos, deben vincularse eléctricamente los anillos de enlace con tierra de cada uno de ellos de forma de obtener una malla de la mayor extensión posible.

B) Instalando en patios o jardines uno o varios electrodos de los tipos indicados en el Ítem mencionado.

En viviendas individuales, las tierras artificiales pueden construirse (RBT Cap.XXIII Item 13) utilizando el sistema descrito en los puntos A), B) y C) del Ítem 2.1.1.2 del Cap. XI de esta publicación debiendo el sistema poseer una resistencia que no sobrepase los 5 W. Con el empleo obligatorio del interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA) el valor de la resistencia puede ser algo mayor.

6.2. PUNTOS DE PUESTA A TIERRA

Los puntos de puesta a tierra se ubicarán (RBT Cap. VIII Item 3.2):

- a) En los patios de aire y luz destinados a cocinas y cuartos de baño y similares.
- b) En el local o lugar de centralización de medidores, si lo hubiera.

Power Stringer

- c) En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiera.
- d) En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban conectarse a tierra.

6.3. LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DERIVACIONES

Al punto o puntos de puesta a tierra a) y b) se conectarán las líneas principales de tierra, que podrán tenderse por los patios de aire y luz o por canalizaciones eléctricas interiores; pueden enhebrarse en las mismas canalizaciones que las derivaciones individuales (líneas) que alimentan

las unidades (RBT Cap. VIII Item 3.3).

6.4. ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA

Deben conectarse a tierra (RBT Cap. VIII Item 4):

- todo el sistema de cañerías metálicas accesibles de agua o gas
- toda masa metálica existente en la zona de instalación
- las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores
- la conexión equipotencial, canalizaciones y artefactos metálicos de baños (Ítem 3.3 de ese Capítulo)
- · depósitos de combustible, calefacción, etc.
- · soportes de antenas
- pararrayos

II * Main 1977 mod 1987) websibing net

LOUDY A STOCKSON SONYSMED AND

There is a second of the secon

A SECTION OF THE SECTION

The state of the s

a." ca odisku unty

The second second

to the model and a supplemental of the control of t

The state of the s

5.3, LINEAS PRINCIPALES DE DERIKE THE DERIKE THE

se (0 plantament and religion 16

sep and of a second and religion 16

sep and of a second and religion 16

sep an

Control con it is a second of the second of

* -

X. LOCALES DE PUBLICA CONCURRENCIA

1. DEFINICIÓN

Se consideran locales de pública concurrencia aquellos edificios que total o parcialmente sean utilizados en forma permanente u ocasional para realizar representaciones teatrales, deportivas, conciertos, conferencias, audiciones radioteatrales, bailes, actos, comercios, templos, locales de enseñanza, exhibiciones en general y diversiones de cualquier naturaleza (RBT, Cap. X Ítem 1).

Se distinguen entre los locales de pública concurrencia:

- 1) los locales de reunión
- 2) los establecimientos sanitarios

1.1. LOCALES DE REUNIÓN

Se incluyen en este grupo (RBT, Cap. X Ítem 1.1):

- centros de enseñanza
- · iglesias
- · salas de conferencia
- · salas de baile
- · hoteles
- · restaurantes, bares
- · bibliotecas
- · museos
- casinos
- · aeropuertos
- · estaciones terminales
- · estacionamientos subterráneos
- establecimientos importantes comerciales o de servicio

y en general todos los locales en que se reúna un número importante de personas.

1.2. ESTABLECIMIENTOS SANITARIOS

Este grupo comprende (RBT, Cap. X Item 1.2):

- · hospitales y sanatorios
- · ambulatorios
- · otros locales destinados a fines similares.

2. DISPOSICIONES GENERALES

Las instalaciones eléctricas de estos locales, además de cumplir los reglamentos de carácter general, deberán ajustarse a las condiciones y especificaciones particulares que a continuación se establecen. Para locales con destino específico, se fijan más adelante disposiciones complementarias que se aplican en cada caso (RBT, Cap. X Ítem 4).

- a) Deberán estar alimentados por una acometida individual propia:
- cuando el local con gran afluencia de público forma un edificio independiente.
- cuando en el edificio existe más de un local independiente de pública concurrencia.
- cuando en un edificio donde hay varios locales o viviendas convencionales existe un local de pública concurrencia, si la potencia instalada en el mismo lo justifica.
- b) En cada uno de los locales de este tipo, deberá instalarse un tablero con elemento general de corte que permita la desconexión total del mismo en un lugar inmediato al acceso principal.
 - b) El Tablero General de Distribución deberá ubicarse en el punto más próximo posible a la entrada de la alimentación, e inmediato al mismo el dispositivo de corte reglamentario. Cuando no sea posible instalar el Tablero General en esa ubicación, de cualquier forma se colocará en ese punto un dispositivo de comando y protección que permita interrumpir la energía eléctrica en forma total.
 - Los Medidores y el ICP podrán colocarse en un emplazamiento diferente aprobado por los Servicios Técnicos de UTE.
 - d) Tanto el Tablero General como los Secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y estarán

- e) En locales con más de un piso, será obligatoria la instalación de un interruptor general por piso de forma de poder aislar independientemente cada uno de ellos. El interruptor general del tablero de piso deberá comandarse desde el tablero principal, mediante botoneras de desenganche (RBT, Cap. X ítem 4 d).
- f) En los locales donde se reúna público las derivaciones de alumbrado deben distribuirse de forma que el corte de cualquiera de ellas no afecte más de 1/3 del total de lámparas alimentadas. (RBT, Cap. X Ítem 4c).
- g) Las lámparas al alcance del público se protegerán con cristales, rejillas metálicas, etc.
- h) Los TC en zonas en que tiene acceso de público se dispondrán de forma que en condiciones normales queden fuera del alcance del mismo.
- i) Los aparatos receptores que consuman más de 15 A deben alimentarse directamente de Tablero (General o Derivado).
- j) Todos los equipos receptores con partes metálicas accesibles deberán contar con su adecuada puesta a tierra y protegidos con interruptor diferencial.

3. ALUMBRADOS ESPECIALES

Los locales de pública concurrencia deberán contar con **alumbrados especiales** alimentados por fuentes propias de energía, destinados a mantener la iluminación en los ambientes donde se reúna público ante una falta de alimentación externa, especialmente en los servicios higiénicos y accesos hasta las salidas, de forma de permitir la evacuación fácil y segura del público hacia el exterior. Deben mantenerse además iluminados aquellos locales en que la luz sea imprescindible (quirófanos, etc.). En locales importantes, deberá preverse la potencia necesaria para atender servicios urgentes o indispensables. (RBT, Cap. **X** Ítem 2). Como fuentes luminosas se utilizarán lámparas incandescentes o fluorescentes con dispositivo de encendido instantáneo (RBT, Cap. X Ítem 2.4).

Los aparatos de comando, protección y control para las instalaciones de alumbrados especiales (entre ellos un voltímetro), deberán centralizarse en un tablero ubicado fuera de la zona de acceso del público (RBT, Cap. X Ítem 2.4).

Las derivaciones para alumbrados especiales alimentarán un máximo de 12 puntos de luz y estarán protegidas por interruptores automáticos de no más de 10 A. Si en una misma dependencia o local hay varias puestas de alumbrados especiales, aún cuando su número sea inferior a 12 deben repartirse en más de una derivación (RBT Cap. X Ítem 2.4).

Se distinguen por sus características, tres tipos de alumbrados especiales (RBT, Cap. X Ítem 2):

- 1) de emergencia
- 2) de señalización
- 3) de reemplazamiento

3.1. ALUMBRADO DE EMERGENCIA (no permanente)

El alumbrado de emergencia está formado por luminarias que normalmente no están encendidas, y que se alimentan ante una falta de energía de la red. Está destinado a la evacuación fácil y segura del público, con letreros indicadores obligatorios de SALIDA-EMERGENCIA y debe proporcionar una luminancia mínima de 1 lux en el eje de las circulaciones principales (RBT Cap. X Ítem 2.1).

El alumbrado de emergencia solamente se alimenta de fuentes propias de energía, no de fuente exterior; y debe conectarse en forma automática cuando falte energía de la red o cuando la tensión de la misma caiga a menos del 70 % de su valor nominal, por en un lapso de 3 segundos. Su autonomía mínima de funcionamiento debe ser de 1 hora. (RBT Cap. X Ítem 2.1).

En el local del Tablero Principal de Distribución y en sus accesos, se instalará alumbrado de emergencia con los letreros indicadores correspondientes (RBT Cap. **X** Ítem 2.1).

Con **alumbrado de emergencia** deben equiparse (RBT Cap. **X** Ítem 2.5.1):

- · los locales de reunión que puedan albergar 200 personas o más.
- · los locales de espectáculos.
- · los establecimientos sanitarios.

3.2. ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN (permanente)

Posee características idénticas al alumbrado de emergencia, pero funciona de **forma continua-da** durante todo el tiempo de permanencia del público falte o no energía de la red. Los artefactos deben señalar en forma permanente durante todo el tiempo que los locales permanezcan con público la situación de puertas, pasillos y escaleras indicando las salidas de los locales proporcionando en el eje de las circulaciones principales una luminancia mínima de 1 lux (RBT Cap. X Ítem 2.2).

Este alumbrado es proporcionado por ciertas luminarias con ese destino específico que permanecen siempre encendidas independientemente de la existencia o no de fuente externa. Si la energía es proporcionada la red de UTE, deben pasar automáticamente a la fuente de emergencia si la tensión de suministro falta o cae por más de 3 segundos a menos del 70 % de su valor nominal. El período de funcionamiento alimentadas por fuente propia debe ser adecuado para permitir la evacuación del público, generalmente 1 hora.

El número de luminarias que poseen este sistema debe ser suficiente para proporcionar, en el eje de las circulaciones principales, una luminancia mínima de 1 lux.

Cuando los locales o dependencias que deban poseer este alumbrado coincidan con los que necesitan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos sistemas pueden ser los mismos.

Deben equiparse con alumbrado de señalización (RBT Cap. X Ítem 2.5.2):

- · estacionamientos subterráneos de vehículos
- teatros, cines en sala oscura y establecimientos similares
- · grandes establecimientos comerciales
- · casinos y hoteles
- establecimientos sanitarios.

y en general cualquier local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural no sea suficiente.

3.3. ALUMBRADO DE REEMPLAZAMIENTO

El alumbrado de **reemplazamiento** permite mantener la iluminación total o parcial en forma automática con fuentes propias de energía (RBT Cap. **X** Ítem 2.3).

Para este fin pueden utilizarse:

- luminarias del tipo autónomo permanente que poseen su propia batería de reemplazamiento conectadas a cualquier derivación convencional que permanecen encendidas exista o no alimentación externa
- luminarias comunes conectadas a derivaciones especiales alimentadas alternativamente de la red o una fuente propia.

El pasaje de una fuente a otra debe hacerse en forma automática cuando falte energía de la red o cuando la tensión de la misma caiga a menos del 70 % de su valor nominal, por un lapso de 3 segundos (RBT Cap. X Ítem 3) y su autonomía mínima debe ser de 2 horas (RBT Cap. X Ítem 2.3)

Es exigido especialmente equipar con alumbrado de reemplazamiento los establecimientos sanitarios (RBT Cap. X Ítem 2.5.3):

- · quirófanos, salas de curaciones y similares.
- · unidades de vigilancia intensiva o especial.

3.4. FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA

Las **fuentes propias de energía** para los alumbrados especiales podrán ser (RBT Cap. **X** Ítem 3):

- · Baterías de acumuladores.
- Artefactos autónomos (permanentes o no) en los que se incluyen su propia fuente alternativa.
- · Grupos generadores.

No se admite en ningún caso el uso de pilas como fuente para alumbrados especiales.

4. LOCALES DE ESPECTÁCULOS

Además de las prescripciones señaladas anteriormente, en estos locales deberán cumplirse las siguientes disposiciones (RBT Cap. **X** Ítem 5):

- TOWNSHIP ON THEIR DE
- a) Directamente del **Tablero General De Distribución**, se alimentarán los **siguientes grupos** de dependencias o locales:
- Vestíbulos, escaleras y pasillos de acceso a la sala desde la calle y dependencias anexas a ellas.
- Escenario y dépendencias anexas a él (camerinos, pasillos de accesos a éstos, almacenes, etc.).
- Alumbrado de cabinas cinematográficas o de proyectores.
- Salas de máquinas y aire acondicionado.

Cada uno de **los grupos 3) y 4)** dispondrán de un **Tablero Secundario** de distribución en el que se incluirán todos los elementos necesarios para los efectos en escena.

Las líneas distribuidoras generales serán accionadas por interruptores termomagnéticos e interruptores diferenciales, los que se podrán disponer en cascada con selectividad adecuada.

Las derivaciones que partan de cualquier tablero deberán estar dotados de elementos de comando y protección que sin excepción deben ser interruptores automáticos termomagnéticos omnipolares de rango adecuado, que actúen sobre todos los polos, ubicados fuera del alcance del público.

- a) En los edificios o locales destinados a representaciones teatrales, la alimentación del **Tablero de Escena** deberá realizarse directamente desde el **Tablero General**, debiéndose cumplir las condiciones de seguridad establecidas (RBT Cap. **X** Ítem 6 c). En los escenarios, así como en los almacenes y talleres anexos, se utilizaran únicamente conductores con aislación para tensión no inferior a 750 V nominales colocados en conductos aislantes embutidos o metálicos en forma aparente.
- b) En salas cinematográficas, la cabina de proyección se considerara como un local expuesto a incendios, y en consecuencia deben tomarse las siguientes medidas de seguridad (RBT Cap. X Ítem 5b):
- Conductores protegidos con conductos metálicos o provistos de aislación especial.
- Elemento de corte general en el exterior de la cabina, junto a la puerta de acceso.

- Tablero provisto de puertas de hierro u otro material rígido e incombustible con cierre hermético.
- Interruptores blindados, tanto los que se incluyen en el tablero como los que se monten separadamente, incluso los de alumbrado.
- Equipos alimentadores de los proyectores (transformadores, impedancias, etc.) alojados en celda exclusiva cerrada incombustible.

4.1. ALUMBRADO GENERAL

El alumbrado de cada sector de la sala deberá estar alimentado por **más de una derivación**. (RBT Cap. **X** Ítem 6.1).

Las luces del hall, escaleras, pasillos, descansos, etc. que se mantengan encendidas durante el desarrollo de la función, deberán alimentarse desde el tablero general, oficinas, boleterías u otro lugar similar, prohibiéndose hacerlo desde el tablero de la cabina de proyección o de escena.

Una parte de la iluminación de cada sector de la sala, suficiente para que el público pueda evacuarla sin peligro, deberá poder accionarse desde el tablero general, oficinas, boleterías u otro lugar similar, además del comando que exista desde la cabina de proyección o de escena.

4.2. ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN

Encima de todas las puertas de salida de la sala se colocarán luminarias permanentes durante la función con paneles frontales de vidrio o plástico con la inscripción **SALIDA** en caracteres de color rojo, las que poseerán también una lámpara conectada al sistema de alumbrado de emergencia. (RBT Cap. **X** Ítem 6.2)

Todos los elementos de defensa contra incendio serán iluminados en forma permanente.

4.3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Las salas de espectáculos deberán estar dotadas de alumbrado de emergencia de acuerdo a lo establecido anteriormente.

En un punto visible del hall de entrada, se instalará una luminaria permanente durante la función similar a las anteriores, pero dotada de dos lámparas y con la inscripción SEGURIDAD o EMER-GENCIA en caracteres rojos. Deberán instalarse lámparas cuya potencia se calcule a razón de 0,1 W/m² de superficie horizontal en salas, galerías, pasillos, entradas, etc. y 0,2 W/m² de proyección horizontal en escaleras. (RBT Cap. X Ítem 6.3).

5. LOCALES DE REUNIÓN

Rigen en su totalidad las disposiciones reglamentarias generales para locales de pública concurrencia.

En locales de reunión, a partir del **Tablero General de Distribución** se tenderán líneas generales con elementos de protección y comando omnipolares, para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales (RBT Cap. **X** Ítem 6.4):

- · Salas de venta o reunión, por planta
- Escaparates
- Almacenes
- · Talleres
- · Pasillos, escaleras y vestíbulos

6. ESTABLECIMIENTOS SANITARIOS

La instalación eléctrica de los edificios con locales para la práctica médica y en concreto para quirófanos, deberá ser trifásica con conductor de protección (RBT Cap. **X** Ítem 7.1.1).

Además de las exigencias de tipo general y las especiales establecidas en el Capítulo XXI del Reglamento de Baja Tensión de UTE, deberán cumplirse las especificaciones indicadas a continuación.

6.1. INSTALACIONES EN QUIRÓFANOS

Todos los equipos electromédicos deberán ajustarse a las normas internacionales vigentes.

6.1.1. Transformador de aislamiento

En la alimentación de quirófanos, es obligatorio el uso de un transformador de aislamiento o separación de circuitos por quirófano como mínimo de relación 1/1 a fin de limitar las corrientes de fuga y dar mayor seguridad en la alimentación eléctrica a aquellos equipos en los que una interrupción en el suministro pueda poner en peligro, directa o indirectamente, al paciente o al

personal médico. La tensión secundaria de ese transformador no sobrepasará los 230 V eficaces. (RBT Cap. **X** Ítem 7.1.3).

Las protecciones contra sobrecorrientes del propio transformador y de los circuitos por él alimentados, deberán coordinarse de forma de evitar que la falta en uno de los circuitos pueda dejar fuera de servicio la totalidad de los sistemas alimentados a través del transformador.

6.1.2. Detector de fugas

Los dispositivos alimentados a través de un transformador de aislamiento no deben protegerse con diferenciales ni en el primario ni en el secundario del mismo. (RBT Cap. X Ítem 7.1.1). Para al vigilancia del nivel de aislamiento de los circuitos, se dispondrá un monitor de detección de fugas que acciona cuando se detecte una pérdida de aislamiento capaz de (RBT Cap. X Ítem 7.1.3):

- producir una corriente de fuga superior a 2 mA en instalaciones a 127 V
- producir una corriente de fuga superior a 5 mA en instalaciones a 230V.
- disminuir la resistencia de la aislación a menos de 50.000 W.

Al detectar un defecto que caiga dentro de los mencionados valores, el monitor provocará:

- · el encendido de una señal óptica color rojo.
- el sonido de una alarma acústica.

El sistema comprende también un botón de detención de la alarma acústica y una señal óptica color verde de correcto funcionamiento.

El tablero de alarma del monitor de fugas se ubicará **en el interior del quirófano** en un lugar fácilmente accesible y con amplia visibilidad.

6.1.3. Medidas de protección

El tablero de mando y protección del quirófano deberá ubicarse fuera del mismo en sus inmediaciones y en lugar de fácil acceso. En él se deben incluir:

- · las protecciones contra sobrecorrientes
- · el transformador de aislamiento
- · el detector de fugas

Todas las partes metálicas accesibles deberán conectarse a una barra de equipotencialidad

Earling the thurse

mediante conductores de cobre aislados e independientes como se indica en el apartado 6.1.4.

La impedancia entre el embarrado común de puesta a tierra de cada quirófano y las conexiones a masa o los contactos de tierra de los tomacorrientes, no deberá exceder a 0,2 W.

Deberán disponerse, además de la puesta a tierra y la equipotencialidad, interruptores diferenciales de alta sensibilidad, 30 mA, para la protección individual de aquellos equipos que no se alimenten a través de un transformador de aislamiento (RBT Cap. X Ítem 7.1.1).

Un sistema de emergencia mantendrá en funcionamiento la lámpara del quirófano y los equipos esenciales de asistencia vital, que deberá entrar en servicio en un máximo de 0,5 segundos. La alimentación de la lámpara será siempre a través de un transformador de seguridad. (RBT Cap. X Ítem 7.1.1).

6.1.4. Conexión de equipotencialidad

Deberá instalarse una barra de equipotencialidad separada de la barra de puesta a tierra pero interconectadas, a la que deberán unirse todas las partes metálicas accesibles mediante conductores de cobre aislados e independientes (RBT Cap. X Item 7.1.2).

La barra de equipotencialidad estará unida a la puesta a tierra de protección por un conductor de sección no inferior a 16 mm².

Tanto los conductores de equipotencialidad como los de protección (tierra) serán aislados, siendo sus colores de identificación verde-amarillo.

6.2. APARATOS DE RAYOS X

Estas instalaciones son realizadas por empresas especializadas que se responsabilizan por las condiciones de seguridad de las mismas.

Las instalaciones eléctricas de aparatos de Rayos X deben alimentarse (RBT Cap. X Ítem 2):

- Si su carga es <30 A podrán conectarse a las instalaciones corrientes, siempre que la potencia contratada sea igual o superior a 6,6 kW.
- Para cargas entre 30 y 50 A, se exigirá una potencia contratada de 15 kW y alimentación directa desde el Tablero General.
- Para cargas superiores a 50 A se conectará en un circuito independiente con alimentación directa desde una Subestación previa gestión escrita en UTE.

XI. PUESTA A TIERRA

1. DEFINICIÓN

Se denomina **puesta a tierra** toda conexión metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre ciertos elementos o partes de la instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo (NI, Cap.I Ítem 15.2). (RBT, Cap. **XXIII** Ítem 2).

La función de la puesta a tierra es evitar que la diferencia de potencial entre el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno alcance valores peligrosos, permitiendo a la vez el pasaje a tierra de las corrientes de falta o la de descarga de origen atmosférico (RBT, Cap. XXIII Ítem 2). Las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente de limitar la tensión que puedan presentarse en un momento dado (RBT, Cap. XXIII Ítem 1):

- entre las masas metálicas y tierra (tensión de contacto)
- entre distintos lugares del suelo en las inmediaciones de la puesta a tierra (tensión de paso).

asegurando la actuación de las protecciones con una adecuada **resistencia de la puesta a tierra** y eliminando o por lo menos disminuyendo el riesgo que supone una avería en el material.

Los circuitos de puesta a tierra deberán formar una línea eléctricamente continua en la que no pueden incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra, siempre debe hacerse por derivaciones a partir del mismo (RBT, Cap. XXIII Ítem 6).

En los circuitos de tierra no pueden intercalarse seccionadores, fusibles o interruptores; solamente uniones con elementos atornillados con presión permanente elástica en los puntos de puesta a tierra, con fines específicos de medición (RBT, Cap. XXIII Ítem 10.5).

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra. (RBT, Cap. VI Ítem 3.2.1 a). Esta disposición está incluida en un párrafo que indica que no es el sistema adoptado por UTE en instalaciones interiores, pero es buen criterio aplicarla con carácter general.

2. COMPONENTES DE LA PUESTA A TIERRA

Todo sistema de puesta a tierra consta de los siguientes elementos (NI, Cap. I Ítem 15.3). (RBT, Cap. XXIII Ítem 5):

- 1) Tomas de tierra
- 2) Líneas principales de tierra
- 3) Derivaciones de las líneas principales
- 4) Conductores de protección

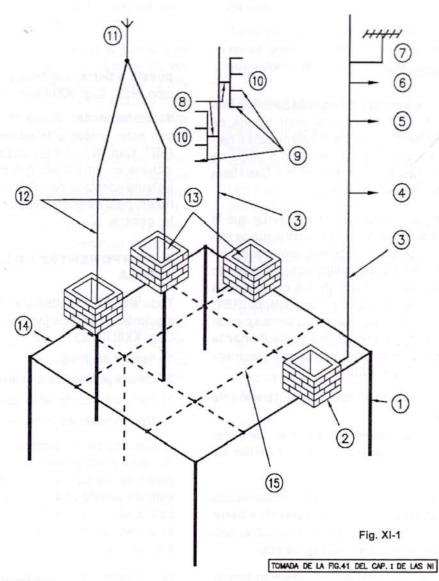
El conjunto de conductores, así como sus derivaciones y empalmes que forman las diferentes partes de las puestas a tierra, constituye el circuito de puesta a tierra. (RBT, Cap. XXIII Ítem 5). La Fig.XI-1 muestra el esquema de un sistema de puesta a tierra mostrando los distintos elementos que la componen.

Con carácter general, **los materiales** que se empleen en la realización de puestas a tierra, deben ser capaces de soportar las condiciones más severas (RBT, Cap. **XXIII** Ítem 5). Según su tipo, deben ser resistentes a:

- a) materiales metálicos: corrosión galvánica intergranular, corrosión galvánica por contacto entre diferentes metales, oxidación, etc.
- b) materiales sintéticos: rayos solares, elevación brusca de temperatura, congelamiento, dilatación y contracciones por envejecimiento y fragilidad.

Lacturan on

ESQUEMA DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA



REFERENCIAS

- (1) ELECTRODO
- (2) CÁMARA
- (3) LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA
- (4) SERVICIOS GENERALES
- (5) MONTACARGAS
- (6) ASCENSORES
- (7) ANTENAS
- (8) DERIVACIONES DE LA LÍNEA PRINCIPAL

- (9) CONDUCTORES DE PROTECCIÓN
- (10) VIVIENDA
- (11) PARARRAYOS
- (12) LÍNEAS PRINCIPALES DE PARARRAYOS
- (13) PUNTOS DE PUESTA A TIERRA
- (14) ANILLO DE ENLACE CON TIERRA
- (15) EVENTUAL MALLA DE TIERRA

FAMILY OF BUILDING

2.1. TOMAS DE TIERRA

Las tomas de tierra están formadas por los siguientes elementos (RBT, Cap. XXIII Ítem 5.1)(NI, Cap. I Ítem 15.4):

- 1) Electrodo
- 2) Línea o anillo de enlace con tierra
- 3) Punto de puesta a tierra

Una toma de tierra se considera **independiente** respecto a otra, cuando no alcance con referencia a un punto de potencial cero, **una tensión superior a 50 V** cuando la otra disipa la máxima corriente de tierra prevista (RBT, Cap. **XXIII** Ítem 7).

2.1.1. Electrodo

Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste de las corrientes de defecto. (NI, Cap. I Ítem 15.4). El electrodo deberá dimensionarse de forma que su resistencia a tierra no supere los valores especificados. Este valor será tal, que cualquier masa no dé lugar a tensiones de contacto superiores a:

- · 24 V en locales húmedos
- 50 V en los demás casos

para corrientes de defecto que sean eliminadas en menos de 5 segundos (RBT, Cap. XXIII Ítem 9).

Cuando exista posibilidad de sobrepasar estos valores, deberán instalarse aparatos de corte rápido que aseguren el corte de corriente antes de provocar daños. En todos los suministros eléctricos de UTE en Baja Tensión, es obligatoria la instalación de un interruptor diferencial en el tablero general del cliente, posterior al ICP, (RBT, Cap. XXIII Ítem 9). El uso y características de los interruptores diferenciales han sido suficientemente descritos en el Ítem 5.3 del Cap. III de esta Publicación.

Se prohibe específicamente utilizar como electrodo de tierra las cañerías de OSE ni las de suministro de gas (RBT, Cap. VI ítem 4). La sustitución actual de los conductos metálicos por materiales aislantes hace que esas instalaciones no representen una puesta a tierra confiable.

La sección de un electrodo no debe ser inferior a la sección del conductor que constituye la línea principal de tierra y su material el mismo que el del anillo de enlace (o en ciertos casos, el recubrimiento normalizado de los mismos) (NI, Cap. I Ítem 15.4-b). (RBT, Cap. XXIII Ítem 8.2).

Pueden emplearse las fundaciones de hormigón armado como parte del conjunto de electrodos artificiales, cuando estén específicamente construidas respetando las condiciones necesarias para su uso con tal fin. (RBT, Cap. XXIII Ítem 8.1).

Se prohibe especialmente el uso de sustancias corrosivas como mejoradoras de la conductividad del terreno, y el uso en lugares húmedos de metales que formen pares galvánicos (NI, Cap. I Item 15.4). Esto altera la antigua práctica de agregar carbonilla y sal para mejorar la conductividad, muy efectiva inicialmente pero que provocaba la destrucción del electrodo a corto plazo.

Para las puestas a tierra solamente se utilizarán electrodos artificiales (RBT, Cap. XXIII Ítem 8.1). Los mismos deben estar constituidos por metales inalterables a la humedad y acción química del terreno (cobre, hierro galvanizado en caliente, hierro con protección catódica o fundición de hierro; en este último caso, las secciones mínimas serán el doble de las mínimas que se especifican para los de hierro zincado en caliente) (RBT, Cap. XXIII Ítem 8.2).

Los electrodos artificiales podrán estar formados por (RBT, Cap. **XXIII** Ítem 8.2):

- Electrodos simples constituidos por barras, tubos, placas, cables, pletinas u otros perfiles, preferiblemente de cobre.
- Anillos o mallas metálicas formados por los elementos indicados anteriormente o por combinación de ellos.

2.1.1.1. Resistencia

La resistencia de un electrodo depende de:

- · sus dimensiones
- · su forma
- · la resistividad del terreno

La resistencia de la puesta a tierra depende de sus dimensiones, la forma y la resistividad del terreno en el cual se instala; es variable de un punto a otro y con la profundidad.

Puede calcularse aplicando las fórmulas de la Tabla XI-3, estimando el valor medio de la resistividad del terreno. Una primera aproximación puede hacerse usando los valores medios de la Tabla XI-2, ajustando con los valores de la Tabla

Tabla XI-1 TOMADA DEL RBT CAP. XXIII TABLA I

RESISTIVIDAD DE LOS TERRENOS

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD (Wxm)			
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30			
Limo	20	а	100	
Humus	10	а	150	-570
Turba húmeda	5	а	100	
Arcilla plástica	Afford some	50		
Margas y arcillas compactas	100	а	200	
Margas del jurásico	30	а	40	03
Arena arcillosa	50	а	500	7
Arena silícea	200	а	3.000	. 100
Suelo pedregoso cubierto de césped	300	а	500	log
Suelo pedregoso desnudo	1.500	а	3.000	
Calizas blandas	100	а	300	100
Calizas compactas	1.000	а	5.000	
Calizas agrietadas	500	а	1.000	
Pizarras	50	а	300	
Rocas de mica y cuarzo		800		
Granitos y gres procedentes de alteración	1.500	а	10.000	
Granitos y gres muy alterados	100	а	600	

Tabla XI-2 TOMADA DEL RBT CAP. XXIII TABLA II

RESISTIVIDAD DE LOS TERRENOS

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD (Ωxm) VALOR MEDIO	
Terrenos cultivables y fértiles, Terraplenes compactos y húmedos	50	
Terrenos cultivables poco fértiles, terraplenes	500	
Suelos pedregosos desnudos arenas secas permeables	3.000	

Tabla XI-3 TOMADA DEL RBT CAP. XXIII TABLA III

RESISTENCIA SEGÚN TIPO DE ELECTRODO

ELECTRODO	RESISTENCIA DE TIERRA	
Placa enterrada vertical	$R = 0.8 \frac{\rho a}{P}$	
Pica vertical	$R = \frac{\rho_a}{L}$	
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \frac{\rho_a}{L}$	

ρa = resistividad aparente del terreno (Ùxm) P = perímetro de la placa (m) L = longitud de la pica o conductor (m)

XI-1 si se tiene mayor información (RBT, Cap. XXIII Ítem 9).

2.1.1.2. Tipos

Para las puestas a tierra se emplearán electrodos metálicos artificiales formados por:

- A) Placas enterradas verticalmente.- Si se usan placas, las mismas se enterrarán verticalmente de forma que su arista superior quede por lo menos a 50 cm de la superficie del terreno; deben tener las siguientes características (RBT, Cap. XXIII Ítem 8.2.1).:
- · área útil mínima (ambas caras) 0,5 m²
- espesor 2 mm (cobre) y 4 mm para hierro galvanizado
- · si se usan **varias placas**, la separación entre ellas debe ser de aproximadamente **3 m**
- B) Picas enterradas verticalmente.- Las picas deberán tener una longitud de no menos de 2 m, y en caso de usarse picas en paralelo la separación deberá ser por lo menos igual a la longitud enterrada. Las picas pueden ser (RBT, Cap. XXIII Ítem 8.2.2):
- Electrodos tipo Copperweld (barras de acero recubiertas por una capa protectora de cobre) φ mínimo 14 mm
- Tubos de acero zincados en caliente de φ exterior 60 mm como mínimo
- Perfiles de acero dulce galvanizados en caliente de 60 mm de lado como mínimo.
- C) Conductores enterrados horizontalmente.-Pueden utilizarse conductores enterrados horizontalmente a una profundidad mínima de 50 cm, de los siguientes tipos:
- Conductores de cobre desnudo de sección mínima 35 mm².
- Pletinas de cobre 35 mm² de sección y 2 mm de espesor (mínimos).
- Pletinas de acero galvanizado de 100 mm² de sección y 4 mm de espesor (mínimos)
- Alambres de acero de no menos de 20 mm² de sección recubiertos con una capa de cobre de espesor mínimo 350 μ.
- Cables de acero galvanizado de sección mínima 95 mm² formados por alambres de no menos de φ 2,5 mm.

Las jabalinas tipo Copperweld prácticamente han reemplazado los otros sistemas de electrodos debido a la simplicidad de colocación, seguridad y facilidad de inspección. Están suficientemente probadas y con ellas se suministran accesorios tales como **tomacables** que facilitan su instalación. (Fig.**XI-**2).

Son bimetálicas, están formadas por un alma de acero con una capa exterior de cobre unidos íntimamente formando un solo cuerpo, lo que además de dar una buena protección contra la corrosión, ofrece una rigidez que permite hincarlas fácilmente con un martillo liviano, martinetes suministrados como accesorios, etc. sin peligro de maltrato o deformaciones por pandeo. Facilitan la disminución de la resistencia de la puesta a tierra agregando jabalinas en paralelo o empleando jabalinas seccionales o acoplables en las que puede aumentarse su longitud mediante el uso de manguitos de acople.

Se suministran normalmente en diámetros nominales de 9 mm (3/8"),12,6 mm (1/2"), 14,6 mm (5/8") y 16,2 mm (3/4") en longitudes de 1 m, 1,5 m 2 m y para las de 16,2 mm, 3m. Las dimensiones mínimas reglamentarias son ϕ 14 mm x 2 m (RBT, Cap. **XXIII** Ítem 8.2.2).

Además de las originales, existen en plaza varias versiones, de calidad variable dependiendo del precio.

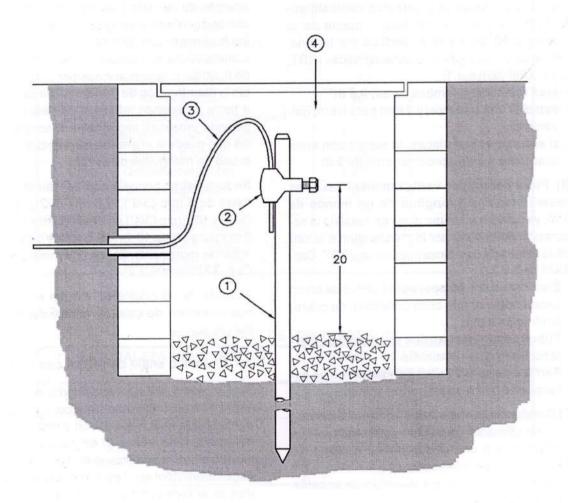
2.1.2. Línea o anillo de enlace con tierra

Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el o los puntos de puesta a tierra. Son del mismo material que los electrodos (o en ciertos casos, del recubrimiento normalizado de los mismos) (NI, Cap. I Ítem 15.4-b). Los conductores desnudos de enlace con tierra, enterrados en el suelo, se consideran parte integrante del electrodo (RBT, Cap. XXIII Ítem 10.2).

Los conductores que constituyen los anillos de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones serán del mismo metal conductor (cobre u otro metal de alto punto de fusión) y su sección debe ser ampliamente dimensionada de forma que cumpla las condiciones siguientes (RBT, Cap. XXIII Ítem 10.1):

 a) La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación, no debe provocar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión ni poner en peligro los

PUNTO DE PUESTA A TIERRA



REFERENCIAS

- (1) JABALINA COPPERWELD
- 2 TOMACABLES (PUNTO DE PUESTA A TIERRA)
- (3) LINEA PRINCIPAL DE TIERRA
- (4) CÁMARA 30 x 30 cm (MINIMO)

DIMENSIONES EN CENTÍMETROS

TOMADA DEL CATÁLOGO COPPERWELD

- b) Los conductores no podrán ser de sección menor a las siguientes:
- Líneas principales 16 mm²
- · Anillo de enlace 35 mm

para conductores de cobre; para otros metales, las secciones mínimas serán las que tienen la misma conductancia que los mencionados. Como excepción, en suministros cuyas líneas repartidoras sean de sección inferior, tendrán la misma sección que los conductores de fase.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes, se mantendrá entre los conductores de tierra un aislamiento apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta (RBT, Cap. XXIII Ítem 10.2).

2.1.3. Puntos de puesta a tierra

Punto situado generalmente dentro de una cámara de dimensiones mínimas 30 x 30 cm a 20 cm del fondo, que sirve de unión entre el anillo de enlace con tierra y las líneas principales de tierra. Son uniones atornilladas fijadas al anillo de enlace con tierra, desmontables con fines de medición (NI, Cap. I Ítem 15.4-c).

2.2. LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA

Están formadas por los conductores que parten del punto de puesta a tierra, al que se conectan las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas, generalmente a través de los conductores de protección (NI, Cap. I Ítem 15.5).

El recorrido de estos conductores será lo más corto posible, y sin cambios bruscos de dirección. No deben estar sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico (RBT, Cap. XXIII Ítem 10.3).

Si los conductores son de **acero**, deben ir inmersos en el hormigón, y las partes expuestas al aire ambiente deberán ser **zincadas** en caliente (RBT, Cap. **XXIII** Ítem 5.2).

Los conductores activos y de protección serán de cobre, aislados para una tensión de 450/750 V, instalándose en la misma canalización. (NI, Cap. II (tem 6.1):

Las secciones mínimas para las líneas principales de tierra y del anillo de enlace con tierra en conductores de cobre son las siguientes RB Cap. XXIII Ítem 10.1-b).

Tabla XI-4

TOMADA DE RB CAP.XXII ÎTEM 10.1-B)

SECCIONES MÍNIMAS DE CONDUCTORES PRINCIPALES

DESTINO	SECCIÓN (mm²)	
Líneas principales	≥ 16	
Anillo de enlace	≥ 35	

Excepto para aquellos suministros cuyas líneas repartidoras sean de sección inferior, en cuyo caso serán de igual sección que los conductores de línea.

Para las **líneas principales** de tierra y sus **derivaciones** se utilizarán conductores de **cobre** u otro metal de alto punto de fusión, aislados para una tensión nominal de 450/750 V, identificados por colores de su aislación **verde-amarillo** o verde.

Sin perjuicio de lo anterior la sección mínima de las derivaciones de la línea principal y los conductores de protección para viviendas será determinada de acuerdo a la sección de los conductores de línea (en mm²) (NI, Cap. II Ítem 6.1):

Tabla XI-5

TOMADA DE NI CAP. II ÎTEM 6.1

SECCIONES MÍNIMAS DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LÍNEA (mm²)	SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN (mm²)
S ≤ 16	= S (≥ 2)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2 (≤ 50)

Aún cuando no se establece expresamente, la Tabla XI-5 es de aplicación general.

2.3. DERIVACIONES DE LAS LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA

Las derivaciones de las líneas de tierra están constituidas por conductores que une la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas (NI, Cap. I ítem 15.6) y (RBT, Cap. XXIII ítem 5.3). Tienen las mismas características que las líneas principales.

2.4. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección son los que unen eléctricamente las masas con la línea principal de tierra o sus derivaciones.

Reciben igualmente el nombre de conductores de protección aquellos conductores que unen las masas (RBT, Cap. XXIII Ítem 5.4):

- · a otras masas
- · a elementos metálicos distintos de las masas
- · a un relé de protección

En los suministros de UTE en baja tensión, no podrá conectarse en ningún punto el conductor neutro con la red de puesta a tierra del cliente (RBT, Cap. XXIII Ítem 5.4).

2.5. CONEXIONES EQUIPOTENCIALES

Es un sistema de protección que consiste en unir todas las masas de la instalación a proteger entre sí y a los elementos conductores simultáneamente accesibles, para evitar la aparición eventual de tensiones peligrosas entre ambos.

Una instalación completa incluye la unión de las conexiones equipotenciales a tierra, limitando las tensiones de los elementos anteriores respecto al suelo. La conexión es efectiva solamente en el local donde es utilizada, ya que estas conexiones equipotenciales pueden lugar a la aparición de tensiones en elementos metálicos muy separados del lugar donde se haya producido un defecto a masa, alcanzando incluso lugares desprovistos de instalación eléctrica. Este sistema requiere un cuidadoso análisis y a veces el uso de relés diferenciales.

En particular, en el caso de **Subestaciones**, se exige el tendido de un conductor de cobre desnudo de sección ≥ 16 mm² dispuesto **formando un serpentín** con lazos separados entre sí ≤ 20 cm, aislado eléctricamente de la armadura de la losa de piso. Sobre la superficie sobre la que se coloque el conductor equipotencial, se aplica una pintura aislante eléctrica tipo epoxi-bituminosa, sobre la que se coloca el conductor equipotencial inmerso en una capa de hormigón de 4 cm de espesor. Los conductores de la malla equipotencial se unen eléctricamente a la puesta a tierra de la subestación.

3. ELEMENTOS QUE DEBEN CONECTARSE A TIERRA

En todos los edificios, deberán conectarse a la puesta a tierra (NI, Cap. II Ítem 15.10) (RBT, Cap. VIII Ítem 4):

- · el pararrayos
- · la antena colectiva
- todas las masas metálicas de la instalación eléctrica y las de baños
- todo el sistema de cañerías metálicas accesibles destinadas a la distribución y desagüe de agua o gas del edificio, depósitos de fueloil, calefacción
- en general, **las estructuras metálicas** y todo elemento metálico importante.

En los tableros, los conductores de las descargas a tierra de las derivaciones, líneas, ramales, etc., así como los de las estructuras metálicas de los mismos, deberán reunirse en un terminal o en una placa de conexión. En las tapas o en la protección exterior, deberá pintarse en forma visible el símbolo de descarga a tierra, de forma que indique claramente la ubicación del borne o barra de conexión (RBT, Cap. V Ítem 1.4.5):

Las cubiertas metálicas de los portalámparas deberán conectarse a tierra (RBT, Cap. XVII Ítem 1.1). Esto representa una modificación importante respecto a las disposiciones reglamentarias aplicadas antes de la puesta en vigencia a fines de 1995 de la nueva Normativa, debiéndose enhebrar conductor de protección también en las puestas destinadas a iluminación, estén o no al alcance de la mano, anteriormente no exigido.

4. PEQUEÑOS O MEDIANOS SUMINISTROS INDIVIDUALES

En el caso de viviendas, pequeños comercios o industrias individuales, ubicadas en predios independientes, y cuyas cargas solicitadas no superen 15 kW en 230 V, o 20 kW en 400 V, las secciones de los conductores de protección serán los indicados la Tabla XI-4. (NI, Cap. II ftem 15.9)

En estos casos, si las condiciones del suelo permiten alcanzar las condiciones de seguridad indicadas en el Ítem 2.1.1 de este Capítulo, no es necesaria la utilización de anillo de enlace, pudiéndose conectar la línea principal de tierra al electrodo en la respectiva cámara.

5. TIERRAS ARTIFICIALES EN NÚCLEOS HABITACIONALES

Las siguientes prescripciones son aplicables a las instalaciones interiores de las viviendas, y en lo que corresponda, a las de locales comerciales, de oficinas y destinos similares. (RBT Cap. VI Item 1.-).

5.1. TOMAS DE TIERRA

En toda nueva edificación se establecerá una puesta a tierra de protección, siguiéndose para ello uno de los siguientes sistemas (RBT, Cap. VIII Ítem 3.1):

- A) Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de comenzar la construcción, un conductor rígido de cobre desnudo de 35 mm² como mínimo, o un cable de acero galvanizado de 95 mm², de manera de formar el anillo de enlace con tierra que comprenda todo el perímetro del edificio; a este anillo deberán conectarse electrodos verticales según la necesidad de disminuir la resistencia de tierra. Cuando el conjunto comprenda varios edificios próximos, se vincularán eléctricamente los anillos de enlace con tierra con el fin de formar una malla de la mayor extensión posible.
- B) Instalando en patios o en jardines uno o varios electrodos según lo descrito en el Ítem 2.7.2 de este Capítulo.

Al anillo de enlace con tierra, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio, siempre y cuando no haya peligro de corrosión galvánica por el cierre del circuito por tierra, provocado por electrodos metálicos de potenciales diferentes. Cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, podrá conectarse un cierto número de hierros de los considerados principales garantizando, con tal fin, la continuidad eléctrica de dichos hierros principales de las carreras o pilares de fundación o columnas de la estructura del edificio. Estas conexiones se establecerán por soldadura autógena, exotérmica, o conectores apropiados.

5.2. PUNTOS DE PUESTA A TIERRA

Los puntos de puesta a tierra deberán situarse (RBT, Cap. VIII ítem 3.2):

- a) En los patios de aire y luz destinados a cocinas y cuartos de baño, etc.
- b) En el local o lugar de la centralización de medidores, si lo hubiera.
- En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiera.
- d) En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

5.3. LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DERIVACIONES

Al punto o puntos de puesta a tierra a) y b) indicados en el apartado anterior, se conectarán las líneas principales de tierra. Estas líneas podrán instalarse por los patios de aire y luz o por canalizaciones eléctricas interiores, con el fin de establecer a la altura de cada planta del edifico su derivación hasta el borne de conexión de los conductores de protección de cada local o vivienda (RBT, Cap. VIII ítem 3.3).

Las líneas principales y sus derivaciones pueden tenderse en las mismas canalizaciones eléctricas que las derivaciones individuales (líneas alimentadoras), en cumplimiento de las disposiciones particulares.

Únicamente se admite la entrada directa de las derivaciones de la línea principal de tierra en co-

cinas y cuarto de baño en construcciones existentes donde no se haya previsto la instalación de conductores de protección; las masas podrán conectarse a la derivación de la línea principal de tierra directamente o por un TC con contacto de puesta a tierra.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre de sección mínima igual a la de los conductores de protección. Pueden estar formadas por barras planas o redondas o por conductores aislados; solamente se admitirá el uso de conductores desnudos en servicios trifásicos de 230 V con neutro aislado, protegiéndolos mecánicamente en las partes accesibles y en los pasos de techos, muros, etc.

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, ductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables de la instalación eléctrica o cualquier otra.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos elásticos que garanticen una continua, permanente y perfecta conexión, eléctrica y mecánica, entre ellos.

6. TIERRAS ARTIFICIALES EN VIVIENDAS INDIVIDUALES

En estos casos la puesta a tierra podrá construirse (RBT, Cap. XIII ítem 13):

- a) Colocando en un pozo de 2 m de profundidad un cable de cobre desnudo de 35 mm² o un caño de hierro galvanizado \(\phi \) 2" cuya parte superior termina en una cámara.
- b) Colocando en un pozo de 1,5 m de profundidad una chapa de cobre electrolítico de 0,50 m² de superficie y 2 mm de espesor, o de hierro galvanizado en caliente de 4 mm de espesor. La chapa se colocará verticalmente rodeada de tierra negra, colocando un caño de PVC desde la parte inferior hasta la superficie para verter aqua.

La conexión del conductor de tierra se hace con perno de bronce ϕ 9 mm protegiendo al conductor de tierra hasta la toma de tierra de la vivienda con un caño de PVC o fibrocemento.

7. SEPARACIÓN ENTRE TOMAS DE TIERRA CON UNA S.E

Las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no pueden estar unidas a la toma de tierra de las masas de una subestación (RBT, Cap. XXIII Ítem 11).

Se considera que las tomas de tierra son **eléctricamente independientes** cuando se cumplen todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras de la SE con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra de la SE y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados es de por lo menos 15 m para terrenos de resistividad no muy elevada (100 W/m). Esta distancia será mayor cuando el terreno sea muy mal conductor.
- c) La SE está situada en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si está contigua a ellos o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no estén unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

En caso de no poderse respetar lo establecido, en la etapa de proyecto y por lo menos 60 días antes del comienzo de las obras civiles, se solicitará a la Oficina Técnica de UTE el estudio de una posible solución alternativa.

8. TRÁMITES PARA APROBACIÓN

Debe presentarse en UTE para aprobación el proyecto de puesta a tierra de la instalación, incluyendo:

- A) Esquema de puesta a tierra y pararrayos (NI, Cap. I Ítem 15).
- B) Medida de resistividad del suelo (método de Wenner a 1, 2, 4 y 8 m) cuando el cliente tenga que construir el local de la subestación o un puesto de conexión. (RBT, Cap. XXIII Ítem 3).

- C) Plantas, cortes y esquema unifilar de las instalaciones de puesta a tierra y pararrayos, indicando trazados, tipo y sección de conductores y ubicación de cámaras donde se encuentran los puntos de puesta a tierra; deberán especificarse además, las clases de electrodos utilizados indicando sus dimensiones (NI, Cap. I Ítem 15).
- D) Valores de las corrientes de defecto máximas y el tiempo de duración de las mismas, según las protecciones propuestas, así como las tensiones de paso y contacto en los puntos de riesgo, las que nunca superarán el valor V_s (NI, Cap. I Ítem 15).

$$Vs = \frac{116}{\sqrt{t}}$$

donde:

V_s - Voltaje de seguridad, máximo admisible (V)

t - Tiempo de apertura de protecciones (s)

Por **punto de riesgo** se entiende todo punto de la instalación, accesible por personal no especializado o sin protección especial, en el que puedan producirse tensiones superiores a 24 o 50 V según los casos, sin elemento de protección eléctrica que limite el tiempo de duración de la sobretensión. (RBT, Cap. **XXIII** Ítem 3).

XII. EL SUMINISTRO ELÉCTRICO

1. GENERALIDADES

Salvo casos excepcionales en que existen usinas de generación propia (grupos electrógenos, etc.) la energía eléctrica no se producen en el punto en que se utiliza, sino que de una o varias centrales se alimenta un sistema del cual los usuarios reciben la energía.

La tensión de utilización (230 o 400 V en Uruguay) no es apta para trasmitir la energía a más que unos pocos cientos de metros sin tener que utilizar secciones muy grandes de conductores. Por tanto, utilizando la propiedad de la energía eléctrica alterna de poder elevar y reducir la tensión con equipos simples (transformadores), la misma se genera en una central, se eleva su tensión a la adecuada para ser trasmitida en función de la distancia, y finalmente se reduce en una o varias etapas hasta llegar al consumidor al valor de utilización.

En un **sistema eléctrico**, pueden distinguirse las siguientes partes, claramente diferenciadas:

- 1) Centrales generadoras
- Estaciones transformadoras elevadoras
- 3) Líneas de transmisión en Alta Tensión
- 4) Estaciones transformadoras reductoras
- Líneas o redes primarias de distribución de Media Tensión
- 6) Subestaciones transformadoras reductoras
- Líneas o redes secundarias de distribución en Media Tensión
- 8) Subestaciones reductoras secundarias
- 9) Líneas o redes de Baja Tensión

El punto 1) constituye el Sistema de Generación, los puntos 2), 3) y 4) forman el Sistema de Transmisión y los demás puntos el de Distribución.

2. SISTEMA DE GENERACIÓN

Las centrales generan la energía eléctrica a partir de otro tipo de energía; teniendo en cuenta la fuente utilizada, pueden distinguirse cuatro clases de centrales:

- 1) Térmicas, en las cuales se usa combustible para mover las máquinas, pudiéndose distinguir, entre otras:
- a) Turbinas a vapor
- b) Turbinas a gas
- c) Motores a combustión interna

Siendo utilizados casi exclusivamente en las grandes centrales térmicas los tipos a) y b).

- 2) Hidráulicas, que utilizan la energía del agua para mover turbinas que accionan alternadores. Son de dos tipos:
- a) de embalse, en las que mediante una represa se acumula un gran volumen de agua (caso Gabriel Terra, conocida generalmente por Bonete).
- b) de flujo, también con una represa pero prácticamente sin reserva de agua (caso Baygorria, Palmar y Salto Grande).
- Atómicas, que utilizan esa energía para mover alternadores.
- 4) Eólicas, que usan la energía del viento para mover "molinos" con aspas de gran diámetro que accionan alternadores.

En Uruguay, la totalidad de las centrales generan energía alterna a 50 Hz, a tensiones de hasta 20 kV (generalmente entre 6 kV y 14 kV) consideradas limite por encima del cual se complica excesivamente la aislación de los alternadores.

En el país existen 4 centrales hidráulicas:

- · Rincón del Bonete (Terra) (Río Negro)
- · Baygorria (Río Negro)

- · Palmar (Río Negro)
- · Salto Grande (Río Uruguay) binacional

y 3 centrales térmicas:

- · Central Batlle.
- · Central La Tablada
- · Central Maldonado

las pequeñas centrales que hasta hace relativamente poco tiempo estaban en funcionamiento en el interior del país han caído en desuso. No se descarta la posibilidad de reactivarlas en un futuro cercano para ser operadas como pequeñas centrales locales particulares.

No existen ni van a existir en Uruguay centrales atómicas y las centrales eólicas, bastante difundidas en el mundo formando parques eólicos, están actualmente en etapa de ensayo. Aún está a estudio si nuestro régimen de vientos es adecuado para poder asegurar un suministro estable de energía en todo momento.

Con la llegada del gas canalizado, está previsto el uso de ese combustible en una nueva Central en Paysandú y el cambio de fuel oil a gas en la Central Batlle.

3. SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Fijadas la distancia, potencia, factor de potencia y pérdidas, el peso del conductor necesario varía en proporción inversa al cuadrado de la tensión de transmisión; basado en esto, la misma se realiza a tensiones más elevadas que la de generación; una idea orientativa es tomar como tensión de transmisión 1 kV/milla (625 V/Km).

Por tanto, la transmisión comienza por una elevación de la tensión antes de volcar la energía a las líneas, lo que se realiza en las estaciones transformadoras elevadoras, adyacentes a las centrales; consisten básicamente en bancos de transformadores, con sus correspondientes elementos de protección y maniobra.

Las líneas de transmisión de Alta Tensión son normalmente en conductor desnudo soportado por aisladores de suspensión en torres reticuladas de hierro galvanizado, formando líneas simples o múltiples, pudiéndose hacer en este último caso sobre torres diferentes (Gabriel Terra-Montevideo, tramo rural) o sobre la misma torre

(Baygorria-Palmar-Montevideo). Los conductores pueden ser de cobre (Gabriel Terra-Montevideo), normalmente huecos o de aluminio con alma de acero (Baygorria-Palmar-Montevideo).

La transmisión, desde las centrales hidráulicas de Salto Grande y Palmar se hace en 500 kV y desde las demás centrales en 150 kV. En el interior existen líneas de trasmisión en 30 kV, 60 kV y 110 kV.

Al llegar a Montevideo, se alimenta un anillo de 150 kV que bordea la ciudad, el que accede a las estaciones reductoras, donde su tensión es llevada a 30 kV y 60 kV, partiendo de ellas el sistema de líneas primarias que alimentan las subestaciones reductoras cuya función es reducirla a 6 kV, de las que parten las líneas o mallas secundarias de distribución destinadas a llevar la energía a las Subestaciones reductoras secundarias. En estas últimas se realiza la etapa final de reducción, llevando la tensión a los valores de utilización. En el Cap.VII de esta Publicación se estudiaron en detalle las Subestaciones Secundarias.

4. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Las líneas de transmisión de Alta Tensión normalmente no entran en las ciudades, ya que siendo generalmente desnudas y alta su tensión, se evita el pasaje por centros poblados.

Al llegar a las ciudades, se alimentan las estaciones reductoras, donde la tensión es llevada a 60-30 kV, partiendo de ellas el sistema de distribución primario formado generalmente por líneas subterráneas en conductor aislado apto para Media Tensión. Esas líneas primarias alimentan las subestaciones reductoras cuya función es bajar la tensión a valores de 15 kV o 6 kV de las que parten las líneas o mallas secundarias de distribución destinadas a llevar la energía a las subestaciones reductoras secundarias. En estas últimas se realiza la etapa final de reducción, dando a la salida energía a la tensión de utilización. En el Cap. VII de esta Publicación se estudiaron en detalle las Subestaciones Secundarias.

En el interior, la transmisión es en 150 kV con puestos de transformación a 60 kV y 30 kV partiendo de ellas el sistema de líneas primarias

que alimentan las subestaciones reductoras que llevan la tensión a **15 kV** o **6 kV**. Las líneas secundarias de distribución alimentan las Subestaciones reductoras secundarias que reducen la tensión a los valores de utilización del cliente.

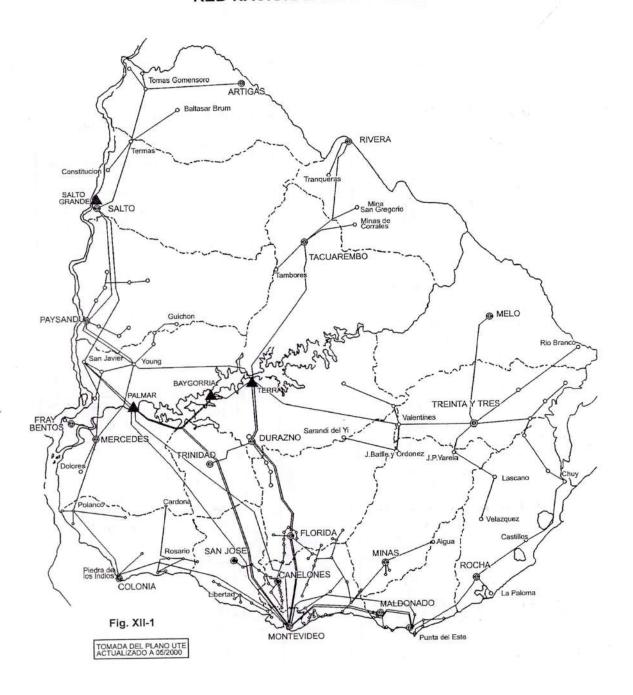
En un futuro UTE eliminará en Montevideo las tensiones de 30 kV y 6 kV incorporando una nue-

va tensión de distribución de 22 kV (NI Cap.I anexo IV pág.139).

5. EL SISTEMA ENERGÉTICO NACIONAL

En la **Fig.XII-1** se indica un panorama general esquemático de la ubicación de usinas generadoras y las líneas de transmisión.

RED NACIONAL DE TRASMISIÓN



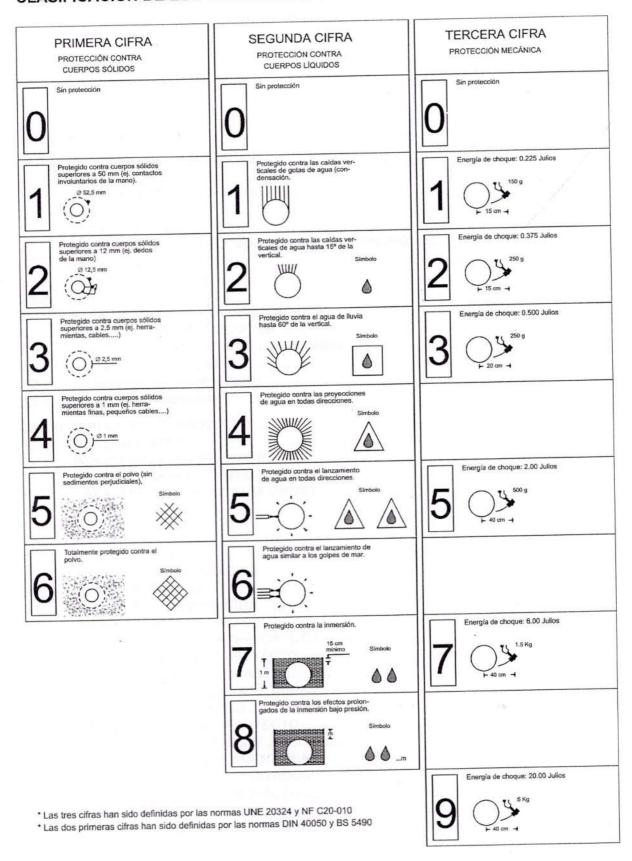
Wad de Brouners

CASQUILLOS DE LAS LÁMPARAS

DESCRIPCION	FORMA
E 14 MIGNON	
E 27 EDISON	
E 40 GOLLIATH	
G 4	
GU 5.3	
G 6.35	
BA 15d	
GX 16d	

DESCRIPCION	FORMA
FC 2	
R 7s	
Fa 4	
2G 11	
G 13	
G 10q	
G 23	
G 24d-2	

CLASIFICACIÓN DE LOS GRADOS DE PROTECCIÓN IP



and an produce of

BCHIED HE WINDHIOSE

ÍNDICE GENERAL

NOTA P	RELIMINAR	5
	NSTALACIONES ELÉCTRICAS	7
1	GENERALIDADES	7
2.	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	7
2.1.	CONDUCTORES	7
2.2.	CANALIZACIONES	8
2.3.	APARATOS DE PROTECCIÓN, COMANDO Y CONTROL	8
2.3.1.	Aparatos de comando	8
2.3.1.	Aparatos de protección	9
2.3.3.	Aparatos de control	13
3.	CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES	13
3.1.	POR SU FORMA DE EJECUCIÓN	13
3.1.	POR EL AGRUPAMIENTO DE LOS ELEMENTOS	14
	Instalaciones centralizadas	14
3.2.1.	Instalaciones semicentralizadas	14
3.2.2.	Instalaciones distribuidas	15
3.2.3.		
CAP. II.	ASPECTOS DEL PROYECTO	17 17
1.	GENERALIDADES	70.7
2.	IMPORTANCIA DEL PROYECTO	17
3.	ESTRUCTURA DEL PROYECTO	18
4.	CARACTERISTICAS DEL SUMINISTRO	18
5.	ETAPAS	20
CAP III	ANTEPROYECTO	21
1.	GENERALIDADES	21
2.	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	21
2.1.	CENSO DE CARGAS	21
2.2.	LOCAL PARA SUBESTACIÓN	21
2.3.	INSTALACIONES DE ENLACE	22
3.	FORMULACION DEL ANTEPROYECTO	23
3.1.	DETERMINANTES DEL PROYECTO	23
3.2.	DETERMINANTES TECNICAS	24
3.3.	DETERMINANTES REGLAMENTARIAS	24
4.	TABLERO DE MEDIDORES	24
4.1.	DETERMINANTES DEL PROYECTO	24
4.1.	DETERMINANTES TÉCNICAS	25
4.2.	DETERMINANTES REGLAMENTARIAS	25
	TABLEROS GENERAL Y DERIVADOS	25
5. 5.1.	DETERMINANTES DEL PROYECTO	27
	DETERMINANTES DEL PROTECTO	27
5.2.	DETERMINANTES REGLAMENTARIAS	27
5.3.	LINEAS	28

8.6.	CALCULO DE Sn	69
3.7.	CALCULO DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN	69
8.8.	DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTOS	69
8.9.	CARGA DEL TABLERO	69
8.10.	CÁLCULO DE LA LÍNEA	69
0.10.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	69
	DISEÑO DE TABLEROS	74
9.	DISENO DE TABLEROS	
CAP. V.	EXPRESIÓN	81
1	GENERALIDADES	81
2.	COMPONENTES DEL PROYECTO	81
2.1.	PIEZAS GRÁFICAS	81
2.1.1.	Plantas	81
2.1.1.	Cortes, esquemas y detalles	83
2.1.2.	Diagrama vertical	83
	Diagrama unifilar	83
2.1.4.	Planillas de resultados	83
2.1.5.	Diseño de tableros	83
2.1.6.	Normas	83
2.1.7.	Escala	86
2.1.8.	Escala	86
2.1.9.	Expresión	86
2.2.	DOCUMENTOS ESCRITOS	
CAP VI	CENSO PRIMARIO DE CARGAS	87
1.	GENERALIDADES	87
2.	SEGÚN EL ÁREA	87
3.	SECÚN ADARATOS DE CONSUMO	88
3.1.	SERVICIOS RESIDENCIALES Y COMERCIALES	88
	Servicios individuales	88
3.1.1.	Servicios generales	89
3.1.2.	SERVICIOS INDUSTRIALES Y OTROS	91
3.2.	SEGÚN EL NIVEL DE ELECTRIFICACIÓN	91
4.	CONCLUSION	91
5.		= 22
CAP VI	I. SUBESTACIONES	93
1	GENERALIDADES	93
2.	SUBESTACIONES	93
3.	TIPOS DE SUBESTACIONES	93
3.1.	SUBESTACIONES A LA INTEMPERIE	94
3.2.	SUBESTACIONES EN EDIFICIO	94
3.2.1.	Reconocimiento económico	96
3.2.1.	Montaje	96
	Implantación	98
3.2.3.		98
3.2.3.1.		98
3.2.3.2.	Locales aislados	98
	Locales integrados	101
3.2.4.	Niveles	101
3.2.5.	Accesos	101
3.2.5.1.	Acceso de personal	101
3.2.5.2.	Acceso para transformador y equipos	101
3.2.6.	Aberturas	101
327	Pasaje de los cables de potencia	101

3.2.8.	Instalación eléctrica	104
3.2.9.	Losa superior	104
3.2.10.	Malla de protección del transformador	104
4.	SUMINISTRO EN BAJA TENSIÓN	104
5.	SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN	106
6.	PUESTA A TIERRA	106
6.1.	PUESTA A TIERRA GENERAL	106
6.1.1.	Subestaciones exentas y aisladas	106
6.1.2.	Subestaciones integradas a nivel del piso	106
6.1.3.	Subestaciones integradas sobre local	106
6.2.	CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL	107
7.	EJEMPLOS	107
CAP. VI	II. INSTALACIONES DE ENLACE	125
1.	GENERALIDADES	125
2.	ELEMENTOS COMPONENTES	125
2.1.	CONECTORES DE ACOMETIDA	126
2.2.	ACOMETIDA	126
2.3.	CGP Y CD	126
2.4.	LÍNEA REPARTIDORA	126
2.5.	BARRAS, BORNES O REGLETA	126
2.6.	TRANSFORMADORES DE MEDIDA	127
2.7.	MEDIDOR O CENTRALIZACION DE MEDIDORES	127
2.8.	CHICOTES HASTA EL ICP E ICP	127
3.	CARACTERÍSTICAS DE LAS CGP Y CD	127
3.1.	CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP)	127
3.2.	CAJAS DE DISTRIBUCIÓN (CD)	128
4.	UTILIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LAS CGP	130
4. 4.1.	RED DE DISTRIBUCIÓN AÉREA	130
4.1.1.	Repartidora aérea	134
	Repartidora subterránea	134
4.1.2.	RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA	134
4.2.	Ubicaciones preferenciales para las CGP	134
4.2.1.	Ubicaciones preferenciales para las CD	135
4.2.2.	CANALIZACIONES Y CÁMARAS	136
5.		137
5.1.	CANALIZACIONES	137
5.1.1.	Canalizaciones para línea distribuidora	137
5.1.2.	Canalizaciones para líneas repartidoras	138
5.2.	CÁMARAS	138
5.2.1.	Frente a CGP o CD	138
5.2.2.	Frente al tablero de medida	138
5.2.3.	Cada 15 m de canalización	138
5.2.4.	Cada cambio de dirección	138
6.	INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA	138
6.1.	GENERALIDADES	138
6.2.	DESIGNACIÓN	139
6.3.	EMPLAZAMIENTO DE LOS TABLEROS DE MEDIDA	
6.4.	UBICACIÓN	139
6.5.	CENTRALIZACIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA	139
6.6.	SUMINISTROS INDIVIDUALES EN BAJA TENSIÓN	139
6.6.1.	Clasificación de los equipos de medida	140

		000000
6.6.2.	Tipos de tableros individuales	140
6.6.3.	Módulos de los tableros individuales	140
6.7.	SUMINISTROS CENTRALIZADOS EN BAJA TENSIÓN	145
6.7.1.	Módulos para interiores	145
6.7.1.1.	Local	145
6.7.1.2.	Módulos	146
6.7.2.	Módulos para exteriores	149
7.	CONJUNTOS HABITACIONALES EN UNA PLANTA	151
7.1.	CGP CON CENTRALIZACIÓN DE MEDIDORES	151
7.2.	CGP CON PREENSAMBLADO EN FACHADA	151
7.3.	CD CON DISTRIBUCIÓN EMBUTIDA EN FACHADA	151
7.4.	CGP CON DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA	152
CAR IV	. INSTALACIONES EN VIVIENDAS	157
1.	GENERALIDADES	157
1. 1.1.	SUMINISTROS INDIVIDUALES	157
1.1.	SUMINISTROS CENTRALIZADOS	157
	LINEAS	158
2. 2.1.	CONDUCTOS	158
2.1.	CONDUCTORES	158
3.	TABLERO GENERAL DE VIVIENDA	158
3.1.	UBICACIÓN	158
3.1.	GABINETE	159
3.3.	ELEMENTOS INCLUÍDOS	159
3.3.1.	Interruptor general	159
3.3.2.	Interruptor diferencial	159
3.3.3.	Interruptores automáticos (IACs)	159
3.3.4.	Barras de protección y neutro	160
4.	DERIVACIONES	160
5.	INSTALACIONES EN CUARTOS DE BAÑO	161
5.1.	VOLUMEN DE PROHIBICIÓN	161
5.2.	VOLUMEN DE PROTECCIÓN	162
5.3.	CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL	162
6.	TIERRAS	162
6.1.	TOMAS DE TIERRA	162
6.2.	PUNTOS DE PUESTA A TIERRA	162
6.3.	LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DERIVACIONES	163
6.4.	ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA	163
	LOCALES DE PUBLICA CONCURRENCIA	165
	DEFINICIÓN	165
1.	LOCALES DE REUNIÓN	165
1.1.	ESTABLECIMIENTOS SANITARIOS	165
1.2.	DISPOSICIONES GENERALES	165
2.	ALUMBRADOS ESPECIALES	166
3.	ALUMBRADO DE EMERGENCIA (no permanente)	166
3.1.	ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN (permanente)	167
3.2.	ALUMBRADO DE REEMPLAZAMIENTO	167
3.3.	FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA	167
3.4.	LOCALES DE ESPECTÁCULOS	167
4.	ALUMBRADO GENERAL	168
4.1.	ALUMBRADO DE SEÑALIZACIÓN	168
4	ALLIVIDRADU DE SENALIZACION	10000000

4.3. 5. 6. 6.1. 6.1.1. 6.1.2. 6.1.3. 6.1.4. 6.2.	ALUMBRADO DE EMERGENCIA LOCALES DE REUNIÓN ESTABLECIMIENTOS SANITARIOS INSTALACIONES EN QUIRÓFANOS Transformador de aislamiento Detector de fugas Medidas de protección Conexión de equipotencialidad APARATOS DE RAYOS X	168 169 169 169 169 169 170
1. 2. 2.1. 2.1.1.	PUESTA A TIERRA DEFINICIÓN COMPONENTES DE LA PUESTA A TIERRA TOMAS DE TIERRA Electrodo Resistencia	171 171 171 173 173 173
	Tipos Línea o anillo de enlace con tierra Puntos de puesta a tierra LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA	175 175 177 177
2.3. 2.4. 2.5. 3.	DERIVACIONES DE LAS LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA CONDUCTORES DE PROTECCIÓN CONEXIONES EQUIPOTENCIALES ELEMENTOS QUE DEBEN CONECTARSE A TIERRA	178 178 178 178
4. 5. 5.1. 5.2.	PEQUEÑOS O MEDIANOS SUMINISTROS INDIVIDUALES TIERRAS ARTIFICIALES EN NÚCLEOS HABITACIONALES TOMAS DE TIERRA PUNTOS DE PUESTA A TIERRA LINEAS PRINCIPALES DE TIERRA Y DERIVACIONES	179 179 179 179 179
5.3. 6. 7. 8.	TIERRAS ARTIFICIALES EN VIVIENDAS INDIVIDUALES	180 180 180
CAP. XI 1. 2. 3. 4. 5.	I. EL SUMINISTRO ELÉCTRICO GENERALIDADES SISTEMA DE GENERACIÓN SISTEMA DE TRANSMISIÓN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EL SISTEMA ENERGÉTICO NACIONAL	183 183 183 184 184 185
	JILLOS DE LAS LÁMPARAS	186 187

INDICE ALFABÉTICO

Caídas de tensión admisibles IV-2.1.1, pág. 40, IV-4, pág 54 Canalizaciones IV-3, pág. 44 bandejas portacables IV-3.3, pág. 50 bandejas portacables, definición IV-3.3, pág. 50 bandejas portacables, dimensionado IV-3.3.2, pág. 51 caños de fibrocemento, definición IV-3.2, pág. 49 caños de fibrocemento, dimensionado IV-3.2.2, pág. 50 caños de fibrocemento, mínimos IV-3.2.2, pág. 50 caños de fibrocemento, sección libre IV-3.2.2, pág. 50 conductos, capacidad IV-3.1.2, pág. 45 conductos, definición IV-3.1, pág. 44 conductos, diámetros mínimos IV-3.1.2, pág. 46 conductos, dimensionado IV-3.1.2, pág. 45 conductos, sección libre IV-3.1.2, pág. 48 ductos registrables IV-3.4, pág. 53 ductos registrables, dimensionado IV-3.4.2, pág. 53 Censo de cargas VI, pág. 87 según aparatos de consumo VI-3, pág. 88 según el área VI-2, pág. 87 según nivel de electrificación VI-4, pág. 91 Centralizaciones I-3.2, pág. 14 alturas I-3.2, pág. 14 definición I-3.2, pág. 14 CGP y CD VIII-3.2.3, pág. 126 Conductor neutro IV-2.1.3.2, pág. 43 conexión a tierra XI-2.4, pág.178 corte I-2.3.1, I-2.3.2, IX-3.3.3, pág. 8, 9, 159 dimensionado IV-2.1.3.2, pág. 43 Conductor de protección XI-2.4, pág. 178 corte I-2.3.2, XI-1, pág. 9, pág. 171 dimensionado IV-2.2, 44 Conductores I-2.1, pág. 7 de alimentación, mínimos VI-1, pág. 87 coexistencia IV-3.1.3, pág. 49 colores convencionales II-4, 20 desnudos I-2,1, pág. 7 activos, dimensionado IV-2.1, pág. 39 dimensionado (ejemplo) IV-8, pág. 63 dimensionado por caída de tensión IV-2.1.1, pág. 40 dimensionado por calentamiento IV-2.1.2, pág. 41 dimensionado por resistencia mecánica IV-2.1.3, pág. 42 reparto caídas de tensión IV-4, pág. 54 sección total incluso aislación IV-3.1.2, pág. 45 Derivaciones III-8, pág. 34 Diagramas **V-2.1.3, V-2.1.4**, pág. 83 unifilar V-2.1.4, pág. 83

unifilar de líneas III-6.2, pág. 30 unifilar (ejemplo) IV-8, pág. 65 vertical V-2.1.3, pág. 83, 85 Ductos de barras IV-3.5, pág. 54 Equipos de medida VIII-6, pág. 138 centralización VIII-6.5, pág. 139 emplazamiento VIII-6.3, pág. 139 suministros centralizados en baja tensión VIII-6.7, pág. 145 suministros centralizados, módulos para exterior VIII-6.7.2, pág. 149, 150 suministros centralizados, local VIII-6.7.1.1, pág. 145 suministros centralizados, módulos VIII-6.7.1.2, pág. 145 suministros individuales en baja tensión VIII-6.6, pág. 139 tipos de tableros individuales VIII-6.6.3, pág. 140 ubicación VIII-6.4, pág. 139 Fusibles I-2.3.2, pág. 10 Instalaciones de enlace VIII, pág. 155 definición III-2,3, VII-1, pág. 21, pág. 125 cámaras VIII-5.2, pág. 138 canalizaciones VIII-5.1, pág. 137 componentes VIII-2, pág. 125 conjuntos habitacionales en 1 planta VIII-7, pág. 151 Instalaciones eléctricas I-1, pág. 7 anteprovecto III-1, pág. 21 centralizadas I-3.2.1, pág. 14 clasificación I-3, pág. 13 definición I-1, pág. 7 distribuidas I-3.2.3, pág. 15 estructura del proyecto II-3, pág. 18 etapas del anteproyecto III-3, pág. 23 fuente I-1, pág. 7 proyecto, definición II-3, pág. 18 proyecto, expresión V-2, pág. 81 proyecto, piezas escritas V-2.2, pág. 86 proyecto, piezas gráficas V-2.1, pág. 81 proyecto, plantas V-2.1.1, pág. 81 puesta I-1, pág. 7 receptor I-1, pág. 7 semicentralizadas I-3.2.2, pág. 14 sistema de alimentación III-2, pág. 21 Interruptores I-2.3.1, pág. 8 generalidades I-2.3.1, pág. 8 automáticos I-2.3.2, pág. 10 bipolares I-2.3.1, pág. 8 de combinación I-2.3.1, pág. 5 diferenciales I-2.3.2, pág. 12 térmico-magnéticos I-2.3.2, pág.11 tetrapolares VIII-6.7.1.2 E), pág. 149 tripolares I-2.3.1, pág. 8 ubicación III-7.3, pág. 34 unipolares I-2.3.1, pág. 8 Líneas III-6, pág. 28 Locales de pública concurrencia X-1, pág. 165 alumbrados especiales X-3, pág. 166 definición X-1, pág. 165 disposiciones generales X-2, pág. 165

establecimientos sanitarios X-6, pág. 165 fuentes propias de energía X-3.4, pág. 169 locales de reunión X-5, pág. 167 locales de espectáculos X-4, pág. 169 Longitud equivalente IV-5, pág 55 Planillas IV-6, pág. 56 de cálculo IV-6, pág. 56 de resultados IV-7, pág. 60 Puesta a tierra XI, pág. 171 anillo de enlace XI-2.1.2, pág. 175 componentes XI-2, pág. 171 conductores de protección XI-2.4, pág. 178 conexiones equipotenciales XI-2.5, pág. 178 definición XI-1, pág. 171 derivaciones XI-2.3, pág. 178 electrodos artificiales XI-2.1.1, pág. 173 elementos a conectar XI-3, pág. 178 jabalinas XI-2.1.1.2, pág. 175 líneas principales XI-2.2, pág. 177 en núcleos habitacionales XI-5, pág. 179 en núcleos habitacionales, líneas y derivaciones XI-5.3, pág. 179 en núcleos habitacionales puntos de descarga XI-5.2, pág. 179 en pequeños suministros individuales XI-4, pág. 179 de portalámparas XI-3, pág. 178 separación entre tomas con una SE XI-7, pág. 180 tomas de tierra XI-2.1, pág. 173 trámites para aprobación XI-8, pág. 180 en viviendas individuales XI-6, pág. 180 Puestas I-1, III-7, pág. 7, 31 en salto III-7.3, III-8, pág. 34 ubicación III-7 pág. 31 Simbología V-2.1.7, pág. 83, 84 Subestaciones VII, pág. 93 a la intemperie VII-3.1, pág.94 a nivel de piso frente ancho VII-7, pág. 108 a nivel de piso frente angosto VII-7, pág. 113 a nivel de subsuelo VII-7, pág. 115 aberturas VII-3.2.6, pág. 101, 102 accesos VII-3.2.5, pág. 101 conductor equipotencial VII-6.2, pág. 107 ejemplos VII-7, pág. 107 en edificio VII-3.2, pág. 94 local para III-2.2, pág. 21 locales aislados VII-3.2.3.2, pág. 98 locales exentos VII-3.2.3.1, pág. 98 locales integrados VII-3.2.3.3, pág. 98 losa superior VII-3.2.9, pág. 104 modulares, canal VII-3.2.2, pág. 96, 100 modulares, circuito unifilar VII-3.2.2, pág. 99 niveles VII-3.2.4, pág. 101 propia II-4, pág. 19 puesta a tierra VII-6, pág. 106 puesta a tierra general VII-6.1, pág. 106 suministro en MT (ejemplo) VII-7, pág. 107, 120 Suministro eléctrico XII, pág. 183

Pacultad de f Diseño y Urba Depto de DOC, y 8/2

características II-4, pág. 18 distribución XII-4, pág. 184 en el Uruguay XII-2, pág. 183 generación XII-2, pág. 183 transmisión XII-3, pág. 184 en baja tensión II-4, pág. 18 en baja tensión, cargas normalizadas II-4, pág. 18 en media tensión VII-5, pág. 106 tensiones normalizadas II-4, pág. 18 Tableros I-3.2, pág. 14 alturas I-3.2 pág. 14 definición I-3.2 pág. 14 de frente muerto IV-9, pág. 74 de medidores III-4, pág. 24 de medidores, centralizados modulares VIII-6.7, pág. 145 diseño IV-9, pág. 74 general y derivados III-5, pág. 25 Tensiones de seguridad XI-2.1.1, pág. 173 Viviendas IX, pág. 157 cuartos de baño IX-5, pág. 161 cuartos de baño, conexión equipotencial IX-5.3, pág 162 cuartos de baño, volumen de prohibición IX-5.1, pág. 161 cuartos de baño, volumen de protección IX-5.2, pág. 162 derivaciones IX-4, pág. 160 líneas IX-2, pág. 158 suministros centralizados IX-1.2, pág. 157 suministros individuales IX-1.1, pág. 157 tablero general IX-3, pág. 158 tierras IX-6, pág. 162