

Redes de distribución Primaria en Media Tensión

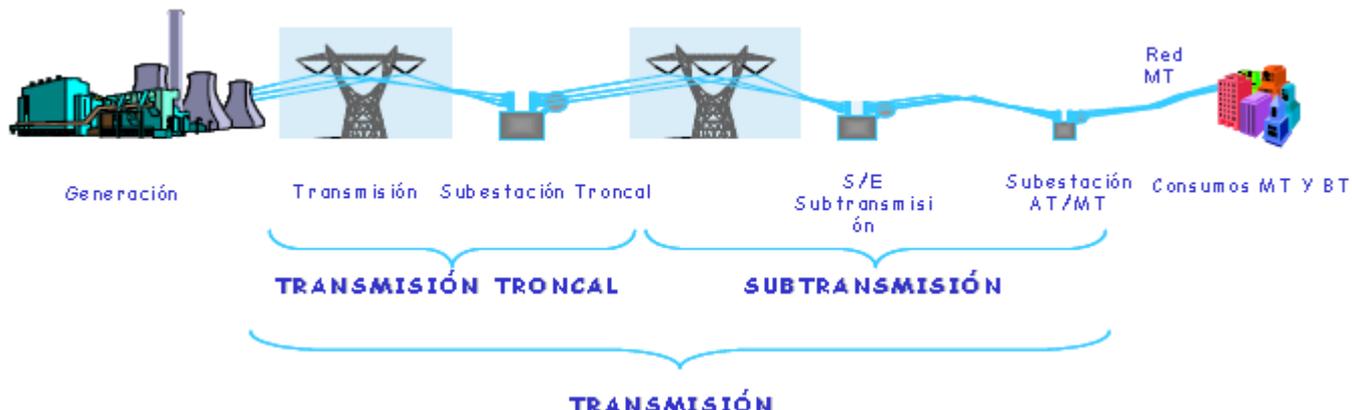


Introducción

El estudio de los Sistemas Eléctricos de Potencia está relacionado con las etapas de Generación, Transmisión y Distribución de la Energía Eléctrica.

- La *Generación* corresponde a la conversión de alguna forma de energía primaria en energía eléctrica.
- La *Transmisión* se preocupa del transporte de esta energía, desde las fuentes a los consumos.
- La *Distribución* es la etapa final de este SEP y en ella se considera la entrega de energía en MT o en BT a los usuarios para su adecuada utilización.

El proceso de generación de energía eléctrica hasta los usuarios finales se observa en la *figura siguiente*, donde los consumidores finales pueden conectarse a la red de Media Tensión

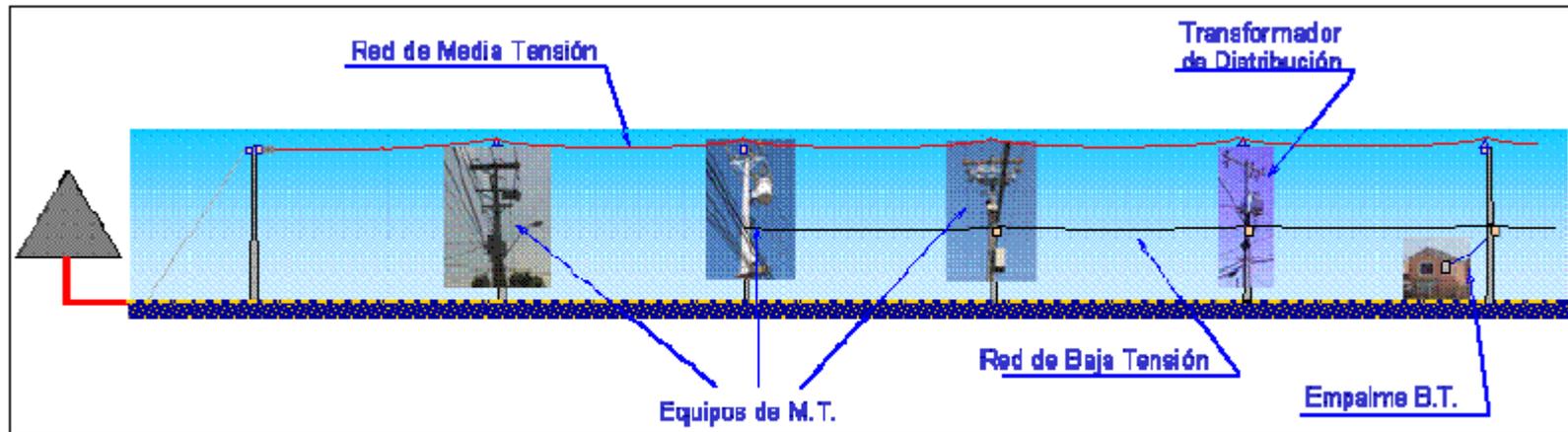


Esquema General de una Red de Distribución

Se denomina red de distribución de media tensión el tramo que va desde la subestación hasta los transformadores de distribución o transformadores particulares de clientes. En tanto que se denomina red de distribución de baja tensión al tramo que va desde un transformador de distribución hasta los puntos donde se efectúan las conexiones físicas a los empalmes de clientes. Por empalme de cliente se denomina al tramo que va desde el punto donde se conecta físicamente el cliente a la red de distribución hasta la salida del medidor (desde donde se conecta a la protección del cliente), lo que contempla el conductor, la ferretería y el equipamiento de medida. Existen empalmes de media tensión (clientes industriales) y de baja tensión (clientes domiciliarios).



Esquema General de una Red de Distribución



Ejemplo simplificado de un sistema de distribución MT y BT



Categorías de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

De acuerdo al nivel de tensión se clasifican en dos categorías:

- ◆ Distribución en Media Tensión (MT)
- ◆ Distribución en Baja Tensión (BT)

La distribución en Media Tensión es la que se realiza en tensiones de 12; 13,8; 15; ó 23 (kV), desde las subestaciones hasta los transformadores de distribución o hasta los transformadores de clientes particulares.

La distribución en Baja Tensión es la que se realiza en tensiones de 380 V entre fases ó 220 V fase neutro, con la que se llega a los clientes finales: comerciales, industriales o residenciales.



Categorías de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

De acuerdo a la forma en que se encuentran instaladas, se dividen en:

- ◆ Redes Aéreas
- ◆ Redes Subterráneas

Se define por red aérea, toda instalación de distribución que se instala apoyada en postaciones y que es visible en la vía pública.

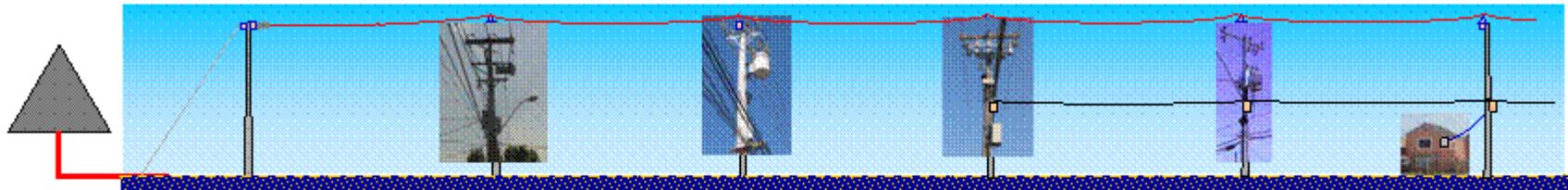
Se define por red subterránea, toda instalación de distribución que se instala en el subsuelo y que no es visible en la vía pública.



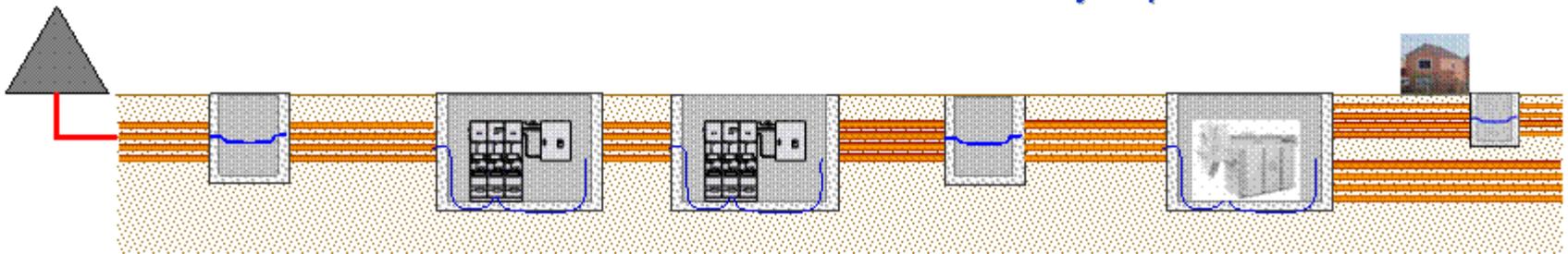
Instalación de una Red Aérea y una Red Subterránea MT y BT

Instalación de una Red Aérea y una Red Subterránea MT y BT

Red de Distribución Aérea M.T.. B.T. y Empalmes



Red de Distribución Subterránea M.T.. B.T. y Empalmes



Otras categorías de redes

Además de las redes anteriormente descritas, se encuentran:

- ◆ Redes de Alumbrado Público
- ◆ Corrientes Débiles
- ◆ Otros Servicios

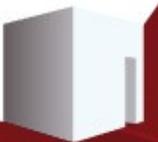
Las Redes de Alumbrado Público (A.P.) son aquellas destinadas al suministro de energía a las luminarias instaladas en la vía pública, en 220 V.

Las Redes de Corrientes Débiles envuelven todas aquellas instalaciones de comunicaciones y TV cable, principalmente. Con la denominación de Corrientes Débiles se diferencian estas instalaciones de todas las instalaciones de energía eléctrica (A.T., M.T., B.T. y A.P.) que se agrupan con el nombre Corrientes Fuertes.

Los Otros Servicios corresponden a las instalaciones de servicios como: Gas, Agua Potable y Alcantarillado. Estas instalaciones no son parte de la red de distribución, pero muchas veces deben convivir en un espacio común. Esto lleva a requerir una organización o ordenamiento de todas ellas.



REDES AEREAS



Componentes típicos en una Instalación Aérea

Caja de Derivación
Y Empalmes B.T.

Red A.P.

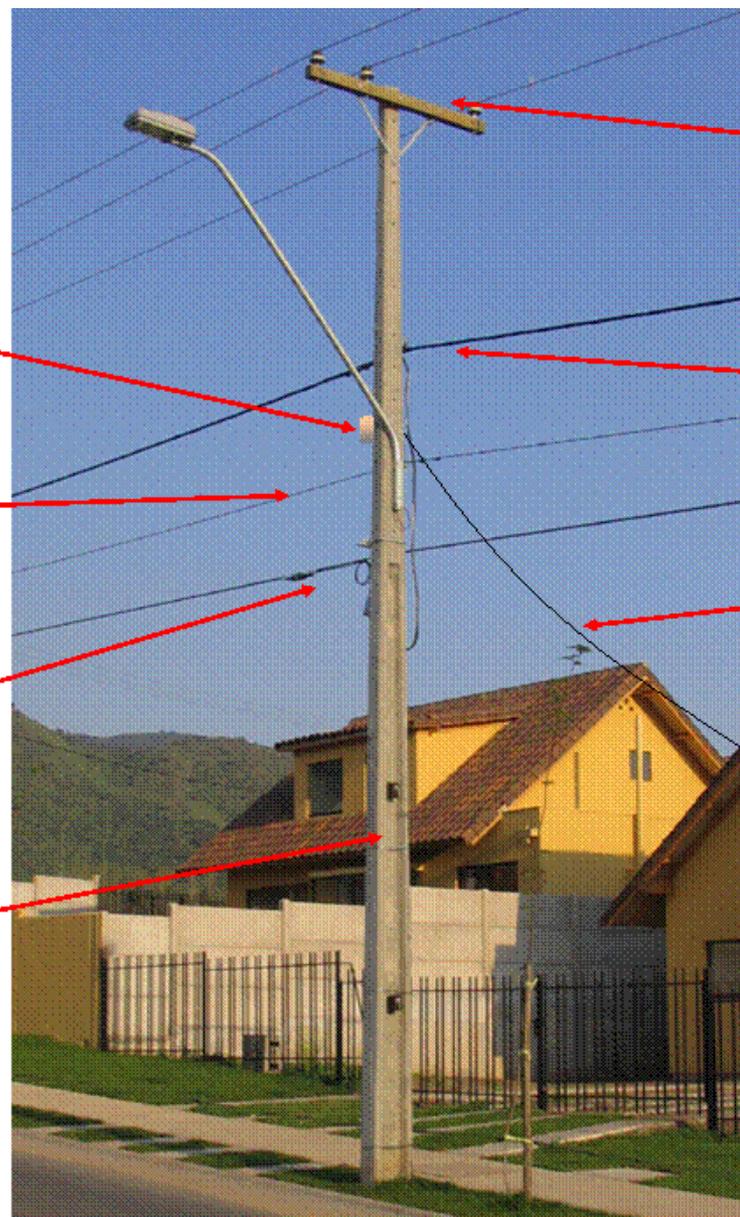
Redes de
Corrientes Débiles
(Comunicaciones,
TV Cable)

Poste

Red M.T.

Red B.T.

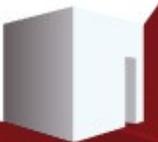
Acometida a
Empalme B.T.



Red de Distribución Aérea de Media Tensión

Existen los siguientes tipos:

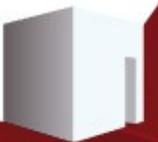
- ◆ **Red de Aluminio Desnudo.** Construida con conductores de aluminio desnudo instalados sobre crucetas. En general es de tres conductores (por alimentador), pudiendo existir algunos tramos menores de dos conductores.
- ◆ **Red de Cobre Desnudo.** Construida con conductores de cobre desnudo instalados sobre crucetas. En general es de tres conductores (por alimentador), pudiendo existir algunos tramos menores de dos conductores.



Tipos de Red Aérea en MT



Red de Distribución M.T. Aérea Desnuda (Cobre o Aluminio)



Tipos de Red Aérea en MT

- ◆ **Red de Aluminio Protegido.** Construida con conductores protegidos de aleación de aluminio tipo 6201. Se instalan para evitar fallas debido a contacto por ramas de árboles, evitando así fallas en el sistema por este concepto. Se instalan en crucetillas cortas de 70cm y también en forma tradicional sobre crucetas de madera.
- ◆ **Red Compacta de Aluminio Protegido.** Construida con conductores de aluminio protegidos tipo 1350 con una cubierta protectora (no están aislados), instalados sobre estructuras especiales y espaciadores. Con este sistema se reducen las fallas por ramas de árboles o viento que ponen en contacto los conductores. Solo se construyen redes trifásicas.



Instalación de una Red Aérea y una Red Subterránea MT y BT



Red de Distribución M.T. Aérea SpaceCab



Elementos de red Aerea



Reconector



Seccionador trifásico bajo carga



Elementos de red Aerea



Desconectador cuchillo MT



Elementos de red Aerea



Transformador Trifásico en 1 y en 2 postes



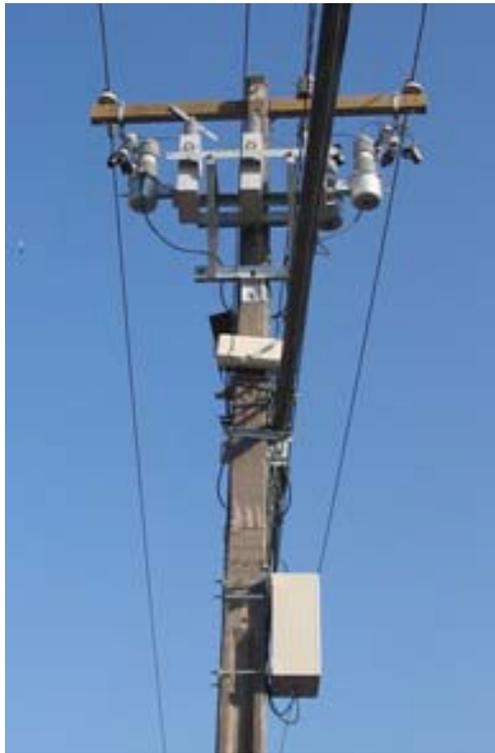
Elementos de red Aerea



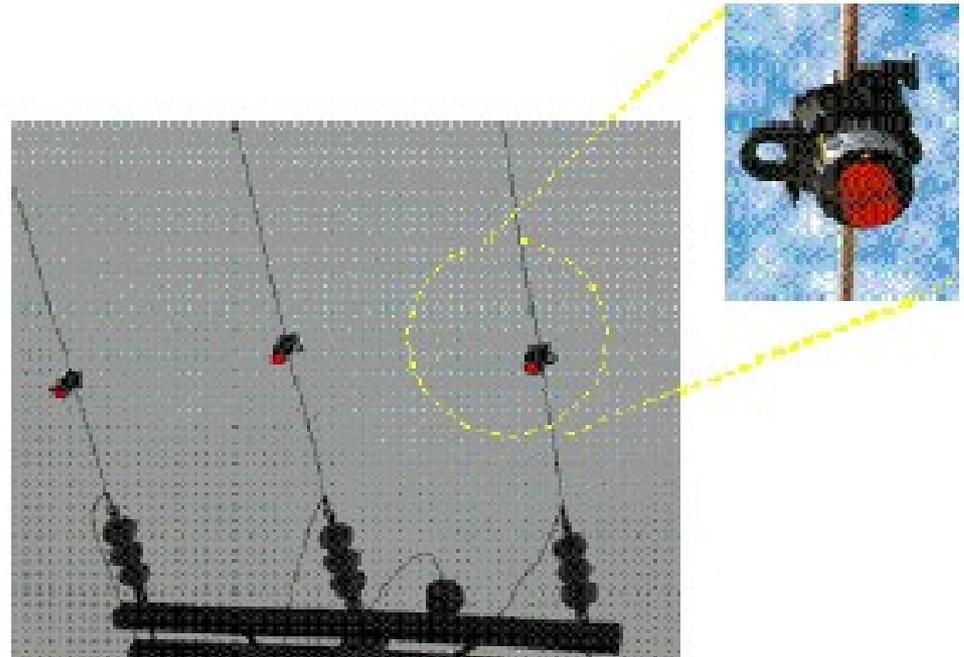
Transformador Bifásico en 1 poste



Elementos de red Aerea



Banco de Condensadores



Indicadores de Falla



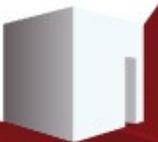
Elementos de red Aerea



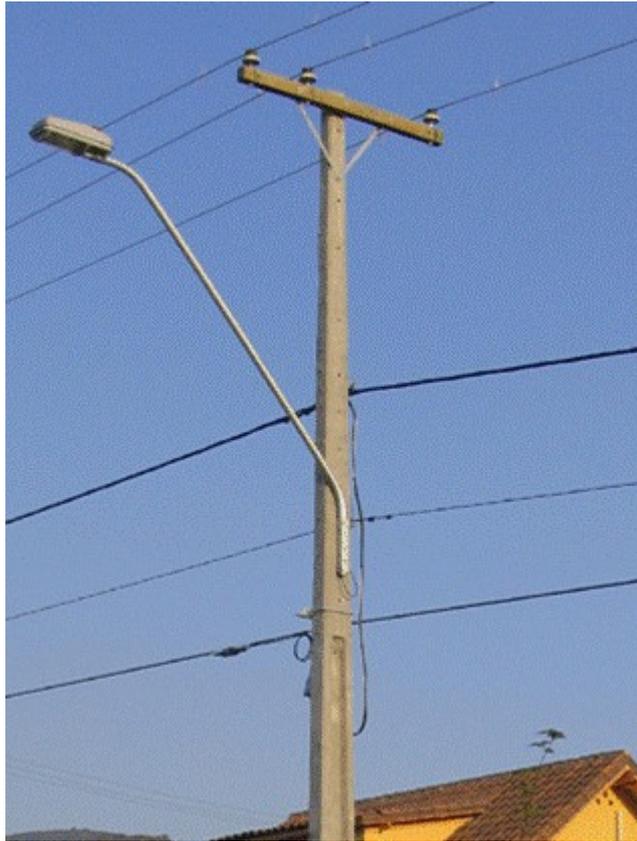
Regulador de Tensión



Autotransformador



Elementos de red Aerea



Disposiciones de Paso en Red Desnuda y Red SpaceCab



Elementos de red Aerea



Remate Tradicional



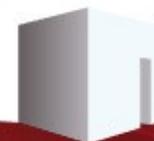
Derivación M.T. y B.T.



Elementos de red Aerea



Remate en Poste Mozo



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

En este capítulo se exponen los elementos constitutivos básicos generales de una red de distribución, tanto aérea como subterránea, de media o baja tensión.

Cada red de distribución independiente, con todos sus componentes y que tiene un principio y un fin se denomina “alimentador”, para el caso de Media Tensión, y “circuito”, para el caso de Baja Tensión. A continuación se detallan sus componentes según nivel de tensión.

Los elementos generales básicos que componen cualquier red de distribución son:

- ◆ Conductores
- ◆ Equipos de Protección y Seccionamiento
- ◆ Infraestructura de Montaje
- ◆ Otros Equipos y Materiales



Conductores

El medio físico para llevar y distribuir la energía en todo su trayecto es el conductor. El conductor es el análogo de un canal o de una acequia de regadío. En media tensión, por lo general se emplean diversos tipos y calibres de conductores, aunque las empresas de distribución habitualmente utilizan no más de tres calibres.

En redes de baja tensión se emplean variados tipos y calibres de conductores, aunque las empresas de distribución habitualmente normalizan los calibres en, típicamente 4 conductores, pudiendo existir tramos de muy corta extensión con dos conductores.



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

Tipos y capacidades de redes aéreas

La tendencia en los nuevos diseños de alimentadores de MT es desarrollar con red compacta de aluminio protegido para condiciones normales de proyección. En ocasiones, cuando se presentan refuerzos o extensiones de tramos cortos de redes existentes (menores a 100 m), es posible proyectar estos tramos otro tipo de conductor que no sea la red compacta de aluminio protegida. Como ejemplo se muestra tabla de tipos de conductores usados en las redes de Chilectra S.A

Tipo de conductor	Sección (mm ²)	Capacidad térmica (A)	Capacidad inicial para proyectos (A)
Red de aluminio protegida	185	497	35-160
	300	670	161-450
Red de aluminio desnudo	120	370	35-64
	240	538	65-174
	300	625	175-450

Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

Equipos de Protección y Seccionamiento

Así como se requieren compuertas para controlar y dirigir el cauce del agua y sistemas de seguridad como protección contra subidas de caudal excesivas que puedan destruir los cauces y las plantaciones, los sistemas de distribución poseen elementos de protección y elementos de seccionamiento en sus redes. Estos elementos son necesarios e imprescindibles para mantener un sistema seguro, confiable y flexible para cumplir su propósito.

Los elementos de protección son automáticos y están destinados a despejar condiciones de sobrecorrientes excesivas o fallas que pondrían en riesgo la integridad de las instalaciones.

Los elementos de seccionamiento son de operación asistida o sea que requieren a un operador que los opere y están destinados a controlar y dirigir la cantidad y la dirección de la energía que se suministra desde un alimentador. Existen sistemas automáticos de alto costo en otros países.



Desconectadores con hojas operables bajo carga

Estos equipos son utilizados como desconectadores de líneas, reemplazando el bastón portafusible propio de estas protecciones por una lámina sólida de cobre. De esta forma, el equipo permite realizar operaciones de apertura y cierre en la red, en forma monofásica y también con carga utilizando pértigas extintoras de arco. Algunas de sus características técnicas y de uso más importantes son las siguientes:

- ◆ Capacidad máxima de 300 (A).
- ◆ Instalados al inicio de arranques, al final de troncales donde la corriente nominal es superior a 90 (A).
- ◆ Permitían establecer límites de zona en puntos de interconexión.
- ◆ Utilizados como equipos de desconexión provisorios.



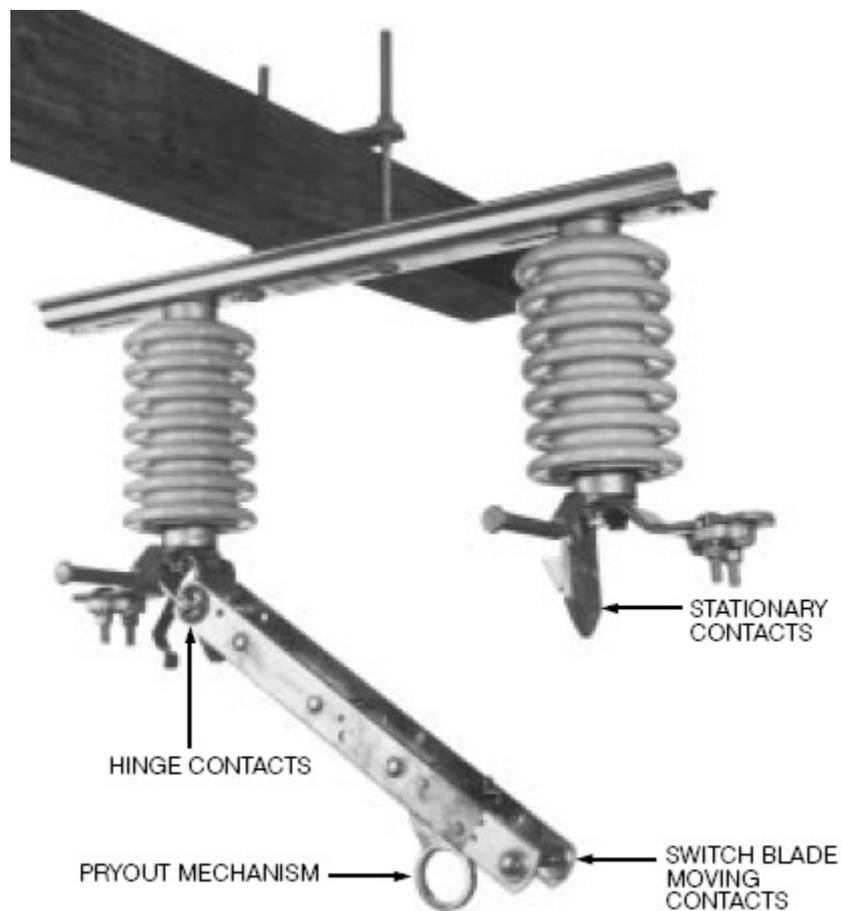
Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

La principal limitancia de estos equipos es que su operación es realizada en forma monofásica, lo que dificulta su operación bajo carga cuando se tienen elevados niveles de corriente. Además, debido a su condición de operación e instalación, otorga una mayor rigidez a la red de MT cambiando un elemento que es de protección por uno de operación manual.

La tendencia actual para este tipo de equipo de operación reducir el uso en los nuevos diseños de alimentadores de MT, debido a las limitancias antes mencionada.



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

Seccionadores trifásicos operables bajo carga

Los seccionadores trifásicos son equipos de operación utilizados para maniobrar la red de MT. Son operables en forma trifásica y se encuentran adaptados para los niveles de tensión y corriente de la MT. Pueden ser operados bajo carga, debido a que poseen en su interior una cámara extintora de arco donde se utiliza como medio extintor el vacío, algún gas u otro sistema



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

Básicamente los equipos poseen dos modos de operación:

- ◆ **Una operación manual** que permite la desconexión bajo carga de un tramo del alimentador mediante el accionamiento mecánico de un sistema con eje vertical instalado en los postes de la red aérea de MT. Esta operación debe ser llevada a cabo por un operador de la red que con una herramienta desconecta el tramo en donde se encuentra instalado el seccionador. También existen equipos más modernos que poseen la alternativa de operarlos desde un gabinete de control instalado en la postación de MT, que mediante una botonera permite realizar la apertura y cierre de los contactos del equipo. La filosofía de uso para la red de MT aérea de estos equipos es la misma.
- ◆ **Una operación remota** que permite efectuar la operación de conexión o desconexión a distancia mediante la utilización de un motor conectado al sistema de operación. El mando de este motor es efectuado a distancia por algún protocolo de comunicación y permitirá una característica importante actualmente en la red de distribución, la automatización, tópico que será revisado con posterioridad.



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

Reconectores

Los reconectores son equipos de protección para la red aérea de MT. Actúan abriendo el tramo del alimentador que detectan con falla debido a las altas corriente de cortocircuito, aislando la zona afecta a falla para posteriormente realizar un número determinado de reconexiones que puede ser programado, energizando el alimentador si la falla ha sido despejada o abriendo nuevamente si la falla persiste. Lo anterior es una característica esencial de estos equipos, ya que la mayoría de las fallas del sistema de MT son de tipo transitorio y las reconexiones permiten establecer nuevamente el suministro en caso de que las fallas sean de este tipo.



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

Reconectores

Los reconectores son equipos de protección para la red aérea de MT. Actúan abriendo el tramo del alimentador que detectan con falla debido a las altas corriente de cortocircuito, aislando la zona afecta a falla para posteriormente realizar un número determinado de reconexiones que puede ser programado, energizando el alimentador si la falla ha sido despejada o abriendo nuevamente si la falla persiste. Lo anterior es una característica esencial de estos equipos, ya que la mayoría de las fallas del sistema de MT son de tipo transitorio y las reconexiones permiten establecer nuevamente el suministro en caso de que las fallas sean de este tipo.



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

Desconectadores Fusibles.

El fusible es el equipo de protección para la red aérea de distribución de MT que presenta la mayor simpleza y los menores costos cuando se desea interrumpir un determinado circuito ante la presencia de una falla. El fusible está compuesto por un elemento sensible al paso de la corriente y un mecanismo que realiza el soporte de este elemento. Cuando por este elemento circula una corriente mayor que para el cual está diseñado, el elemento se funde y el mecanismo que proporcionaba el soporte establece la distancia eléctrica necesaria para minimizar el tiempo de duración del arco.



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

Los parámetros que definen las características más importantes de los fusibles son los siguientes:

- ◆ **Tensión nominal:** Es el mayor valor de tensión efectiva de tensión en el que el fusible puede operar.
- ◆ **Corriente nominal:** Es la corriente máxima de carga determinada por el aumento de temperatura de los apoyos del fusible.
- ◆ **Capacidad de interrupción:** Es el mayor valor efectivo de corriente asimétrica de cortocircuito que puede interrumpir el fusible bajo condiciones de tensión nominal.
- ◆ **Tiempo de interrupción:** Que estarán dados por las siguientes curvas.
 - ✓ Curva de tiempo mínimo de fusión: Esta curva de tipo sobrecorriente relaciona la corriente con el tiempo mínimo al cual el fusible se funde.
 - ✓ Curva de tiempo máximo de fusión: Esta curva de tipo sobrecorriente se obtiene agregando un margen de tolerancia en corriente a la curva de mínimo tiempo de fusión.



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

Seccionalizadores

El seccionalizador es un equipo de protección automático que aísla las fallas en las líneas de distribución. Se instala necesariamente aguas abajo de un equipo de reconexión automática como por ejemplo un reconectador. Para fallas ocurridas dentro de su zona de protección, el seccionalizador cuenta las aperturas y cierres efectuadas por el equipo dotado de reconexión automática instalado aguas arriba y de acuerdo a un ajuste previo, abre en el momento en que el reconectador está abierto; es decir, el seccionalizador cuenta los impulsos de corriente de falla que fluyen en el sistema, ajustándose para que abra después de un determinado número de pulsos que pueden ser uno, dos o tres como máximo.



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

Infraestructura de Montaje

Corresponde a toda la infraestructura necesaria para instalar y soportar los distintos elementos (cables, equipos y transformadores) que componen la red de distribución. Por ejemplo, para las redes aéreas se tienen las postaciones de concreto y en el caso de la red subterránea se tendrán los ductos y las cámaras de distribución.

Otros Equipos y Materiales

En este grupo se enmarca todo otro componente asociado a un tipo de red de distribución particular no incluido en las anteriores clasificaciones.

En particular, para el caso de la red M.T. aérea, se describen a continuación algunos de ellos a modo de ejemplo:

- ◆ Transformadores de distribución
- ◆ Bancos de Condensadores
- ◆ Reguladores de Voltaje
- ◆ Autotransformadores
- ◆ Indicadores de Falla
- ◆ Descargadores de Tensión o Pararrayos



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

Transformadores de distribución

Equipos destinados a reducir la magnitud de la tensión primaria de suministro (media tensión) a un valor apropiado para su uso directo por los clientes (baja tensión). Esto es bajar de una tensión de 12;13,8;15 ó 23 (kV) a 220 V (380V trifásica industrial) Son los puntos de transición entre las redes de media tensión y las redes de baja tensión.

Bancos de Condensadores

Equipos necesarios para compensar el consumo de energía reactiva en las redes de distribución. La energía reactiva ocupa capacidad y espacio en las redes de distribución, limitando y restringiendo la cantidad de energía activa (o energía útil) que puede ser llevada a los clientes. Los bancos de condensadores permiten reducir la energía reactiva presente en las redes, liberando espacio o capacidad para conducir la energía activa, que corresponde a la energía medida en la cuenta del consumo de energía eléctrica y que se traduce en KW/Hr.



Reguladores de Voltaje

Cuando las redes, en particular las de media tensión, presentan problemas para tener una tensión adecuada se instalan reguladores de tensión. Los reguladores de tensión son equipos destinados a mantener la magnitud de la tensión dentro de los valores establecidos por las regulaciones vigentes. Se emplean sólo en media tensión.

Estos equipos están dispuestos o se encuentran en zonas rurales, ya que los alimentadores de estas zonas presentan una muy extensa longitud y requieren de estos dispositivos para el correcto servicio de distribución de energía eléctrica.



Componentes de una red de distribución de energía eléctrica

Autotransformadores

Cuando en una red de media tensión existen dos niveles de tensión, por ej. de 12 kV y de 23 kV. Y es necesario interconectar los alimentadores con distinto nivel de tensión, entonces en el punto de conexión de estos dos tramos se instala un autotransformador, que es el equipo que permite hacer convivir estos dos sistemas en un sólo alimentador.

Indicadores de Falla

Son equipos que permiten identificar por donde pasó la corriente de falla en un alimentador y que originó la actuación de una protección. Su principal aplicación es en redes de media tensión. Se instalan dispersos en el alimentador.

Estos son equipos que señalan la ruta donde se encuentra una falla y por lo tanto, no es necesario recorrer el alimentador completo. El uso de este tipo de equipo corresponde un plan de inversiones para mejorar estándares de calidad de suministro de la red de MT y que posibilitan las operaciones de mantenimiento correctivo.



Descargadores de Tensión o Pararrayos

Son elementos instalados en algunos puntos dentro de un alimentador destinados a absorber y atenuar sobretensiones de gran magnitud y de corta duración que podrían dañar equipos (falta de aislamiento).

Actualmente estos se encuentran solamente en las redes MT compactas de aluminio protegido.



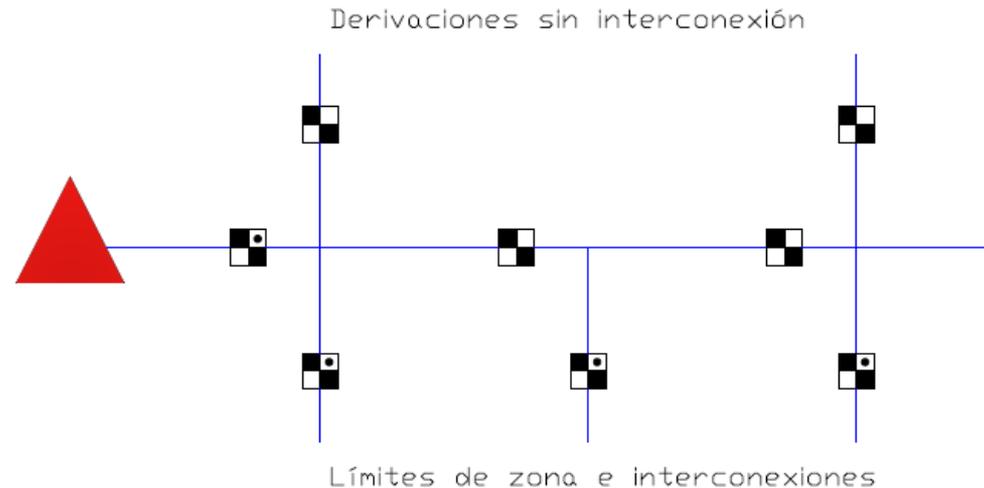
Crterios de uso de Elementos de red Aerea

Uso de seccionadores trifásicos

Proyectar seccionadores de operación manual en troncales y derivaciones sin interconexión, considerando el nivel y tipo de carga conectada.

Los seccionadores de operación manual pueden ser instalados:

- ◆ Troncales de alimentadores para seccionamiento de la red de acuerdo al criterio de seccionamiento antes visto.
- ◆ Derivaciones sin interconexión donde se tengan cargas o clientes importantes y que posean consumos en forma trifásica.



Simbología		Seccionador trifásico con telecomando
		Seccionador trifásico de operación manual

Crterios de uso de Elementos de red Aerea

Uso de desconectadores cuchillo

Los desconectadores cuchillo podrán proyectarse en derivaciones sin interconexión, que sean de baja potencia y donde la operación monofásica del equipo no afecte el suministro de los clientes asociados a la zona de instalación. Las derivaciones sin interconexión podrán proyectarse con desconectadores cuchillos considerando:

- ◆ El desconectador cuchillo es un equipo de operación monofásico, por lo cual su operación altera las fases de la red.
- ◆ No se debe tener aguas abajo del desconectador cuchillo, cargas como empresas u otras que sean sensibles a la variación del suministro de energía eléctrica por desequilibrios de fases. Para ese caso deben instalarse seccionadores trifásicos.

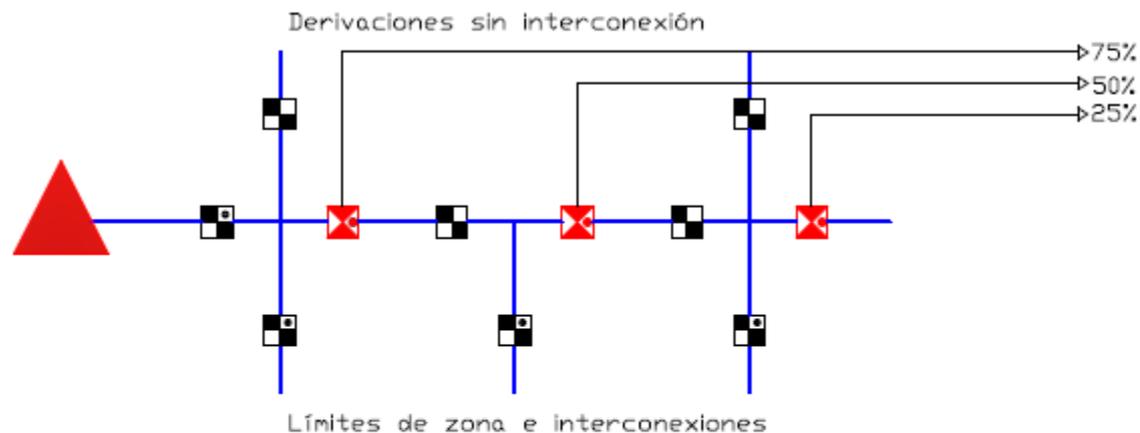


Crterios de uso de Elementos de red Aerea

Uso de reconectores

Proyectar reconectores con automatizaci3n en la troncal del alimentador considerando que el primer reconector abarque el 75% de la carga, el segundo un 50% y el tercero un 25% aguas abajo del alimentador.

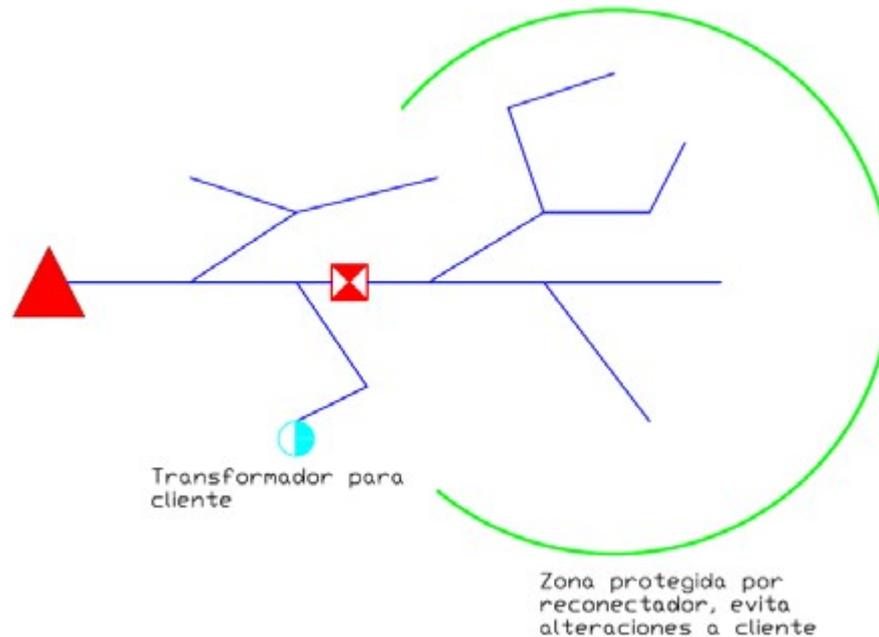
Ello se adapta a las actuales pol3ticas de automatizaci3n que se llevan a cabo en Chilectra S.A. Los equipos reconectores son complementados en la red con equipos de operaci3n y a1nadiendo los reconectores como protecci3n a la red a3rea, podemos ver el siguiente diagrama topol3gico:



Simbolog3a	
	Seccionador trif3sico con telecomando
	Seccionador trif3sico de operaci3n manual
	Reconector con telecomando

Crterios de uso de Elementos de red Aerea

Se deberá otorgar una protección a clientes sensibles a variaciones en el suministro de energía eléctrica a partir de la red de MT. Para ello es posibles instalar reconectores que permitan evitar la caída del suministro del cliente aislando fallas de tipo transientes o permanente.

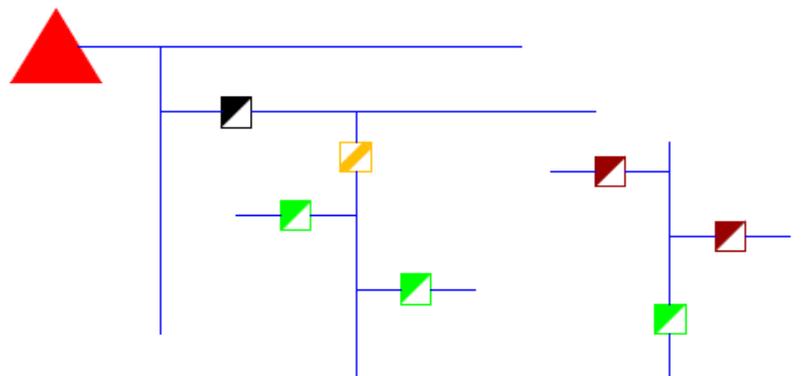


Crterios de uso de Elementos de red Aerea

Uso de desconectores fusibles

Los desconectores fusibles serán proyectados en derivaciones con demanda menor a 1500 (kVA) para 12 (kV) y menor a 2500 (kVA) para 23 (kV), disminuyendo su capacidad aguas abajo y además considerando su capacidad continua y de emergencia.

Actualmente la cantidad de fusibles utilizados en las líneas de MT de Chilectra S.A. se encuentran establecidos en solo 3 capacidades. Cada fusible posee una capacidad de potencia para un nivel continuo de suministro y otra capacidad de emergencia que puede ser mantenida por un máximo de 8 horas. Las capacidades a considerar para los proyectos se detallan a continuación:



-  Desconector fusible 65T
-  Desconector fusible 30T
-  Desconector fusible 15T
-  Desconector cuchillo

Crterios de proyecto para OOCC Aereas

Realizar la proyección e instalación de postes no interfiriendo con salidas de vehículos, grifos u otros elementos de la vía pública que son uso frecuente y que pueden ocasionar problemas con clientes.

La interferencia provocada por los postes de MT con elementos de la vía urbana que son importantes en determinados casos, debe evitarse ya que provocan molestias en los usuarios y dificultan la utilización por ejemplo de los grifos en casos de emergencia. Debido a esto, es necesario al momento de la proyección de las OOCC necesarias, constatar las características del terreno en donde va a ser instalada la red de MT.



Crterios de proyecto para OOCC Aereas

La instalaci3n de postes para el tendido de red a3rea debe realizarse sin interferir las propiedades de particulares y alejado de las esquinas para evitar la exposici3n de los postes a choques.

Debe considerarse las distancias adecuadas entre la red a3rea de MT y las propiedades particulares. B3sicamente, lo anterior se realiza de la siguiente forma:

- ◆ La proyecci3n del conductor desde la red hasta el piso debe caer siempre en la calle o vereda.
- ◆ La distancia desde la proyecci3n del conductor m3s cercano a la propiedad hasta el muro de la propiedad debe ser como m3nimo de 2.8 m.



Crterios de proyecto para OOCC Aereas

Para la instalaci3n de autotransformadores y reguladores de tensi3n, estos se deber3n instalar frente a muros o terrenos en donde provoquen el menor impacto visual, debido a la alta cantidad de postes a instalar.

La instalaci3n de autotransformadores y reguladores de tensi3n demanda la instalaci3n de una gran cantidad de postes y un elevado espacio de instalaci3n:

- ◆ 2 postes por cada unidad, con tres unidades cada banco, lo que da un total de 6 postes a instalar de una sola vez.
- ◆ 1 poste necesario para la protecci3n de los bancos, que en este caso debe ser un reconectador.



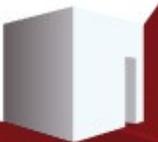
Verificar la factibilidad de las OOCC a realizar en terreno, comprobando que las obras sean efectivamente realizables.

Se debe:

- ◆ Constatar en terreno los espacios disponibles para la instalación de cámaras de distribución y ductos.
- ◆ Comprobar que las interferencias con otros servicios en la ruta del alimentador no afecten a la instalación de una red de MT.



REDES SUBTERRANEAS



Red de Distribución Subterránea de Media Tensión

Existen los siguientes tipos:

◆ **Red Subterránea Completa.** Construida con conductores de cobre o aluminio aislados y apantallados instalados en ductos. Todos los equipos y transformadores se encuentran en el subsuelo, dentro de cámaras y bóvedas. Solo se construyen redes trifásicas, es decir, tres conductores por alimentador.

◆ **Red Subterránea con Transformadores a Nivel de Superficie.** Es similar al caso anterior, con la particularidad que los transformadores se instalan a nivel de superficie. Existen condiciones para la instalación de los transformadores como que haya espacio suficiente para su ubicación en la vía pública y que el sector no esté expuesto a vandalismo.



Elementos de red Subterránea

Existen otros elementos constitutivos típicos de esta red, cuya disposición de montaje varía de acuerdo al tipo de red antes mencionado, estos son:

- ◆ Conductores:

- ✓ Cable apantallado con aislamiento seco.
- ✓ Cable apantallado con aislamiento en papel y aceite.

- ◆ Equipos de Protección y Seccionamiento:

- ✓ Protección: Interruptores.
- ✓ Seccionamiento: Seccionadores Trifásicos Bajo Carga de 1 vía y de 3 vías motorizados, en los tipos sumergible y semisumergible.



Equipos de operación y protección para la red subterránea de MT

Los equipos de operación para la red subterránea de MT proveen del seccionamiento necesario a las diferentes cargas del alimentador, otorgando respaldo e interconexiones entre alimentadores con el objetivo de mantener los índices de calidad de servicio dentro de los marcos legales de nuestro país y posibilitar los traspasos de carga necesarios para el respaldo e interconexión.

En el caso de los equipos de protección, estos son encargados de aislar las zonas afectas a fallas de las demás zonas del alimentador, evitando la caída completa del alimentador. De esta forma, la zona fallada queda aislada para su posterior reparación.

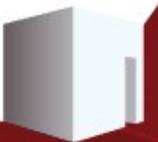


Elementos de red Subterránea

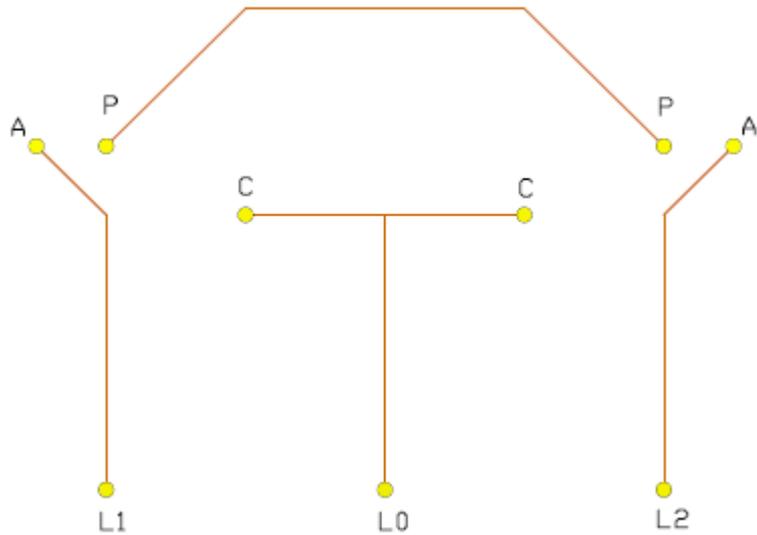
A continuación serán detallados los equipos existentes en la red de distribución subterránea de MT, destacando sus características de operación.

Equipos RAL, GRAM, GRAL y Tee Off

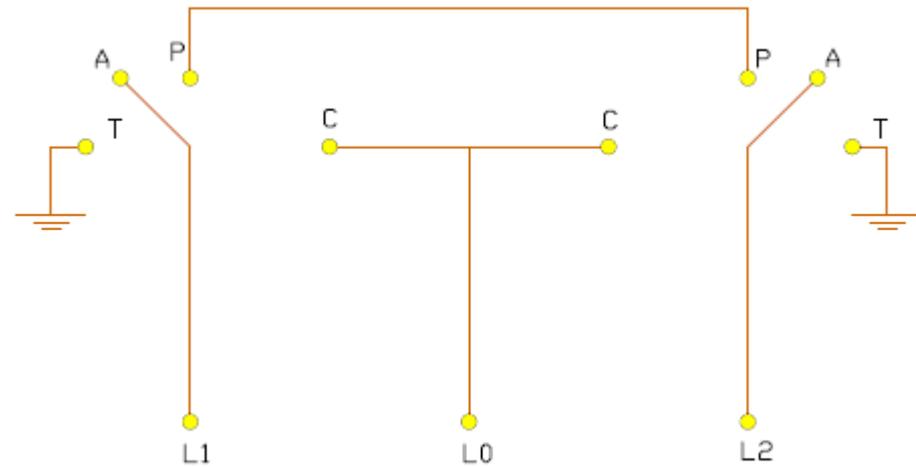
Son equipos de operación existentes en la red subterránea de MT. Pertenecen a una generación antigua de equipos que otorgan a la red una mayor flexibilidad y permiten minimizar la cantidad de potencia no suministrada debido a fallas, ya que permite reconfigurar la topología de los alimentadores para reponer suministro u operar la red. Son equipos adaptados para operar con carga, no obstante su operación en el sistema es realizada sin carga en la mayoría de los casos por mayor seguridad del operador del equipo.



Elementos de red Subterránea



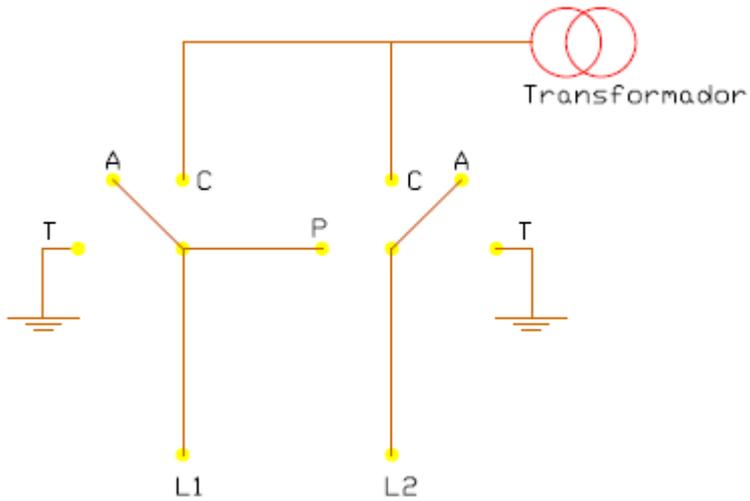
GRAL



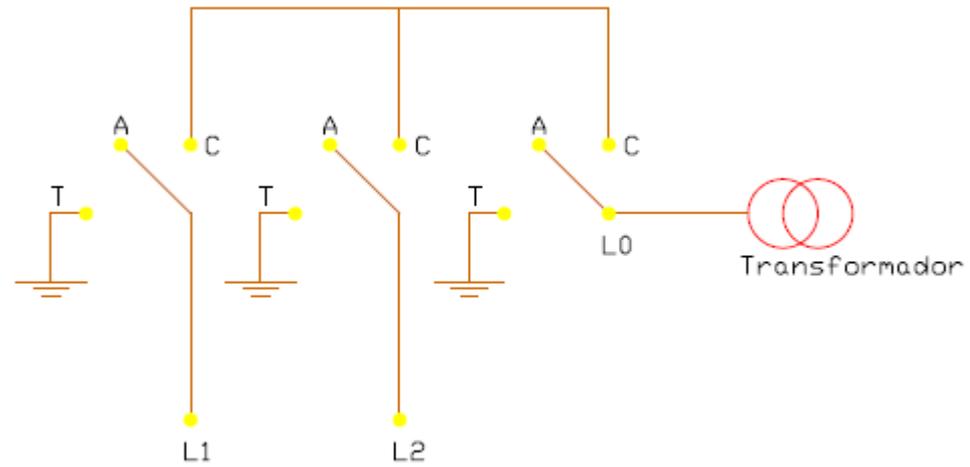
GRAL - M



Elementos de red Subterránea



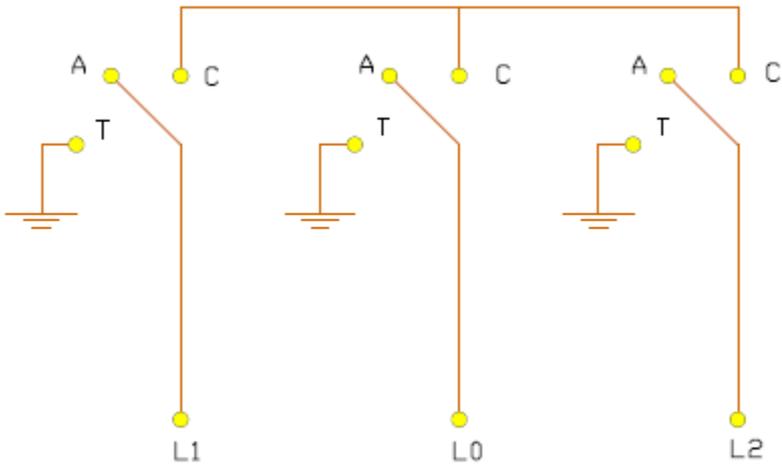
GRAL- TB



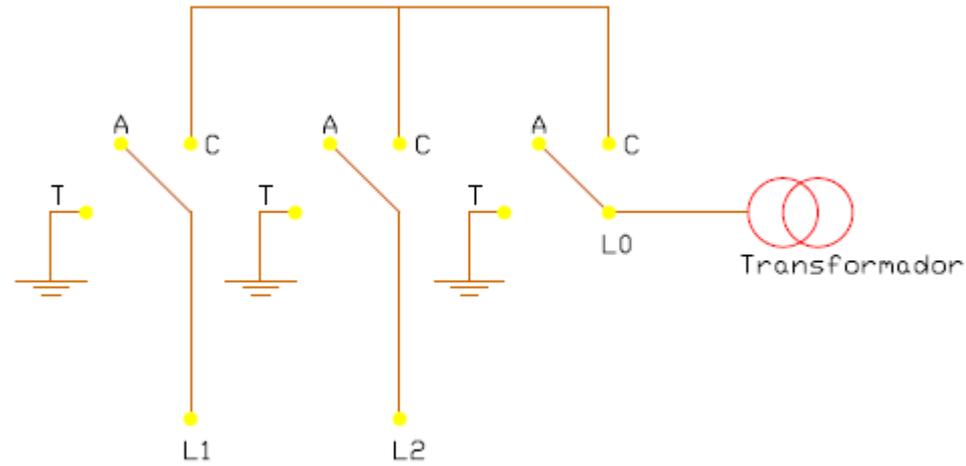
GRAM-TB



Elementos de red Subterránea



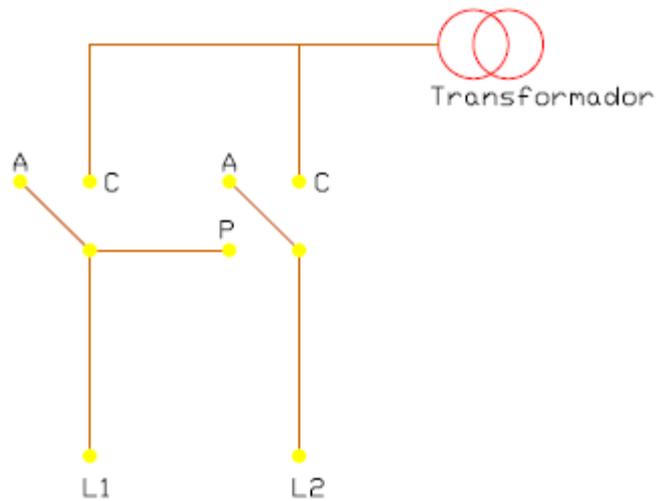
GRAM



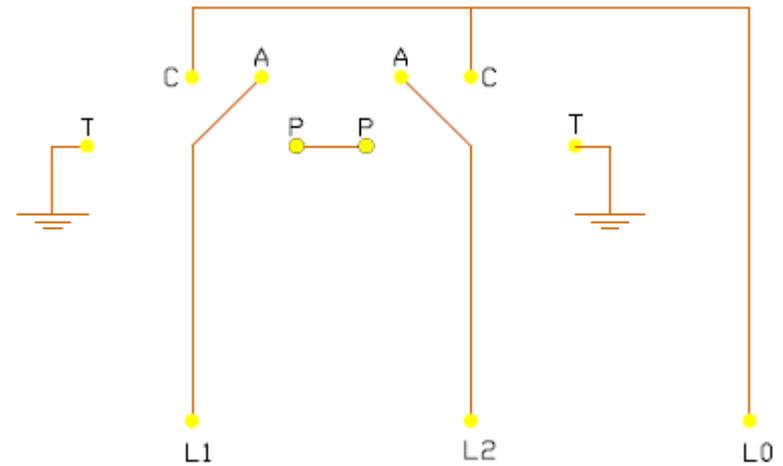
GRAM -tb



Elementos de red Subterránea



RAL- TB



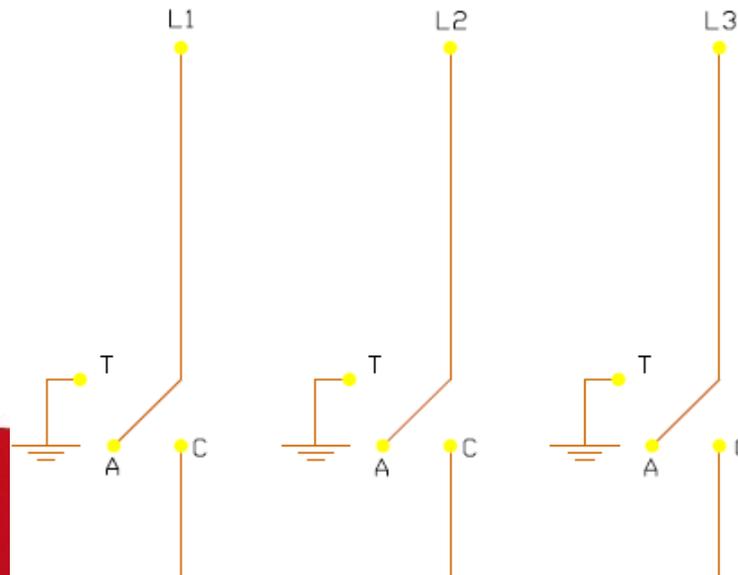
TGLA - R



Elementos de red Subterránea

Desconectores trifásicos de 3 vías.

Son equipos de operación para la red subterránea de MT que poseen tres lados de conexión. Los equipos de 3 vías son utilizados para el seccionamiento e interconexión entre alimentadores subterráneos en los nuevos diseños de MT, posibilitando los traspasos de carga entre alimentadores y mejorando la confiabilidad del sistema subterráneo de MT. Su operación es realizada en forma trifásica y pueden ser operados bajo carga. El equipo considera tres posiciones básicas para su operación, cerrado (C), abierto (A) y tierra (T). Estas posiciones permiten realizar las conexiones y desconexiones que se requieran en la red subterránea de MT.



Elementos de red Subterránea

La operación del equipo puede realizarse de dos formas:

- ◆ **Operación telecomandada:** Operación del equipo motorizada y controlada a distancia. Ello posibilitará el concepto de automatización en las redes subterráneas de MT.
- ◆ **Operación local:** Operación del equipo desde fuera del recinto de instalación mediante el accionamiento de una botonera que realiza la apertura o cierre de los contactos del equipo.

Una característica adicional que será considerada para los proyectos es el nivel de sumergibilidad del equipo. Actualmente se cuenta con dos niveles:

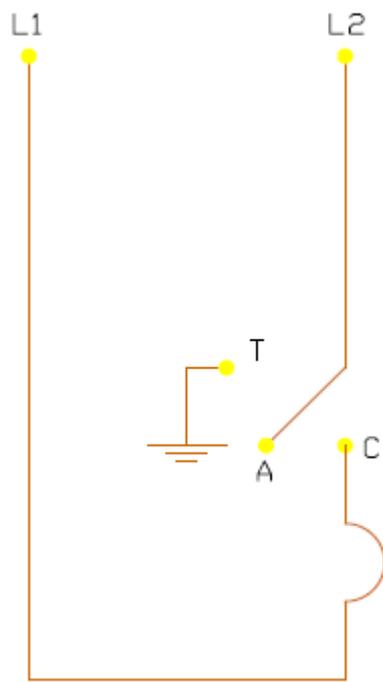
- ◆ **Sumergible:** en donde el equipo posee sus circuitos de fuerza y control protegidos contra el ingreso de agua y humedad.
- ◆ **Semisumergible:** en donde el equipo posee el circuito de fuerza protegido contra el ingreso de agua y humedad, mientras que el circuito de control no se encuentra protegido.



Elementos de red Subterránea

Desconectadores trifásicos de 1 vía

Estos equipos son proyectados actualmente en la red subterránea de MT. Son equipos de operación para la red subterránea de MT, utilizados para seccionar y dividir la carga total de las troncales de los alimentadores subterráneos de MT. Básicamente poseen solo una vía por donde es transportada la corriente. Son equipos que operan en forma trifásica y además, se encuentran adaptados para operar bajo carga debido a que poseen aislación en SF6.



Elementos de red Subterránea

Las características de operación de este equipo son idénticas a su homólogo de 3 vías:

- ◆ Operable bajo carga.
- ◆ Corriente nominal de 600(A).
- ◆ Operación trifásica.
- ◆ Operación del equipo telecomandada o local.
- ◆ Opciones de equipo sumergible o semisumergible.

La diferencia sustancial del equipo es la incorporación de una protección en la salida de la vía, que permite liberar fallas en el tramo protegido evitando la caída completa del alimentador subterráneo de MT. La protección consiste en un relé que acciona un interruptor aislado en SF6 cuando existen fallas que ocasionan sobrecorrientes en la red o fallas residuales. La protección se encuentra adaptada para 600 (A), condición nominal de corriente del equipo.



◆ Otros Equipos y Materiales:

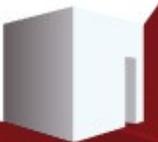
- ✓ Transformadores de distribución Subterráneos sumergibles.
- ✓ Transformadores de distribución tipo Superficie.
- ✓ Mufas de Unión Recta.
- ✓ Mufas de Derivación.
- ✓ Uniones Desarmables.
- ✓ Puntos Terminales.
- ✓ Mufas Terminales.
- ✓ Codos.
- ✓ Separadores para tubos.
- ✓ Conectores.
- ✓ Mallas de Tierra.
- ✓ Tomas de tierra.



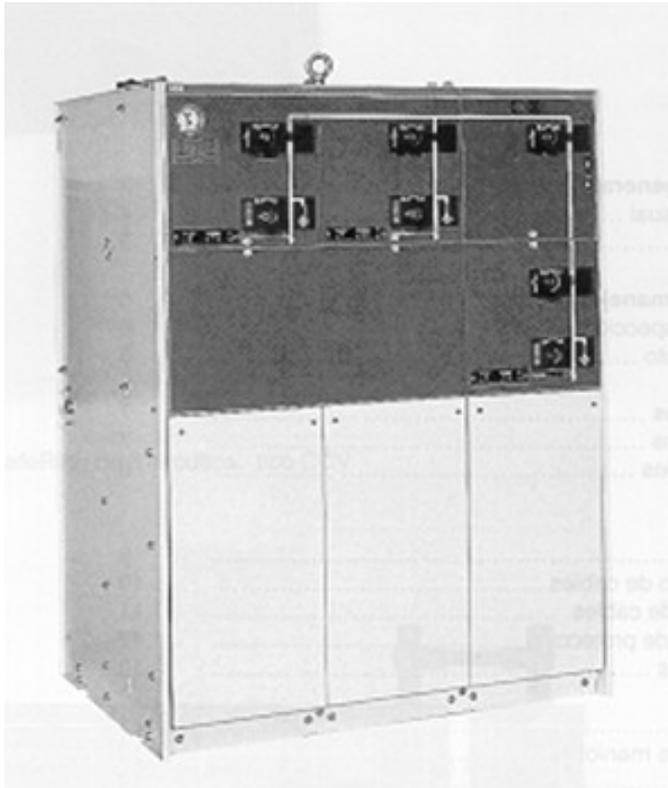
◆ Infraestructura de Montaje

Obras Civiles (OOCC) Para instalación de equipos y transformadores.:

- ✓ Canalizaciones.
- ✓ Cámaras de Paso.
- ✓ Cámaras de Equipos.
- ✓ Bóvedas de Transformadores



Otros Elementos de red Subterránea

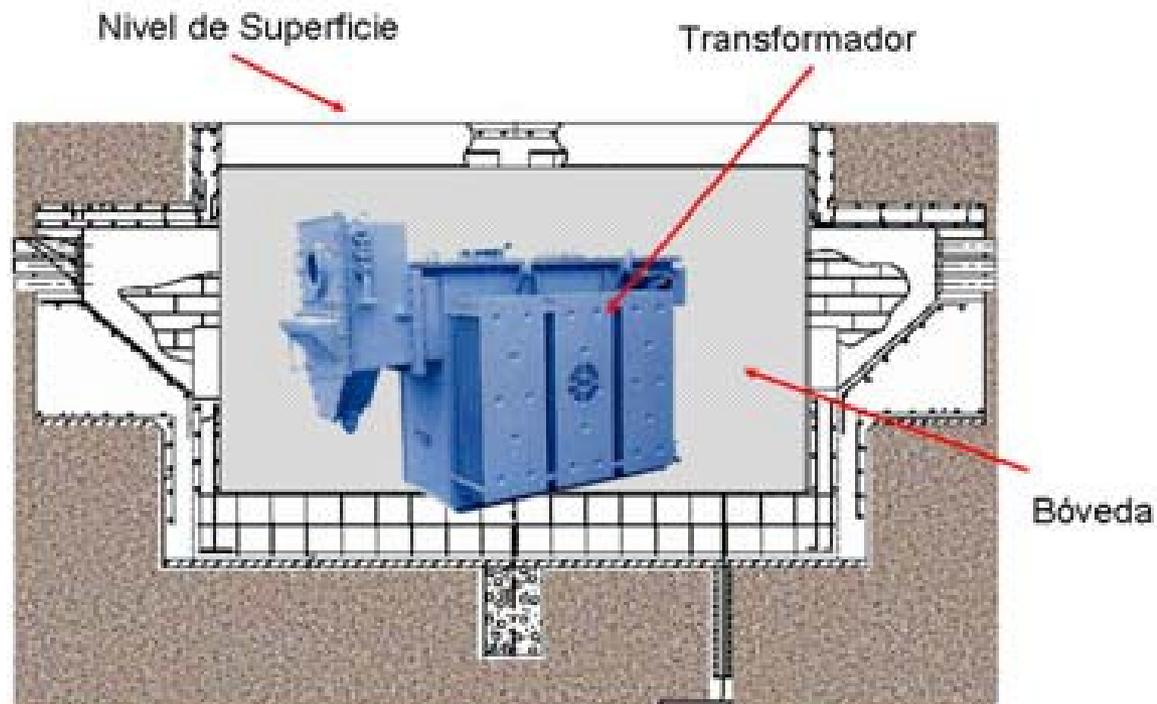
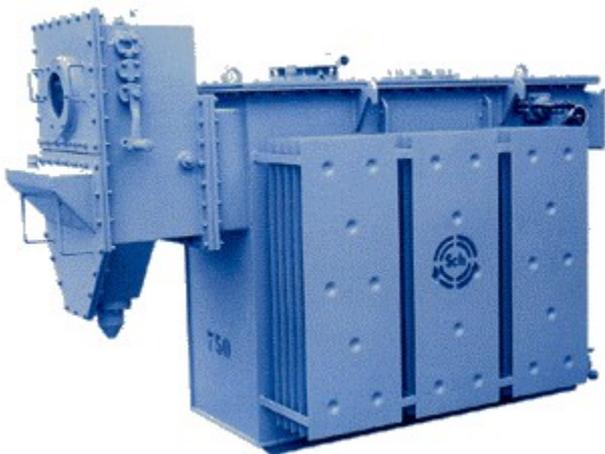


Seccionador Semisumergible

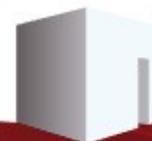
Seccionador Sumergible



Otros Elementos de red Subterránea



Transformador de Distribución Subterráneo



Otros Elementos de red Subterránea



Uniones Desarmables M.T.



Canalizaciones



Equipos Subterraneos

Proyectar equipos subterrneos indicando su grado de sumergibilidad, el nmero de vvas que posee el equipo y si posee algun lado protegido.

Equipos sumergibles debern ser proyectados en zonas con posibilidades de inundaciones y problemas de excesiva humedad, mientras que los equipos semisumergibles en zonas donde no se posea este tipo de dificultades.

Los equipos sumergibles, mediante su proteccin de su circuito de potencia y control, otorgan posibilidad de instalacin en zonas con posibilidades de inundacin y alta humedad como:

- ◆ Zonas con posibles rompimientos de alcantarillados.
- ◆ Zonas de frecuentes inundaciones ante precipitaciones.
- ◆ Zonas donde se presenten napas subterrneas.



Crterios de uso de Elementos de red Subterranea

Considerar el nivel de potencia a seccionar para la eleccin del nmero de vas del equipo de operacin a utilizar.

En el caso de la red subterrnea de MT:

- ◆ Equipos de 3 vas son seleccionados para seccionar cargas superiores a 2000 (kVA).
- ◆ Equipos de 1 va son seleccionados para seccionar cargas inferiores a 2000 (kVA).

Los actuales diseos de la red subterrnea de MT, consideran equipos de 3 vas para el seccionamiento y operacin en la red de MT, as como equipos de 1 va para seccionamiento y proteccin.



Criteria de uso de Elementos de red Subterranea

Seccionamiento y protecci3n de redes subterr3neas

La selecci3n del n3mero de v3as del equipo depender3 del nivel de carga a seccionar y proteger mediante el equipo, adem3s de su topolog3a.

Los equipos de 3 y 1 v3a se proyectar3n en la red subterr3nea de MT seg3n lo siguiente:

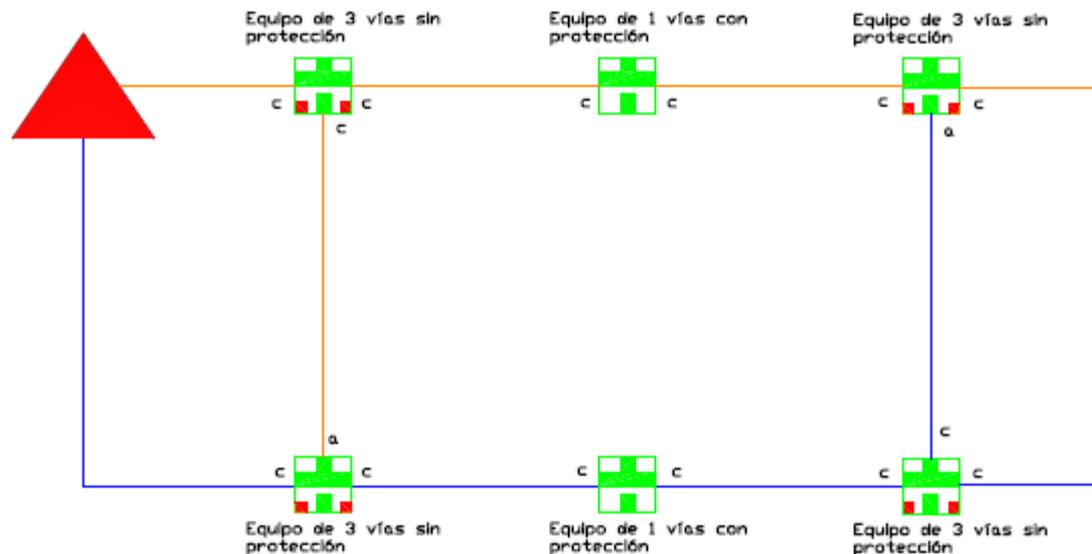
Uso de equipos subterr3neos	
Tipo de equipo subterr3neo	Uso de equipo
Desconectador de 3 v3as	Interconexiones entre alimentadores
	Seccionamiento en troncales y derivaciones para cargas superiores a 2000 (kVA)
Desconectador de 1 v3a	Seccionamiento de troncales de alimentadores totalmente radiales
	Seccionamiento en troncales y derivaciones para cargas inferiores a 2000 (kVA)



Crterios de uso de Elementos de red Subterranea

El seccionamiento involucra dividir el alimentador en 4 bloques de carga de igual magnitud de potencia mediante la instalación de equipos de seccionamiento de 3 y 1 vía. De acuerdo a situaciones prácticas, en ocasiones no es necesaria la instalación de tal cantidad de equipos para seccionamiento debido a:

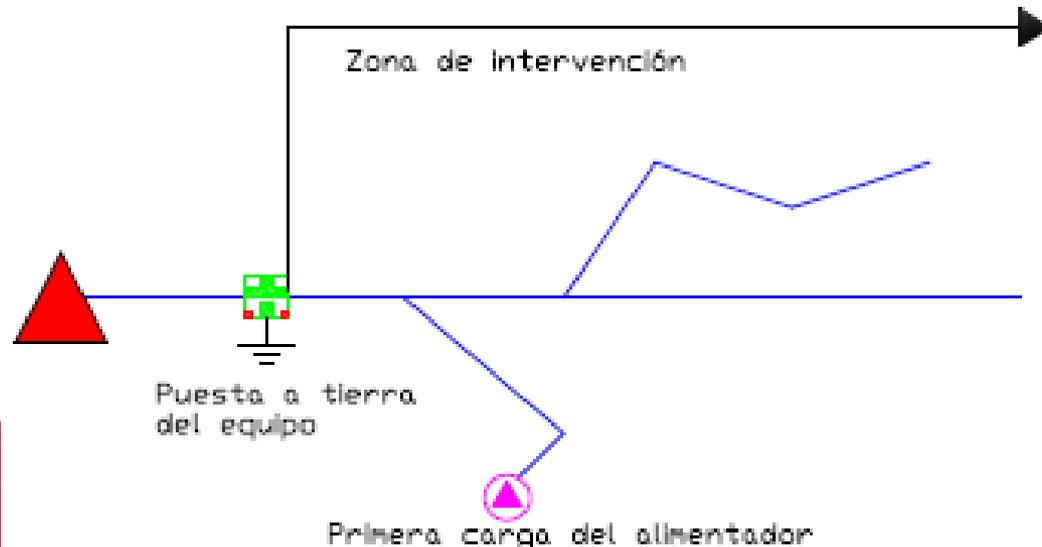
- ◆ Pocas probabilidades de falla del alimentador.
- ◆ Bajo número de interconexiones del alimentador.



Crterios de uso de Elementos de red Subterranea

Crterios Alternativos

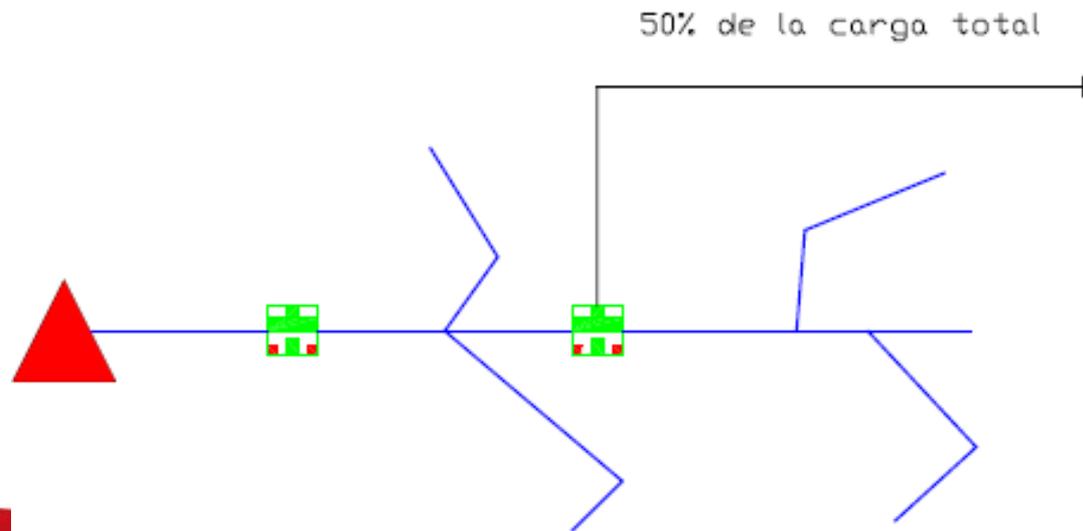
Considerar la instalaci3n del primer equipo para el seccionamiento de la red subterr3nea justo antes de la primera carga, facilitando la intervenci3n en el alimentador mediante las puestas a tierra realizadas a trav3s de los equipos. Al instalar el primer equipo antes de la primera carga, se facilita la operaci3n de las cuadrillas para colocar a tierra la red y asegurar que la intervenci3n u operaci3n realizada en la red subterr3nea sea realizada de forma segura. La puesta a tierra del alimentador o de alguno de sus tramos es realizada en el equipo de operaci3n mismo, ya que los cables subterr3neos no pueden ser intervenidos.



Crterios de uso de Elementos de red Subterranea

Considerar la ubicaci3n del segundo equipo seccionador del alimentador subterr3neo a la mitad de la carga del alimentador, cuando los requerimientos de seccionamiento sean menores o cuando se tenga cargas no uniformemente distribuidas a lo largo del alimentador.

Lo anterior trae como consecuencia inmediata la reducci3n de los 3ndices de calidad de suministro al disminuir la carga afectada como consecuencia de fallas o desconexiones repentinas en el sistema subterr3neo de MT. Este criterio puede ser utilizado cuando las cargas en el alimentador de MT no se encuentran distribuidas en forma homog3nea.



Canalización de alimentadores subterráneos

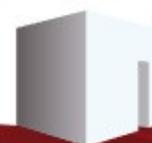
Utilizar ductos que permitan una adecuada ventilación e instalación de los alimentadores subterráneos, considerando los espacios necesarios en los ductos para la instalación de las diferentes secciones disponibles.

El desarrollo de la red de MT debería ser realizada con los siguientes ductos en función de las secciones antes mencionadas:

- ◆ Para cable monopolares: en los nuevos proyectos se utilizan ductos de 90 mm de diámetro.
- ◆ Para cables tripolares: en los nuevos proyectos se utilizan ductos de 140 mm de diámetro.



F I N





Inacap