

-
- 11.1 Definición.
 - 11.2 Subestación aérea.
 - 11.3 Subestación en el piso.
 - 11.4 Subestación subterránea.
 - 11.5 Descripción de celdas de una subestación interior.
 - 11.6 Normalización de plantas de emergencia.
 - 11.7 Componentes básicos de una subestación.
 - 11.8 Fusibles de alta tensión HH.
 - 11.9 Mallas a tierra.

11.1 DEFINICIÓN

Las subestaciones de distribución son aquellos puntos de transformación del nivel de distribución primaria al nivel de distribución secundaria. Los niveles de tensión primaria comprende: 13,2 - 11,4 - 7,62 - 4,16 - 2,4 kV y los niveles de tensión secundaria comprende: 440 - 220 - 208 - 127 - 120 V.

Se han clasificado por su ubicación, por el tipo de transformador MT / BT utilizado, por el equipo de maniobra y protección, de la siguiente manera:

11.2 SUBESTACIÓN AÉREA

Son aquellas cuyas características. de tamaño, peso y capacidad permiten su montaje a la intemperie.

11.2.1 Transformadores.

Todas las características, valores nominales y pruebas que deben cumplir los transformadores de distribución deben ser las mismas que figuran en las normas ICONTEC (la norma 2100 es un compendio de normas para transformadores de distribución).

Las especificaciones para los transformadores aquí indicados se refieren a transformadores de distribución sumergidos en aceite con las siguientes características generales:

Tipo de refrigeración:	Natural (ONAN).
Tipo de instalación:	Intemperie para instalación en poste.
Frecuencia:	60 Hz.
Voltaje nominal primario y derivaciones:	13,2 kV \pm 2 x 2,5 %
Voltaje nominal secundario:	1 ϕ 240 / 120 V 3 ϕ 208 / 120 V. 220 / 127 V 214 / 123 V..

En todos los casos deben ser convencionales o autoprotegidos. Todos los transformadores presentarán protocolo de pruebas (norma ICONTEC 1358) y deben ser homologados por el sector eléctrico.

11.2.2 Disposiciones mínimas para el montaje.

Se utilizarán transformadores monofásicos con capacidad no mayor de 75 kVA y trifásicos con capacidad no mayor de 150 kVA en redes de distribución aéreas. Esta disposición se muestra en la figura 11.1.

Transformadores con capacidad de 75 kVA (monofásicos o trifásicos) se sujetarán con collarines, platinas, U con platinas, en un solo poste (o estructura primaria). Esta disposición se muestra en la figura 11.2.

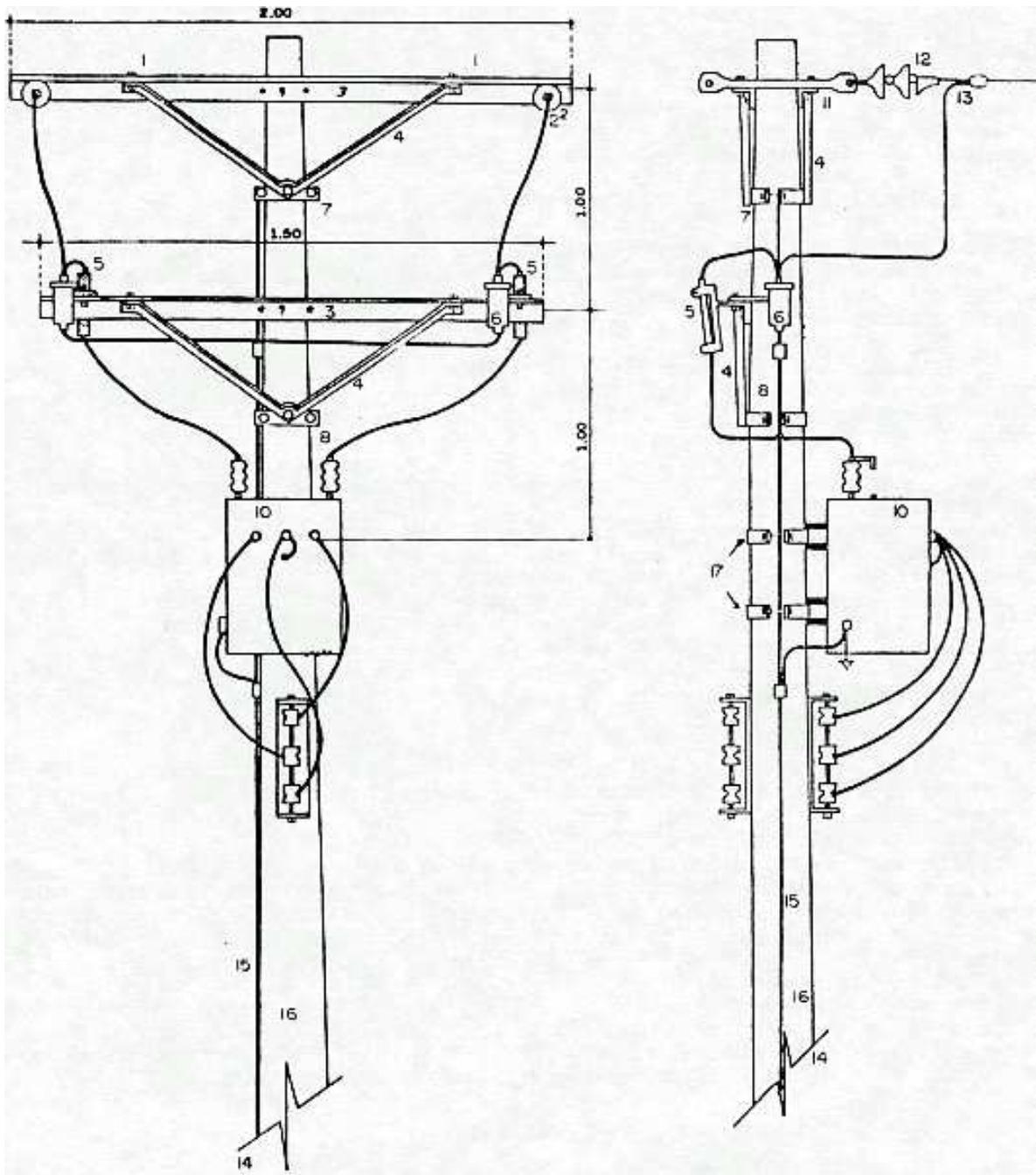


FIGURA 11.1. Subestación aérea. Monofásica hasta 75 kVA. (Montaje con collarín).

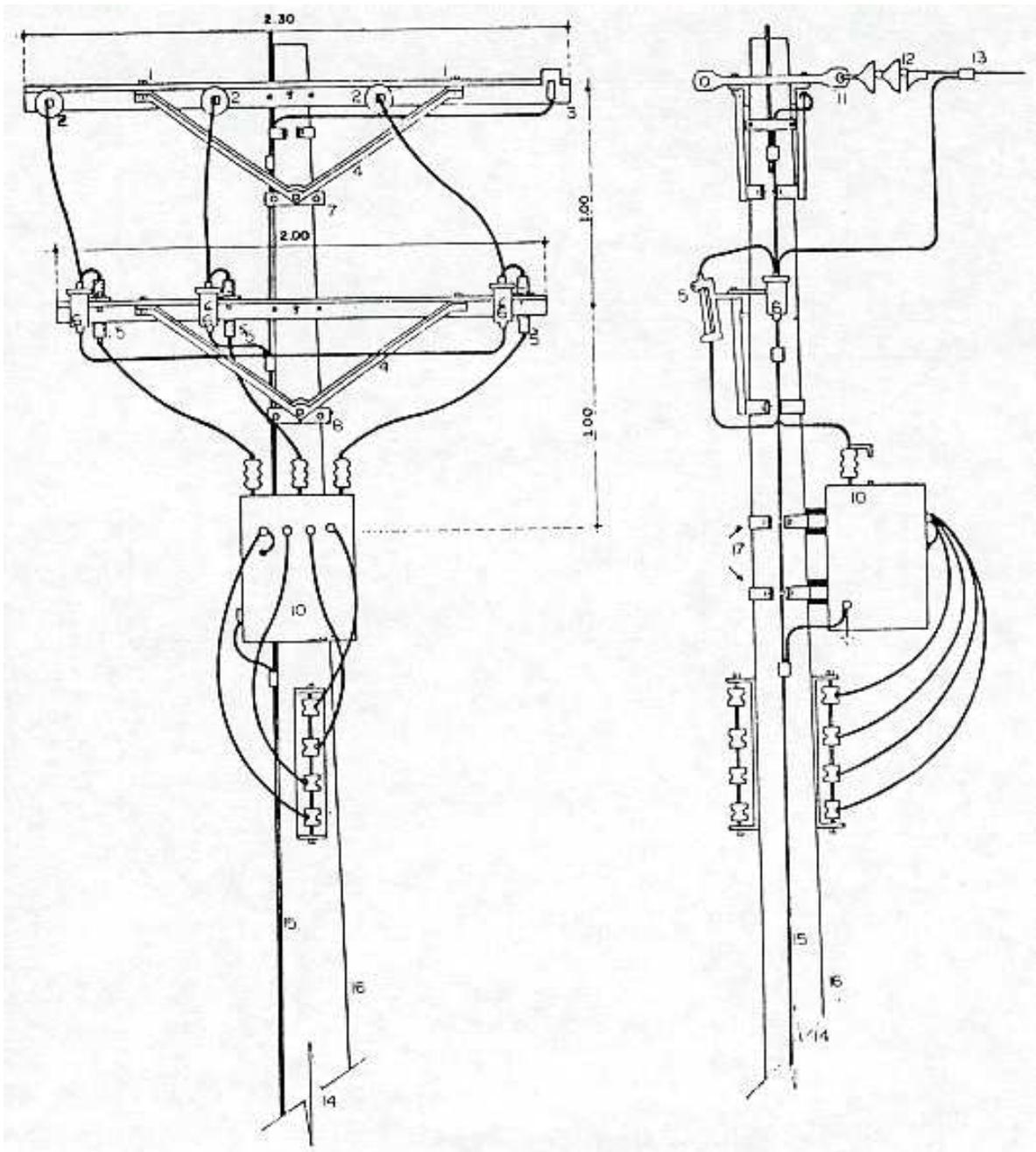


FIGURA 11.2. Subestación aérea. Trifásica hasta 75 kVA. (Montaje con collarín).

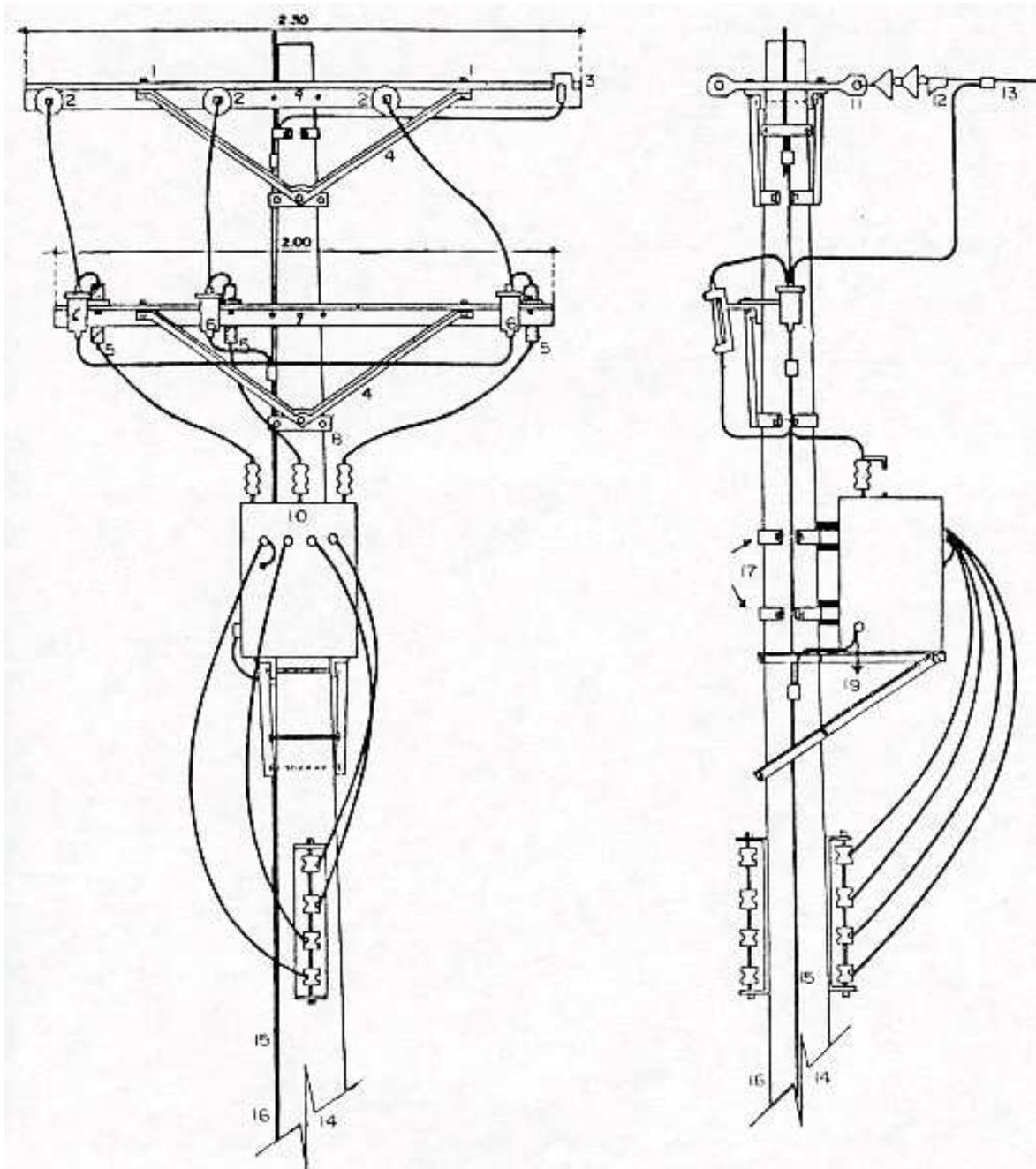


FIGURA 11.3. Subestación aérea. Trifásica entre 76 kVA y 112.5 kVA. (Montaje con collarín y repisa).

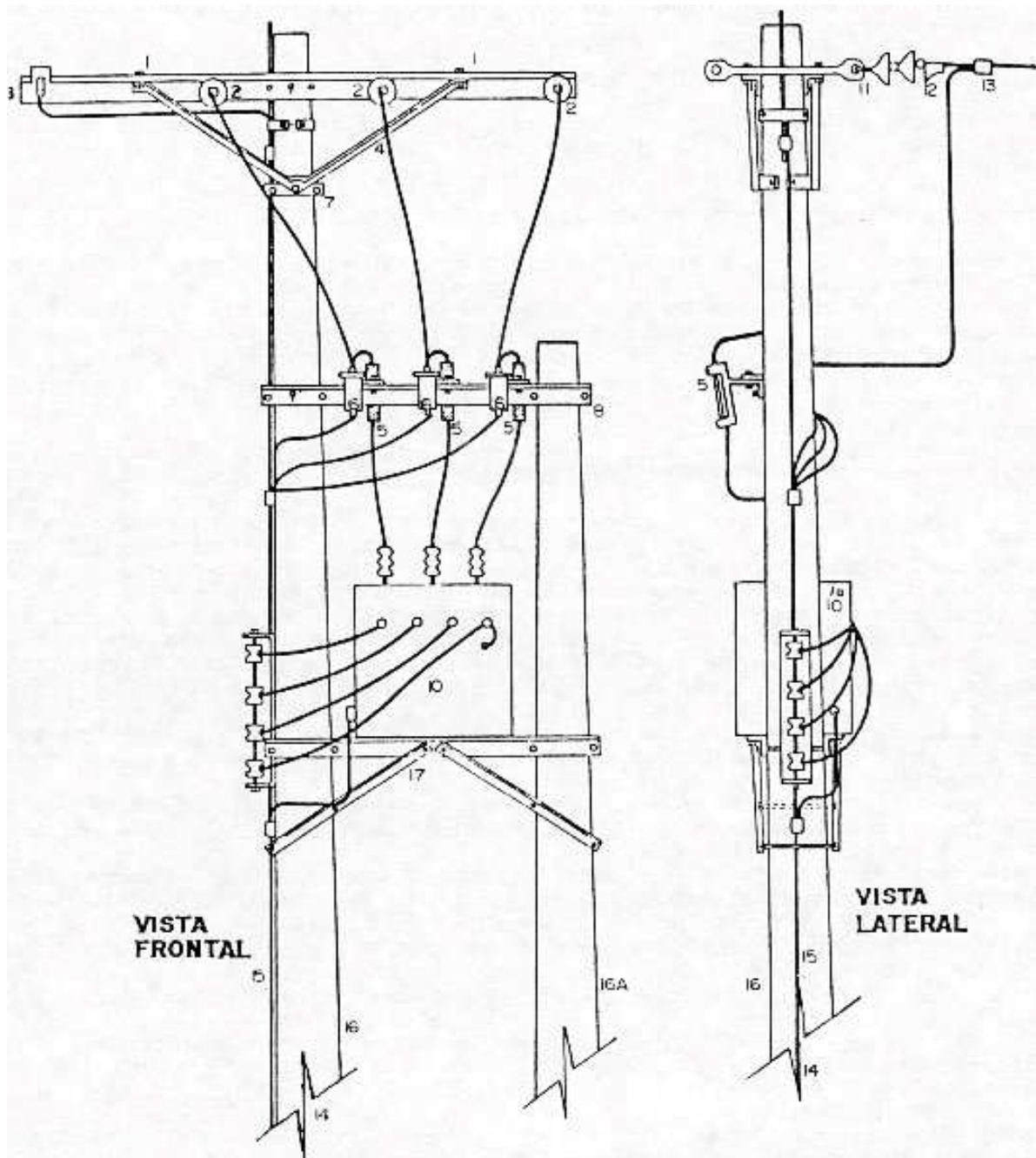


FIGURA 11.4. Subestación aérea. Trifásica entre 113 y 150 kVA. (Montaje en camilla).

Transformadores con capacidad entre 76 kVA Y 112.5 kVA (trifásicos) se montarán en repisa en un solo poste (o estructura primaria). Véase figura 11.3.

Transformadores con capacidad entre 113 kVA y 150 kVA se montarán en camilla utilizando dos postes (estructura en H). Véase figura 11.4.

11.3 SUBESTACIONES EN PISO

Son aquellas cuyas características de tamaño, peso y capacidad permiten su montaje sobre el nivel del piso o a una altura no mayor de 1 metro.

Pueden estar ubicados en interiores o a la intemperie y contienen todas las capacidades hasta 500 kVA.

11.3.1 Subestación interior.

Es aquella que está montada en el interior de un edificio, en locales cerrados o bajo techo. Deben ser de la modalidad tipo pedestal (pad Mounted) y / o capsulada.

11.3.1.1 Subestación pedestal (pad mounted)

No posee partes vivas expuestas (tiene frente muerto) y forma un conjunto interruptor -transformador con bujes tipo premoldeados, bujes de parqueo, interruptor para operación bajo carga en el sistema primario, fusibles tipo Bayonet y codos premoldeados para operación bajo carga de 200 A.

El interruptor va adosado al transformador y puede disponer de caja de maniobra para establecer entrada y salida de alimentador primario, siempre a través de bujes tipo premoldeado para las acometidas de alta tensión.

TRANSFORMADORES

Todas las características, valores nominales y pruebas que deben cumplir estos transformadores de distribución deben ser las mismas que figuren en las normas ICONTEC.

Las especificaciones generales se refieren a los transformadores de distribución sumergidos en aceite, se diferencian únicamente en su construcción del tipo convencional en que no tienen partes vivas expuestas. Posee compartimientos de alta y baja tensión completamente cabinados e independientes.

Este tipo de transformadores posee protecciones del siguiente tipo: fusibles de protección rápida tipo Bayonet, que se introduce dentro de una cartuchera inmersa en aceite en el transformador. Se encuentra en la parte superior y puede ser removido en forma externa utilizando la pértiga apropiada (tipo pistola).

Fusibles de características lentas y del tipo limitador de corriente, el cual actúa como respaldo del anterior. Este se encuentra inmerso en el aceite del transformador.

Para protección por fallas en la carga posee un interruptor termomagnético de caja moldeado, coordinado con los fusibles de alta tensión para hacer el disparo por el lado de baja tensión.

Posee interruptor o caja de maniobra adosado al transformador, inmerso en el aceite para operación bajo carga de varias posiciones permitiendo diferentes operaciones en la alimentación primaria.

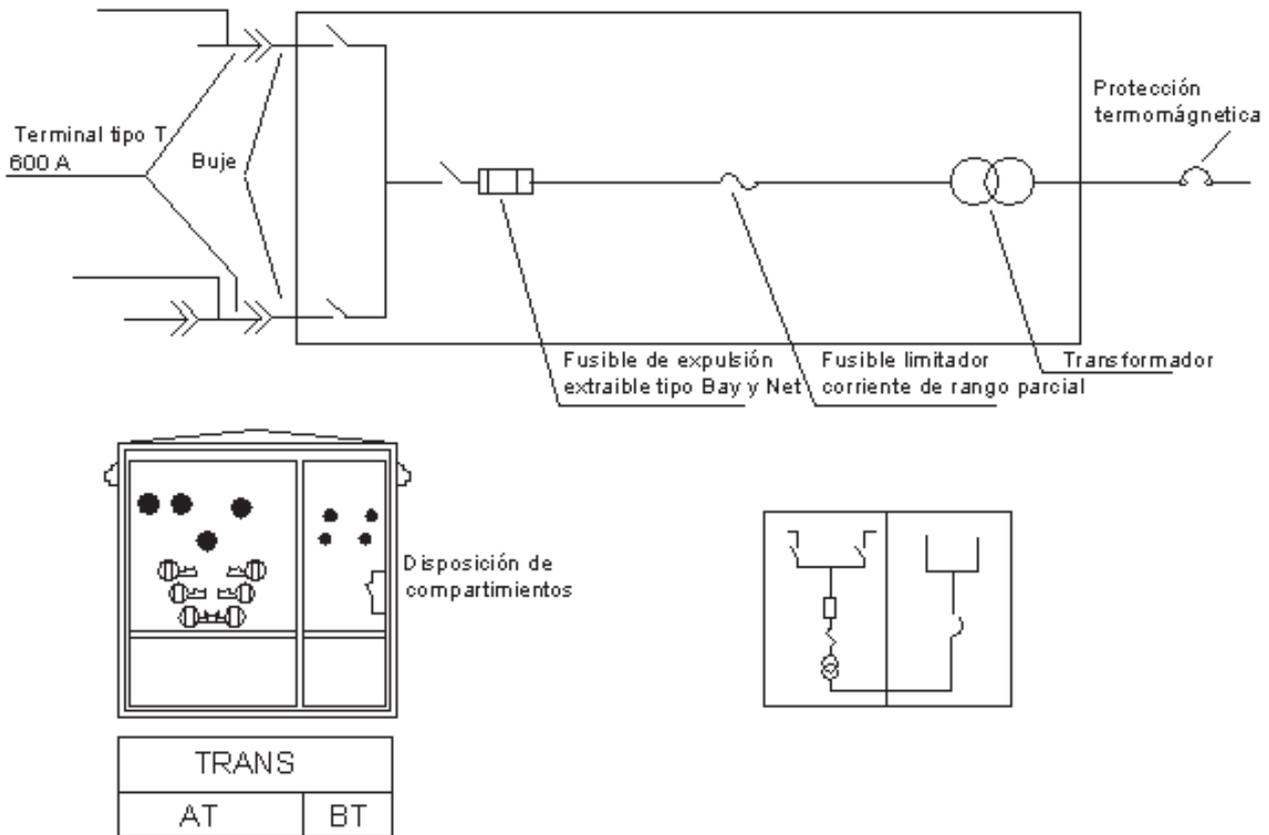


FIGURA 11.5. Subestación pedestal compacta. Interruptor de maniobra y transformador incorporados.

Los transformadores poseen bujes premoldeados aptos para operación bajo carga con codos premoldeados. Se encuentran montados en la parte frontal del transformador y del interruptor, de tal forma que existe fácil acceso para líneas de alta tensión.

La parte de baja tensión posee bujes debidamente interconectados a un totalizador normalmente incluido. Para corrientes mayores o iguales a 200 A debe llevar relé de disparo tripolar.

DISPOSICIONES MININAS PARA EL MONTAJE

En todos los casos se instalarán transformadores trifásicos con capacidad no mayor de 500 kVA. Las subestaciones se montarán con las siguientes disposiciones:

- Subestación pedestal compacta. (vér figura 11.5). Se caracteriza por tener el interruptor de maniobra y transformador incorporado.
- Subestación pedestal con interruptor de maniobra separado del transformador. (vér figura 11.6).

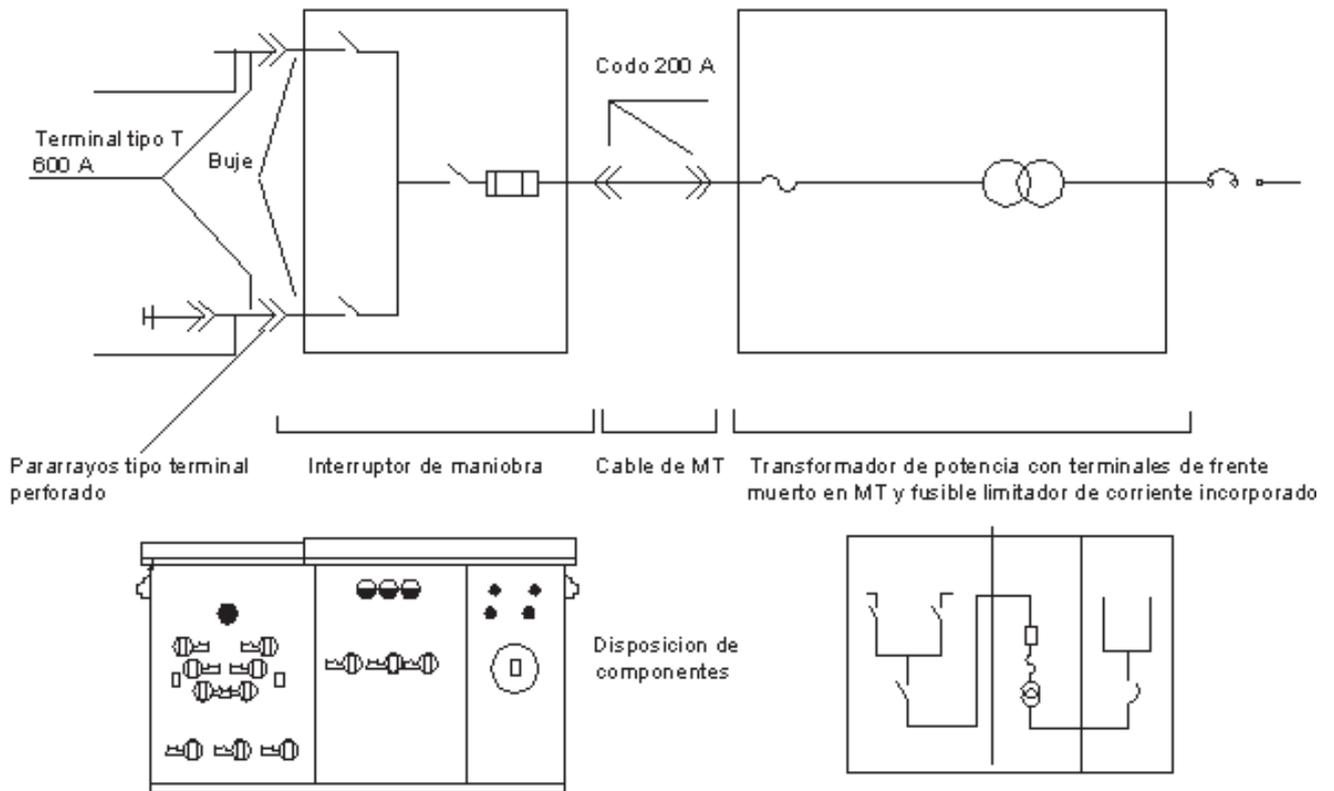


FIGURA 11.6. Subestación pedestal con interruptor de maniobra separado del transformador.

11.3.1.2 Subestación capsulada.

Son aquellas que tienen el equipo alojado en celdas (módulos) de lámina metálica con dimensiones que conservan las distancias mínimas de acercamiento.

Puede disponer de entrada y salida de alimentador primario, con sus respectivas celdas (módulos) de seccionamiento, celdas de protección y seccionamiento para cada transformador que se derive, celda para el transformador, celda para los equipos de medida de alta y / o baja tensión.

TRANSFORMADORES

Todas las características, valores nominales y pruebas que deben cumplir los transformadores de distribución deben ser las mismas que figuren en las normas ICONTEC.

Las especificaciones para los transformadores aquí indicados se refieren a transformadores de distribución sumergidos en aceite o tipo seco (aquel en el cual el núcleo y los devanados no están sumergidos en un líquido refrigerante y aislante).

Todos los transformadores presentarán protocolo de pruebas (normas ICONTEC 1358).

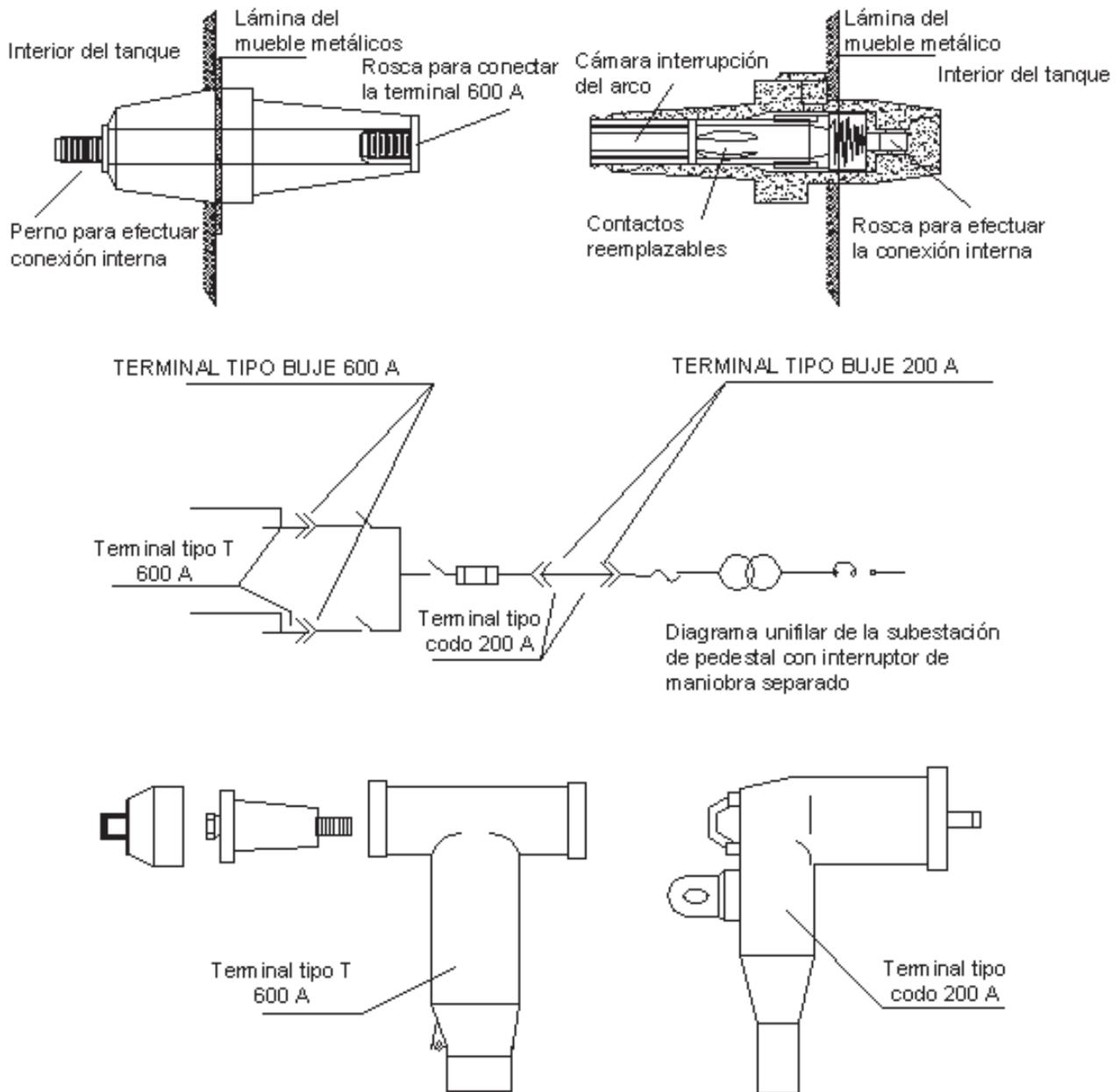


FIGURA 11.7. Elementos premodelados de una subestación pedestal.

DISPOSICIONES MÍNIMAS PARA EL MONTAJE

Siempre se instalarán transformadores trifásicos sumergidos en aceite o tipo seco hasta 500 kVA.

El proceso de capsulado lo componen las diferentes celdas construidas con perfiles de ángulo y lámina. Cada celda se proveerá con una puerta metálica con cerradura en la parte frontal, abriendo hacia afuera, con ventanas de inspección en vidrio templado de seguridad. Poseen rejillas de ventilación ubicadas de tal manera que no permitan la introducción de elementos como varillas, etc.

Las celdas de seccionamiento permiten la entrada y / o salida de los cables del alimentador primario. Cuando la instalación es el punto de partida hacia otras subestaciones, se incluirá un seccionador tripolar sin fusibles, con operación manual por medio de palanca de acceso frontal y operación bajo carga.

Su nivel de tensión debe ser de 15 kV y corriente nominal de 600 A. Las celdas de protección y seccionamiento para el transformador contienen seccionador tripolar para operar bajo carga provisto de fusibles tipo HH; dichos seccionadores poseen mecanismos de energía almacenada para apertura independiente del operador, disparo libre, disparo al fundirse cualquiera de los fusibles y operación manual por medio de palanca de acceso frontal. Su nivel de tensión debe ser de 15 kV y corriente nominal de 10 A.

Los fusibles provistos de percutor para uso en interiores tipo limitador de corriente deben ajustar su capacidad a la del transformador y en coordinación con el interruptor general de baja tensión.

Si la capacidad del transformador es mayor a 200 kVA en la celda de protección del transformador se ubicará siempre el equipo de medida (de energía activa y reactiva) en alta tensión AT, tal como se observa en la figura 11.8

La celda del transformador contiene solamente el transformador sea este sumergido en aceite o seco.

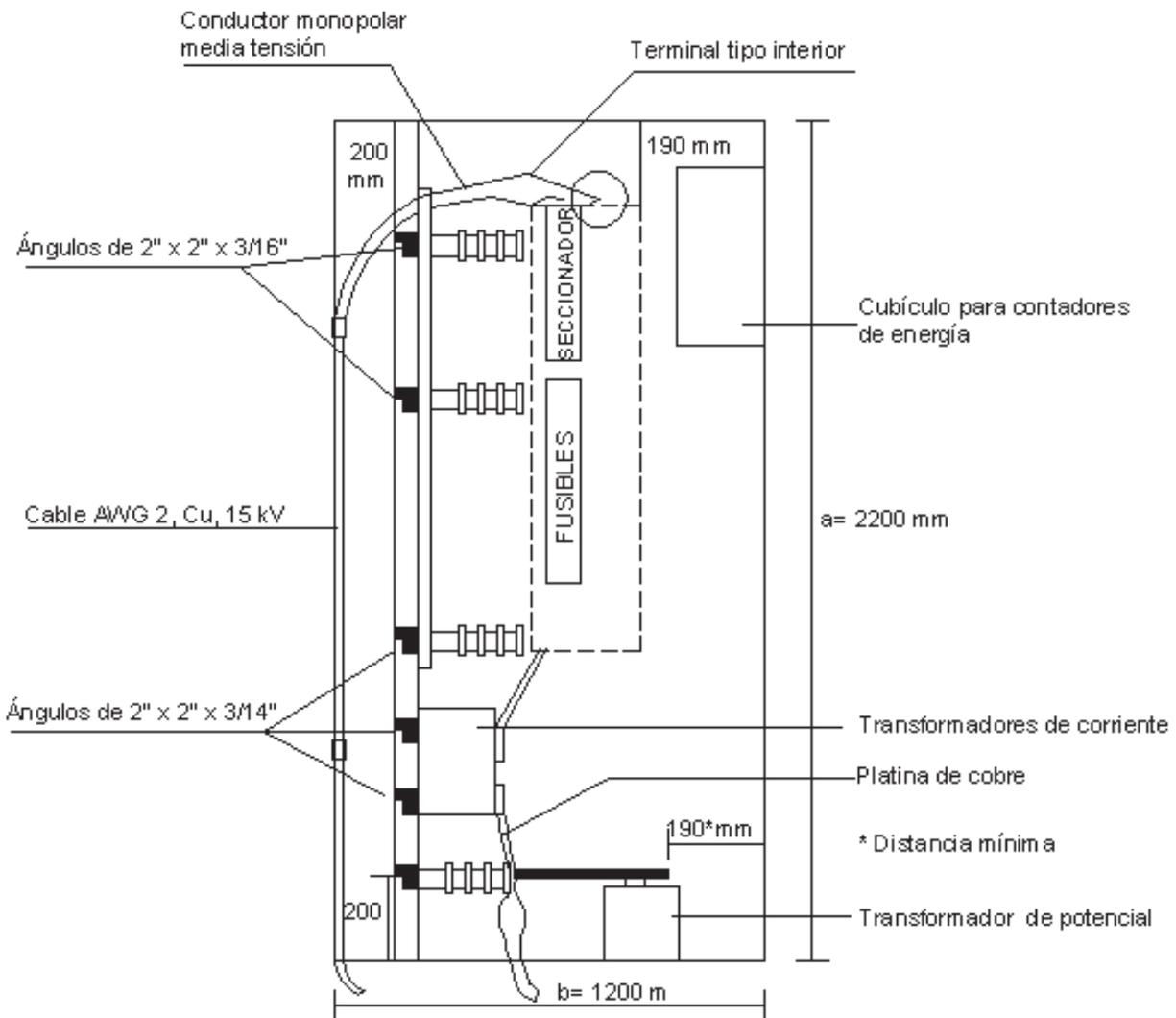
La celda para los equipos de medida de baja tensión contienen: totalizador, baraje secundario, interruptores termomagnéticos, voltímetros, amperímetros y señalización.

Todos las salidas de baja tensión se protegerán con interruptores termomagnéticos. Cuando la subestación es de 200 kVA o menos, se instalará siempre el equipo de medida en la celda de baja tensión.

En la figura 11.9 se muestran detalles de una subestación capsulada con seccionador de entrada y con seccionador de salida.

En la figura 11.10 se muestran detalles de una subestación capsulada con seccionador duplex de entrada y salida.

En la figura 11.11 se muestran las características físicas y detalles de elementos componentes de una subestación capsulada.

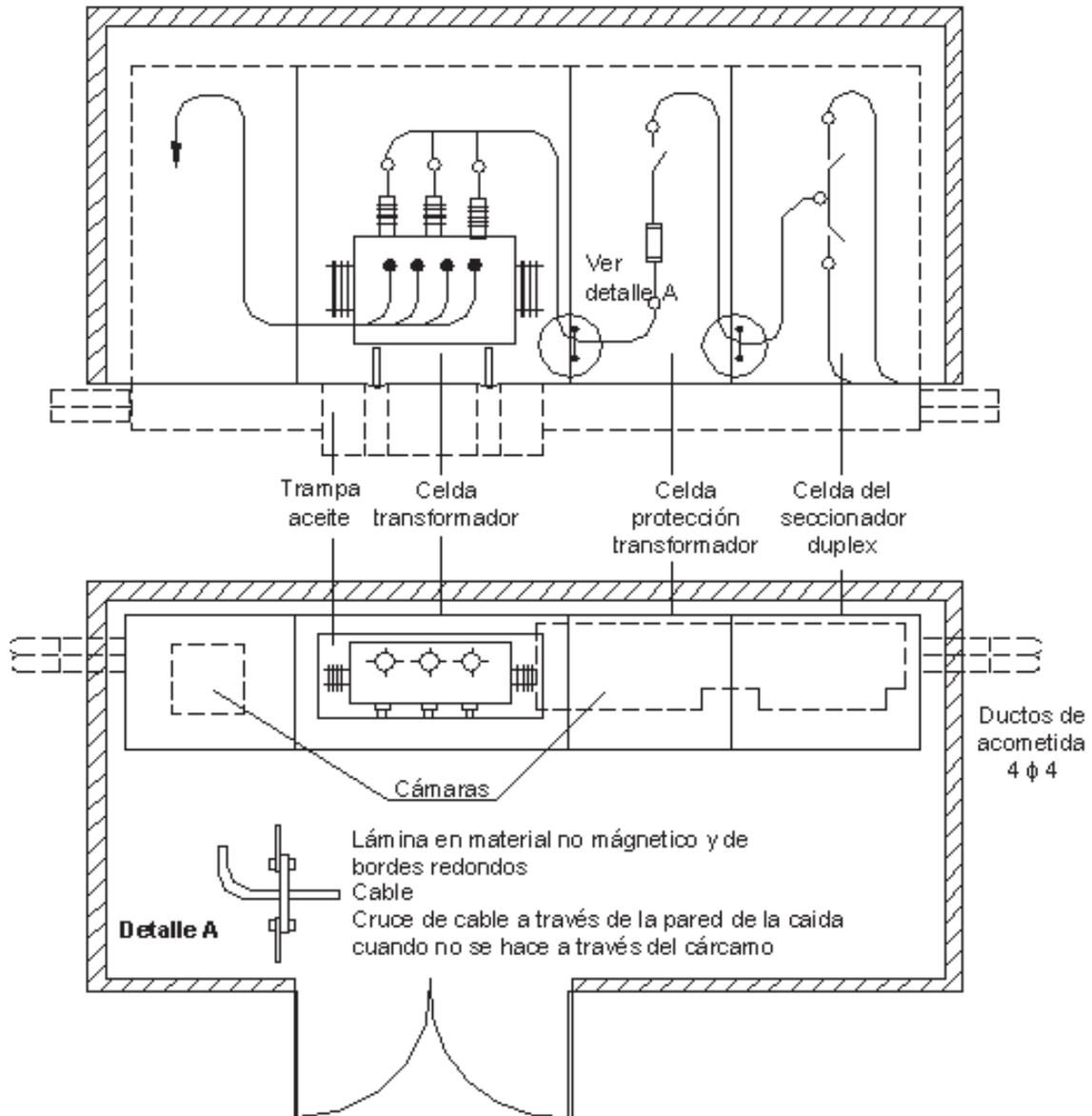


Nota:

En subestaciones con celda de entrada y celda de salida con seccionadores no se tiene el cable 2 AWG de cobre, sino platina de cobre para 600 A (20 x 10 mm).

FIGURA 11.8. Disposición física de elementos para medida en AT en la celda de protección del transformador.

Disposición de compartimientos en subestaciones con seccionador duplex de entrada y salida



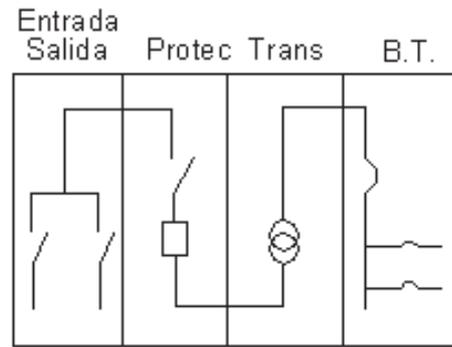
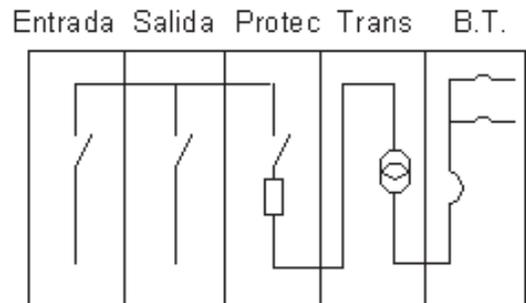
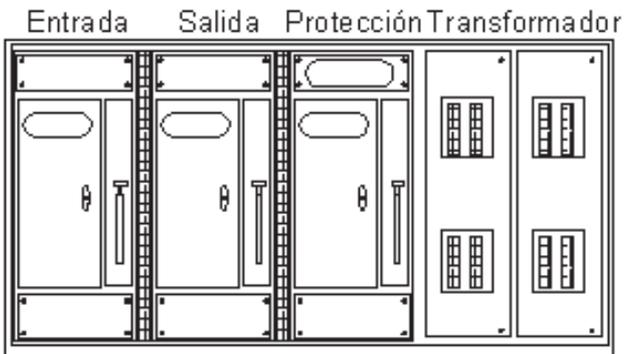


FIGURA 11.9. Subestación capsulada con seccionador de entrada y con seccionador de salida, diagrama unifilar equivalente y disposición de comportamientos perfil y planta.



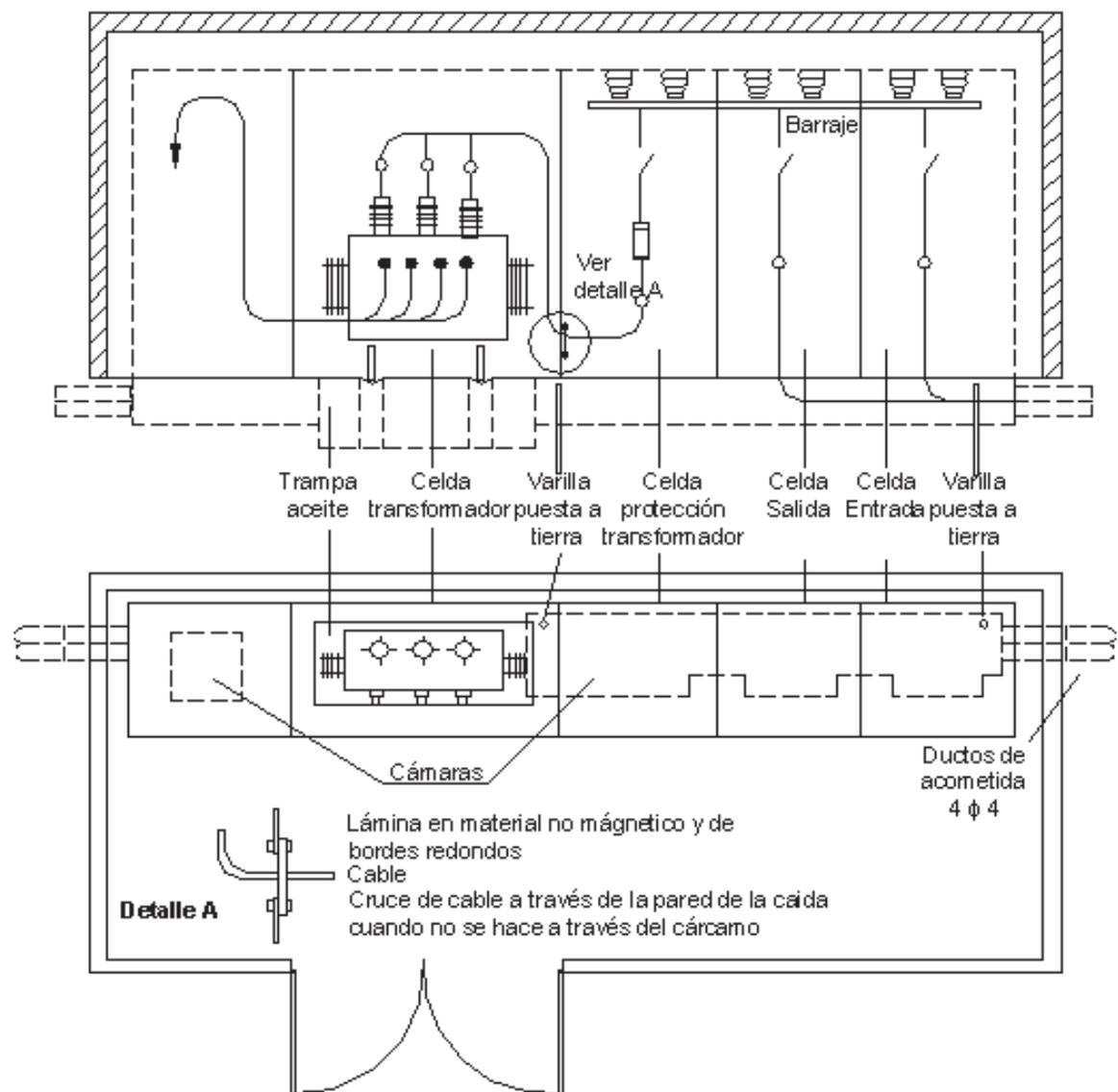


FIGURA 11.10. Subestación capsulada con seccionador duplex de entrada y salida con su diagrama unifilar equivalente y disposición de comportamientos perfil y planta.

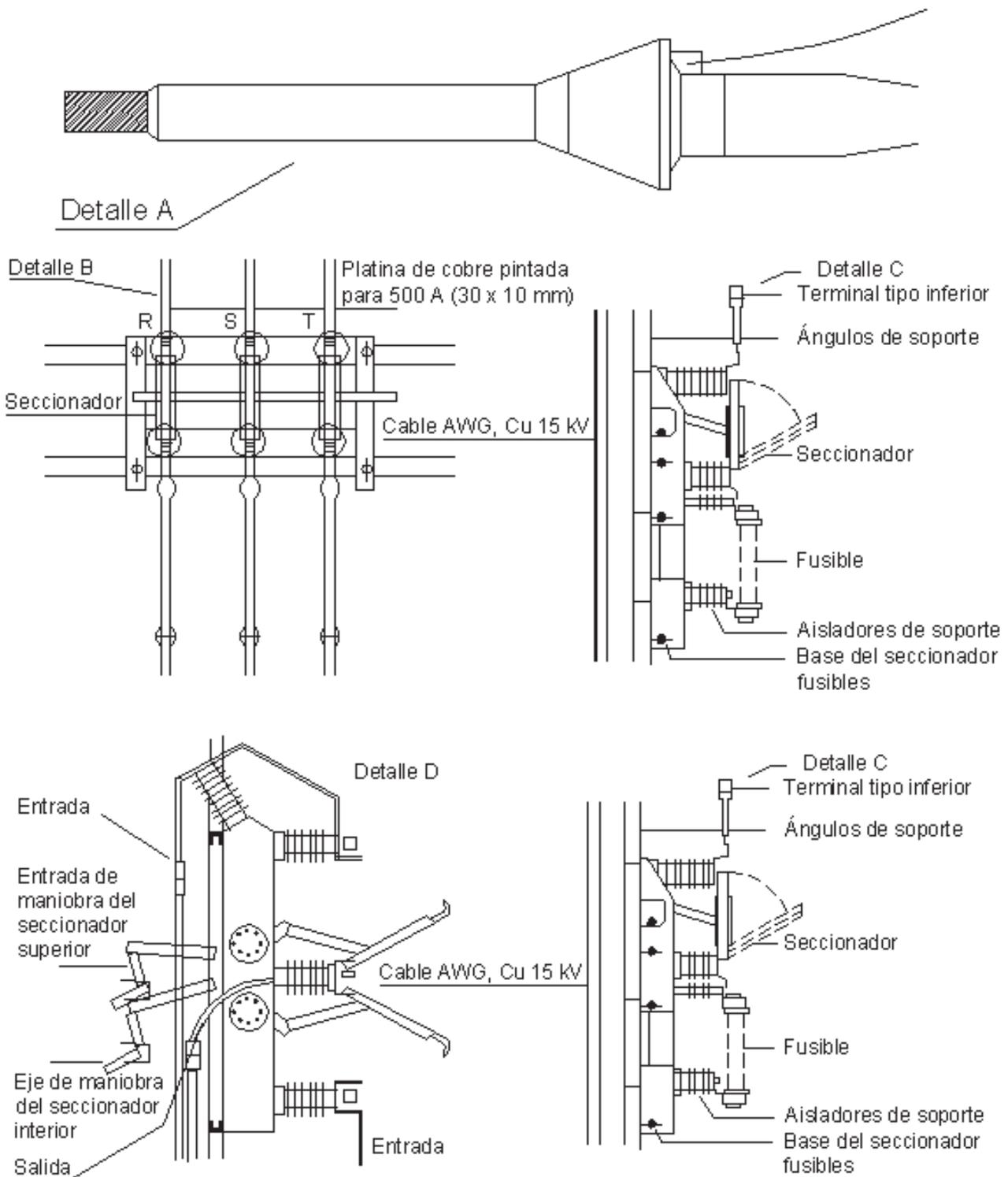


FIGURA 11.11. Características técnicas de elementos componentes de una subestación capsulada.

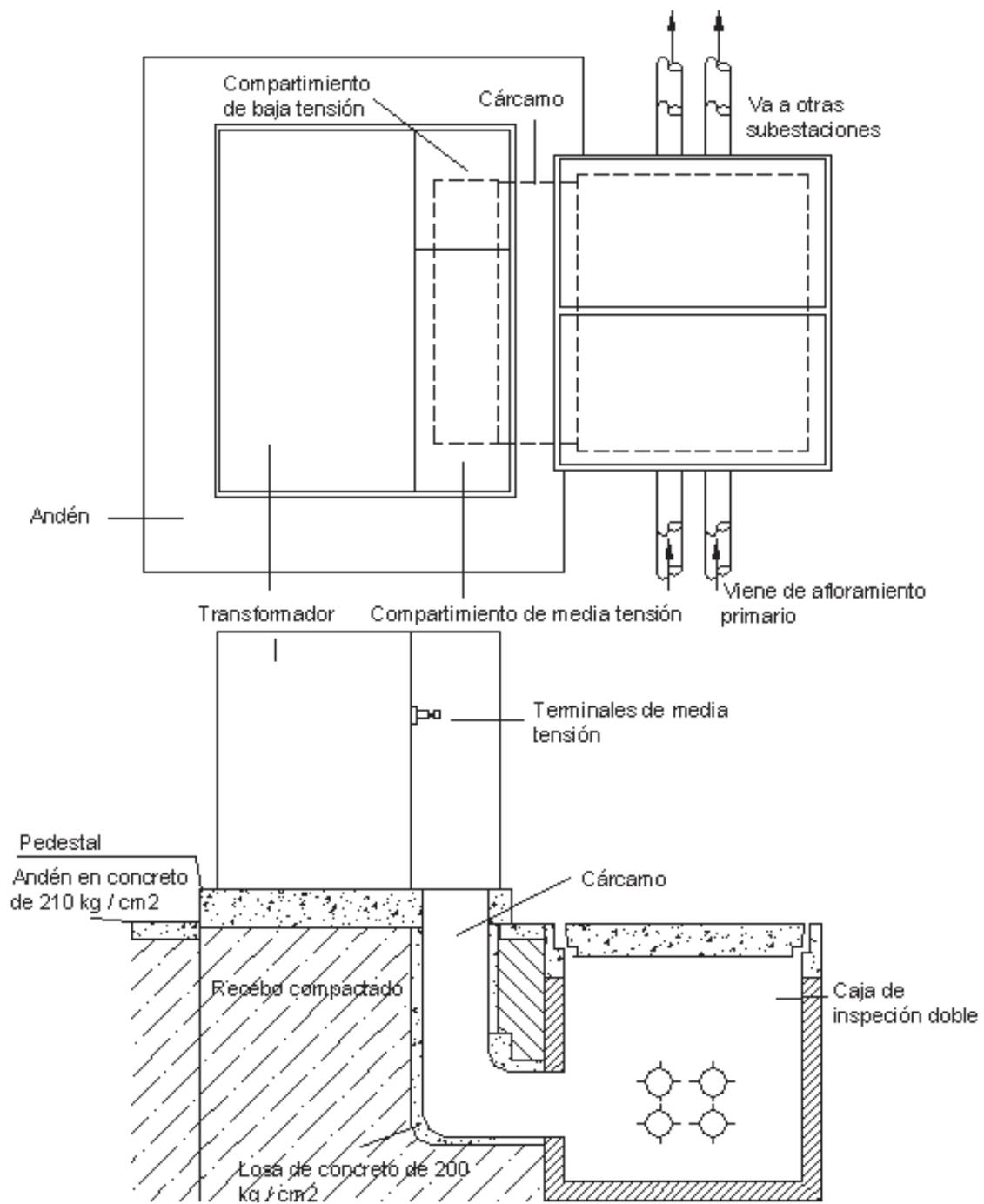


FIGURA 11.12. Subestación intemperie enmallada.

11.3.2 Subestación intemperie.

Son aquellas que están montadas fuera de recintos, edificaciones o locales y deben ser de modalidad Pad Mounted o enmallada. El alimentador primario puede ser aéreo o subterráneo.

11.3.2.1 Subestación pedestal (pad mounted).

Idéntica a la descrita en 11.3.1.1

11.3.2.2 Subestación enmallada.

Utilizada generalmente junto a estructura primaria (poste) sobre el cual se establece un afloramiento primario desde una línea aérea. Este afloramiento dispondrá de pararrayos y de seccionamiento (cajas primarias 100 A - 15 kV).

Serán utilizados terminales premoldeados en la conexión a la red primaria aérea y en la conexión a bujes primarios (bornes primarios) del transformador. Se construye malla de seguridad que separe los equipos de las áreas de circulación adyacentes.

TRANSFORMADORES

Todas las características, valores nominales y pruebas que deben cumplir los transformadores de distribución montados en forma enmallada deben ser las mismas que figuren en las normas ICONTEC. Las especificaciones para los transformadores aquí indicados se refieren a transformadores de distribución sumergidos en aceite. En todos los casos serán convencionales o auto protegidos.

Tipo de refrigeración: Natural (ONAN).

Tipo de instalación:	Intemperie instalado en piso.
Frecuencia:	60 Hz.
Voltaje nominal primario y derivaciones:	13,2 kV \pm 2 x 2,5 %
Voltaje nominal secundario:	1 ϕ 240 / 120 V. 3 ϕ 208 / 120 V. 220 / 127 V. 214 / 123 V.

DISPOSICIONES MÍNIMAS PARA MONTAJE

Este tipo de subestaciones utilizará transformador trifásico desde 151 kVA hasta 500 kVA. En la figura 11.12 se muestran detalles constructivos de la subestación intemperie enmallada.

11.4 SUBESTACIONES SUBTERRÁNEAS

Son aquellas cuyas características y capacidades permiten su montaje bajo el nivel del piso en la vía pública o en un predio particular. Se construyen en bóvedas o cámaras de equipo propiamente dichas; también pueden estar instaladas en cámaras especiales, casi siempre van bajo andén.

TRANSFORMADORES

Siempre se utilizarán transformadores sumergibles (totalmente sellados para someterse a inmersión total) sin partes vivas expuestas (frente muerto) y puede tener un conjunto interruptor-transformador (lleva incorporado equipo de protección y seccionamiento) con bujes de parqueo, interruptor para operación bajo carga en el sistema primario, codos premoldeados para operación bajo carga de 200 A.

Si el equipo de protección y seccionamiento no es incorporado, se montarán seccionadores independientes en aceite o SF6 sumergibles, sin partes vivas expuestas (frente muerto) con palanca de operación bajo carga.

Se pueden utilizar regletas o seccionadores tipo seco (cajas tipo seco) con elementos premoldeados para operación bajo carga.

Todas las características, valores nominales y pruebas que deben cumplir estos transformadores se deben ajustar a las normas ICONTEC.

DISPOSICIONES MÍNIMAS PARA MONTAJE

Serán utilizados transformadores trifásicos hasta 200 kVA. En el capítulo 9 se muestran detalles constructivos de la cámara de equipo utilizada para alojar las subestaciones subterráneas.

11.5 DESCRIPCIÓN DE LAS CELDAS DE UNA SUBESTACIÓN INTERIOR

Las celdas deben estar fabricadas en lámina de hierro calibres 14 y 16 sometidas a tratamiento químico de bonderización y fosfatado para facilitar la pintura y evitar la corrosión. El acabado final en esmalte gris preferiblemente. Las celdas y tableros deben construirse conforme a las normas NENA tipo 1, uso interior, equivalente al grado de protección IP 30 (IP 10 para la celda del transformador).

11.5.1 Celdas de baja tensión (fig. 11.13)

Para su dimensionamiento se debe consultar el diagrama unifilar de la instalación eléctrica y determinar así los equipos e interruptores a instalar y el número de módulos a utilizar. Están compuestas por las siguientes partes:

ESTRUCTURA BASE

Construida fundamentalmente por parales y tapas que permiten el ensamble de los juegos de barras, soportes del equipo, puertas y tapas.

JUEGO DE BARRAS

Deben disponer de múltiples perforaciones para facilitar las conexiones. Su material es cobre electrolítico. Debe incluir soportes aislantes y soportes metálicos para el montaje del juego de barras, incluye la barra de puesta a tierra sin perforaciones.

SOPORTES DEL EQUIPO

Consiste en 2 soportes horizontales (o rieles) que permiten asegurar el equipo formando niveles o hileras horizontales de aparatos o interruptores.

BANDEJA (DOBLE FONDO)

Permite instalar equipos como fusibles, contactores, relés térmicos, interruptores enchufables o industriales, interruptores de corte y salida de los tableros de contadores.

PUERTAS Y TAPAS

Todas las puertas llevan al lado izquierdo unas bisagras tipo piano. La suma de módulos M de puertas y tapas debe ser 36 M (o sea 2160 mm). Las tapas son ciegas y deben ser utilizadas como complemento de las puertas cuando no existe equipo.

NIVEL DE MEDICIÓN

Donde se pueden instalar hasta 4 instrumentos de medida, incluye una caja que lo separa de todo el resto del tablero.

NIVEL PARA INTERRUPTORES ENCHUFABLES

Consiste en un conjunto de puerta ranurada para interruptores enchufables (tipo quick lag) 30 polos con su bandeja respectiva.

SEPARADORES METÁLICOS O TABIQUES

Permite aislar la sección de contadores de otras secciones.

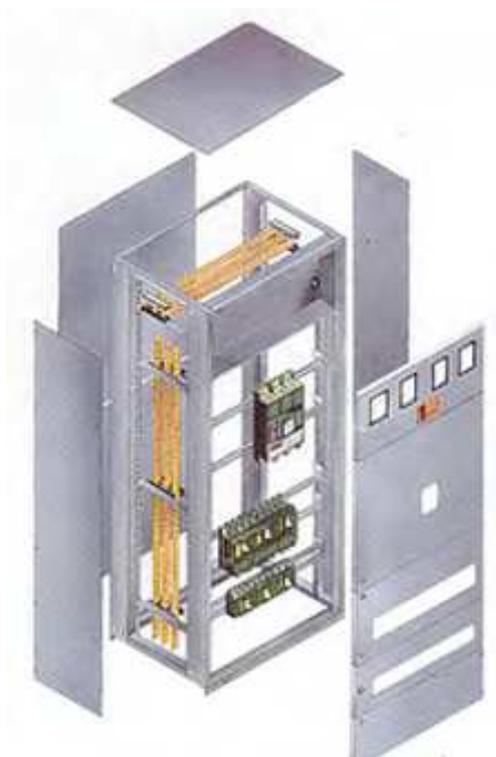


FIGURA 11.13. Celda de baja tensión.

Las celdas de baja tensión tienen las siguientes características técnicas

Tensión nominal máxima:	660 V - Prueba aislamiento 2000 V.
Número de fases:	3
Capacidad barrajes:	320 - 650 - 1200 A (5 x 20 - 5 x 50 - 5 x 100)mm ²
Capacidad barra neutro:	320 - 650 A (5 x 20 - 5 x 50)mm ²
Capacidad barra tierra:	125 A (2,5 x 19)mm ²
Rigidez dieléctrica:	a 220 / 240 V 2000 V y a 440 / 480 V 2500 V
Dimensiones:	Alto:2258 mm, ancho 914 mm, prof 508 o 914 mm ² depende de capacidad de corriente.

11.5.2 Celda para transformador (figura 11.14)

Debe disponer en su parte frontal inferior y trasera una malla que permita la ventilación del transformador. esta celda debe ser acoplada a la celda de media tensión y/o tablero de distribución para baja tensión o de contadores a través de una tapa frontal complemento.

Esta celda debe tener las siguientes características técnicas:

Para transformador hasta 225 kVA tiene las siguientes dimensiones:

Alto: 2250 mm Ancho: 1300 mm Profundidad: 1700 mm.

Para transformadores hasta 630 kVA:

Alto: 2250 mm Ancho: 1500 mm Profundidad: 2300 mm.

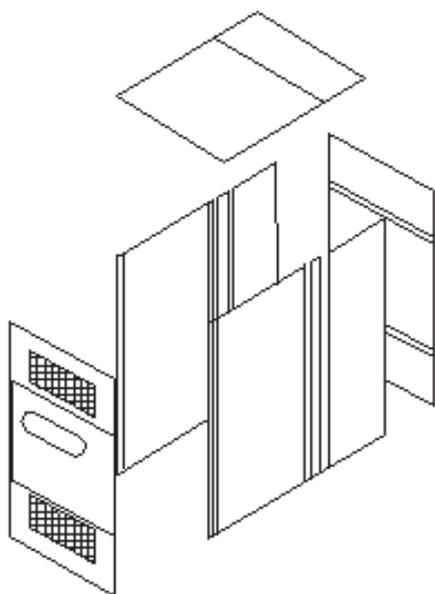


FIGURA 11.14. Celda de Transformador.

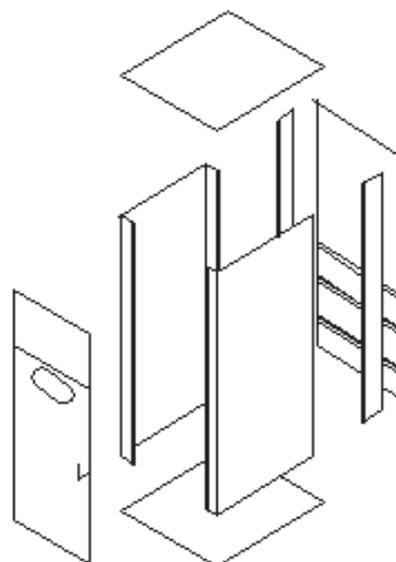


FIGURA 11.15. Celda para seccionador.

11.5.3 Celda de media tensión para seccionadores.(figura 11.15)

Compuesta fundamentalmente por los siguientes elementos:

CELDA BASE

Que incluye todas las partes y piezas con su tornillería para ensamblar totalmente una celda, para instalar en su interior un seccionador hasta 17,5 kV, incluye puerta con ventanilla de inspección y los ángulos soportes del seccionador. Debe alojar hasta 2 seccionadores de entrada-salida.

NIVEL PARA CONTADORES

Este nivel incluye una caja con puerta abisagrada con ventanilla de inspección para alojar los contadores (kWh - kVAh). Provista de portasellos y portacandados. Debe instalarse en la parte superior de la celda base.

SOPORTE PARA TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Se trata de un soporte (bandeja) con sus ductos para instalar transformadores de corriente y de potencial cuando se hace necesaria la medida en alta tensión.

BARRAJE PARA ACOPLAR TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Usado para elaborar los puentes de los TP y TC.

SISTEMA BLOQUEO PUERTA / SECCIONADOR

Bloquea la puerta de la celda para que no pueda ser abierta cuando hay seccionador cerrado y el seccionador no pueda ser cerrado cuando la puerta está abierta.

ACCESORIOS CELDA ENTRADA-SALIDA

Para alojar los 2 seccionadores entrada-salida para operación bajo carga sin portafusibles, se requieren accesorios de acople, barras y terminales entre los 2 seccionadores y barrera de acrílico transparente y una parte metálica fácil de instalar y remover frontalmente.

La celda de media tensión para seccionador tiene las siguientes características:

Tensión nominal:	17,5 kV
Corriente nominal:	630 A
Tensiones de servicio:	11,4 - 13,2 kV
Corriente de corta duración	20 kA rms - 1 segundo.
Nivel de aislamiento nominal:	38 kV a frecuencia industrial a un minuto. 95 kV a frecuencia de choque.
Dimensiones:	Alto: 2250 mm Ancho: 11000 mm Profundidad: 1200

11.6 NORMALIZACIÓN DE PLANTAS DE EMERGENCIA

Se hace necesario que las empresas de energía y los ingenieros tengan en cuenta la instalación de plantas de emergencia para usuarios con cargas críticas que requieren seguridad, alta confiabilidad y continuidad del servicio, cual es el caso de: cines, supermercados, discotecas, centros nocturnos, centros comerciales, edificios con ascensor y sistemas de bombeo, clínicas, hospitales, industrias que por sus equipos de producción lo requieren, estudios de radio y TV, repetidoras de TV, centros de cómputo, etc. La necesidad debe aparecer desde el momento en que se pasa el proyecto a aprobación de la empresa de energía estableciendo los requerimientos de espacio, capacidad mínima del equipo de emergencia y la necesidad de transferencia manual o automática de la carga crítica.

Si los usuarios importantes cuentan con planta de emergencia, facilita a las empresas de energía los programas de racionamiento, remodelación y cambio de redes, reparaciones y otras actividades que implican trabajos en horas normales de trabajo.

Se hace obligatoria la utilización de equipo de emergencia en las diferentes subestaciones ya normalizadas cuando la capacidad de la subestación instalada sea igual o mayor a 300 kVA y se hace necesario establecer el espacio físico para su instalación, al igual que necesidades de transferencia manual o automática.

11.6.1 Especificaciones.

La especificación de un conjunto generador eléctrico de emergencia viene establecida por el propósito, las condiciones de operación y las características de la carga.

Se hace referencia únicamente a los equipos de suplencia (stand by), que son plantas normalmente sin uso, que arrancan y toman carga cuando el suministro normal de energía falla.

Una vez se conoce la carga eléctrica se puede establecer la capacidad básica del conjunto. Normalmente la capacidad debe exceder la máxima carga nominal, teniendo en cuenta los kW adicionales requeridos para arrancar. Así mismo, de acuerdo al tipo de carga debe establecerse la magnitud y dirección de las variaciones del voltaje y frecuencia, con lo que se determinará la capacidad del regulador de voltaje y control de frecuencia (control de velocidad del motor).

Las tablas 11.1 y 11.2 muestran los límites aceptables.

El equipo a especificar debe tomar en consideración una óptima eficiencia con ahorro en su costo, basados en un mínimo de regulación del margen de kW de capacidad adicional en el arranque sobre la capacidad nominal de la carga y un mínimo de costos iniciales y de operación con base en la relación de capacidad nominal del equipo e incremento de demanda futura, por lo que los requerimientos de operación deben ser cuidadosamente determinados para así conseguir el comportamiento, sofisticación, flexibilidad y capacidad que se necesita.

El ingeniero diseñador con el mejor criterio debe establecer la carga a instalar en el barraje de emergencia para determinar la capacidad del equipo regulador, tener en cuenta las capacidades nominales ofrecidas por los fabricantes, afectadas por las condiciones ambientales del sitio de la instalación (ver figuras 11.16 y 11.17). En dichas figuras se indican los factores de corrección por altura y temperatura ambiente. Importante recomendar equipos de firmas que garanticen buena calidad, asistencia técnica y fácil consecución de repuestos.

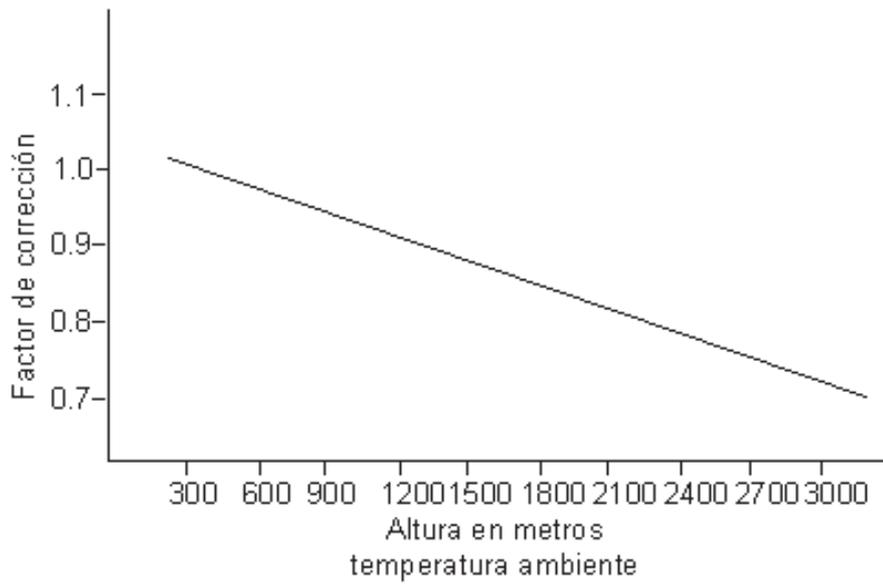


FIGURA 11.16. Factor de corrección de altitud.

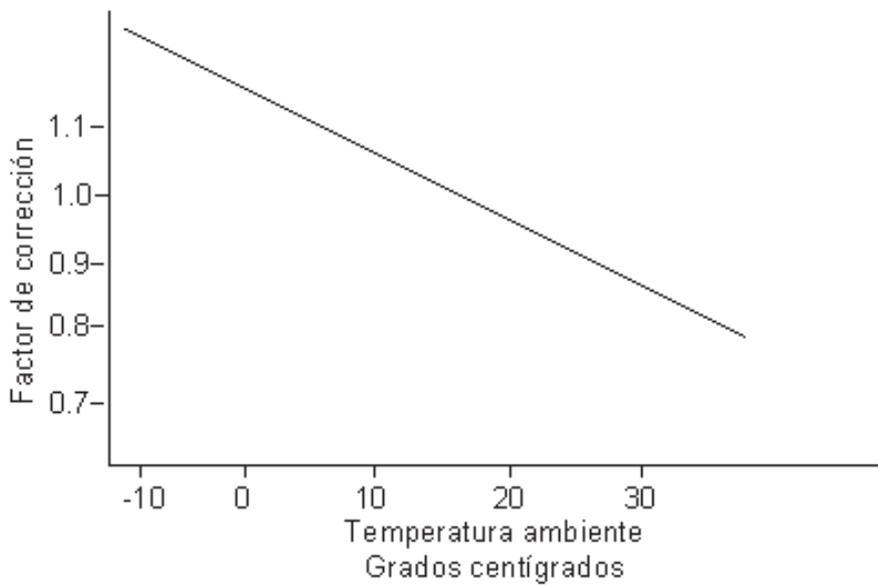


FIGURA 11.17. Factor de corrección de temperatura ambiente.

11.6.2 Configuración del conjunto eléctrico de suplencia.

Los conjuntos generadores diesel eléctricos más usuales consisten de un motor diesel acoplable directamente a un generador. Los dos están montados y alineados sobre una base rígida hecha de una viga en I o canales. Los motores pueden ser de aspiración natural o turbo cargados de 2 o 4 ciclos en 4 tiempos.

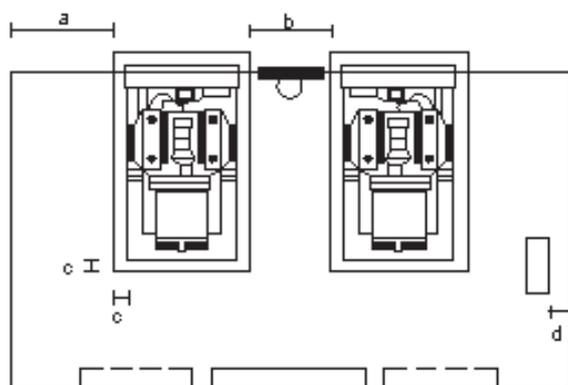
TABLA 11.1. Límite de fluctuaciones de voltaje

Variaciones de voltaje	Frecuencia aceptable de la fluctuación
±1 1/2 %	20 Veces por segundo
± 2 1/2 - 5%	2 Veces por segundo
± 5 - 10 %	Una vez por segundo

TABLA 11.2. Limitaciones típicas en reducciones de voltaje

Aplicación	Condición	Reducción de voltaje
Hospital, hotel, motel, apartamentos, bibliotecas, escuelas, tiendas	Carga elevada para iluminación. Carga elevada para potencia, centelleo muy objetable.	2 % Infrecuente
Cines (el sistema de sonido requiere frecuencia constante, las luces de neón son erráticas)	Carga elevada para iluminación. Centelleo objetable	3 % Infrecuente
Bares, establecimientos de entretenimiento y ocio.	Carga elevada para potencia. Cierta centelleo aceptable.	5 - 10 % Infrecuente
Talleres, fábricas, fundiciones, lavanderías	Carga elevada para potencia. Cierta centelleo aceptable	3 - 5 % Infrecuente
Minas, campos de petróleo, canteras, plantas de asfalto.	Carga elevada para potencia. Cierta centelleo aceptable	25 -30 % Infrecuente

Los motores van en línea o en V de acuerdo a la potencia requerida, refrigeración por aire, radiador o circuito abierto a través de intercambiadores y torre de enfriamiento (más común por radiadores) arranque eléctrico con batería o por aire (más común con batería), con combustible ACPM y lubricantes comunes.



- a. Distancia mínima muro a base de planta 1.50 m.
- b. Distancia mínima entre plantas 2.00 m.
- c. Distancia mínima borde de base a planta 0.30 m.
- d. Distancia mínima del tablero al muro 0.60 m.

FIGURA 11.18. Localización de grupos electrógenos.