

CONDUCTORES PARA MEDIA TENSIÓN

CONDUCTORES PARA INSTALACIÓN AL AIRE

GENERALIDADES.

El progresivo desarrollo de las técnicas ha conducido a una correcta utilización del aluminio como conductor eléctrico. Pero ha sido el encarecimiento del cobre, el que ha introducido el afianzamiento del aluminio en la industria eléctrica. desde hace años la mayoría de las conducciones eléctricas están tendidas en aluminio, siendo empleado hoy en día para conducciones subterráneos en media y baja tensión. Como consecuencia de la baja carga de rotura de los conductores de aluminio, surgió en Estados Unidos la fabricación de cables de conductores aluminio reforzado con alambres de acero, construida la primera línea en 1.911, en estados Unidos, continua seguidamente en los países Europeos.

Posteriormente se comprobó que la baja resistencia del aluminio le impedía usarse, para lagunas aplicaciones, por lo que era deseable reemplazarlo por otro material. Por esta razón se creó una aleación de aluminio denominada almalec, esta contiene pequeñas adiciones de silicio y magnesio, adquiriendo una carga de rotura aproximadamente doble que la del aluminio. Si a todo esto le añadimos el alma de acero, se obtienen los cables de almalec-acero de indudables ventajas cuando se trata de salvar grandes vanos.

Tipos de conductores

- Cables homogéneos de aluminio
- Cables homogéneos de almalec
- Cables mixtos de aluminio- acero.
- Cables mixtos de almalec-acero
- Cables mixtos de aluminio-almalec.
- Cables comprimidos y compactos de aluminio.
- Cables comprimidos y compactos de aluminio-acero.

CABLES DE ALUMINIO

Están formados por alambres de aluminio, en estado duro, cableado en capas concéntricas. El sentido de la hélice del cableado es contrario en cada capa, pero el de la capa exterior debe de ser siempre a la derecha.

Se dice que una capa esta cableada a la derecha, cuando el sentido de los alambres corresponde al de la parte central de la letra Z, cuando el cable esta en posición vertical.

Las principales características son:

Resistividad a 20°C..... 28,264 /km.
Carga de rotura.....15/21 Kgf/mm².
Modulo de elasticidad....6.300/7.000 Kgf/mm².
Modulo de dilatación lineal.. 23x10⁻⁶ 1.

CABLES DE ALUMINIO ACERO

Los cables de aluminio- acero están formados por un alma de uno o varios alambres de acero galvanizado, cableados, sobre la que a su vez se cablean alambres de aluminio en una o varias capas. Los sentidos de la hélices de cableado se van alternando en capas sucesivas, de tal forma que la capa exterior quede siempre con arrollamientos a la derecha.

Sus características principales son:

Masa específica.....7.800 Kg/m³.
Coeficiente de dilatación lineal 11,5x10⁻⁶ 1.
Carga de rotura mínima..... 135 Kgf/mm²

CABLES COMPRIMIDOS Y COMPACTOS

Si a un conductor clásico formado por alambres de aluminio o aluminio-acero, le damos durante el proceso de cableado una fase de estirado o de laminado a los alambres de la capa exterior, estos adquieren una sección de forma sectorial disminuyendo o eliminando prácticamente, según sea el grado de deformación, los espacios huecos existentes entre dichos alambres.

Entre las ventajas que representan estos tipos de cables, destacamos las siguientes:

- * Menor resistencia a la acción del viento y la nieve.
- * Mejor protección a la humedad.
- * Posibilidad de mejorar la relación aluminio acero

A continuación se especifican los cables comprimidos de aluminio según la Norma UNE 21018:

DENOMINACIÓN	SECCIÓN mm ²	EQUIVALENTE EN COBRE mm ²	DIÁMETRO mm ²	CARGA DE ROTURA KG	RESIST OHM/KM	MASA KG/KM.	MOD. E. T KG/MM ²	COEF. DILAT. LINEAL
LC 28	32,97	20	6,72	620	0,850	90	6.000	23
LC 40	51,51	31	8,40	940	0,548	141	6.000	23
LC 56	65,22	40	9,45	1.145	0,433	178	6.000	23
LC 80	91,58	55	22,20	1.545	0,308	250	6.000	23

Cables de aluminio- acero.

SECCIÓN ALUMINIO mm ²	CABLE AL-AC	SECCIÓN EFECTIVA			FORMACIÓN		PESO TOTAL KG/KM	CARGA DE ROTURA kg
		AL-mm ²	AC-mm ²	TO-mm ²	AL	ACERO		
24	LA-28	23,60	3,94	27,54	6 conductores de forma secto.	1x2,24	95,6	906
37	LA-40	36,90	6,15	43,05		1x2,80	149,9	1.400
47	LA-56	46,70	7,79	54,49		1x3,15	189,1	1.666

Cables comprimidos de aluminio con alma de acero.

DENOMINACIÓN	SECCIÓN mm ²			EQUIV. COBRE EN mm ²	DIAM. CABLE mm ²	CARGA DE ROTURA KG.	MASA PESO KG/KM TOTAL	MODULO ELASTIC O KG/mm ²	COEFIC. DILTACIO N LINEAL X 10 ⁻⁶
	AL	AC	TOT						
LAC 28	21,6	11,3	32,9	14	6,72	1.650	147	10.800	15,8
LAC 40	38,3	13,2	51,5	24	8,40	2.100	208	9.750	17,7
LAC 56	52,0	13,2	65,2	32	9,45	2.300	245	8.900	17,9
LAC 80	78,3	13,2	91,5	50	11,20	2.700	317	8.100	19,0

CABLES DE ALMALEC-ACERO

Como se indico anteriormente el aluminio tiene poca resistencia para conducciones eléctricas, por ello se alea con otros elementos principalmente, silicio, magnesio, manganeso, cobre, y otros en menor proporción, que confieren a este conductor una resistencia muy superior. La resistencia eléctrica de lo cables de almalec-acero, se considera debida únicamente a la sección de almalec, despreciándose la conductividad de la sección de acero.

CABLES DE ALUMINIO ALMALEC

Los cables de aluminio- almalec están formados por alambres de aluminio en estado duro cableados con alambres de almalec, siendo las características de dichos alambres las que se han señalado anteriormente figura 1.

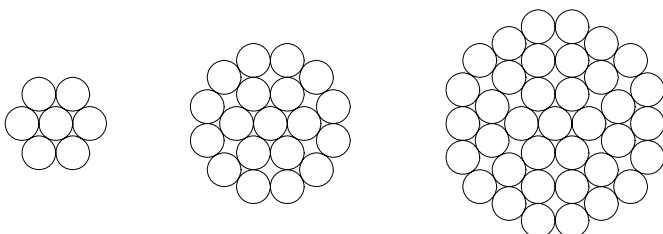


Fig.1

Para la determinación teórica de la carga de rotura y de resistencia eléctrica, se considera tanto el aluminio como almalec.

CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN ENTERRADOS

COLOCACIÓN Y TENDIDO DE LOS CABLES SUBTERRÁNEOS

Los cables subterráneos se instalarán en el terreno practicando en este una zanja, de unos 60 cm. de anchura, para que el obrero pueda moverse dentro de la misma, tendrá una profundidad de 1,10 metros, en el fondo de la misma se colocará una capa de arena fina de un espesor de 10 a 15 cm, sobre la misma se colocará el cable y sobre el otra capa de la misma arena.

Para advertir de la presencia del cable, cuando se realizasen trabajos posteriores, sobre la capa de arena se colocará una fila continua de ladrillos, colocados en sentido transversal al conductor, continuando con el relleno y a una distancia del fondo de la zanja de 70 cm. se colocará una cinta de atención al cable figura 2.

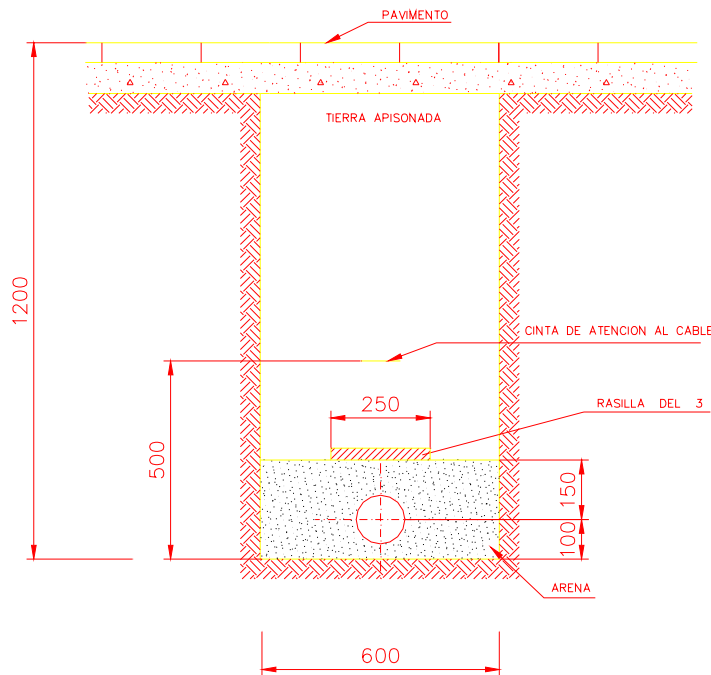


Fig.2

Los cables se situarán en zanjas, separadas 50 cm de las tuberías de agua y gas.

En las calles carreteras y demás vías de carácter publico, se colocará los cables, siempre que sea posible fuera de la zona destinada al servicio de rodadura y de máxima circulación.

En los cruces de vías, los cables se colocarán en el interior de tubos de cemento, al objeto de no volver a levantar el pavimento, en caso de avería pudiendo sacar fácilmente el conductor. El diámetro de los tubos deberá de ser aproximadamente doble del diámetro exterior del cable. Lamina 12.

EMPALMES DE CABLES MEDIA TENSIÓN

Los cables subterráneos son remitidos por el fabricante en bobinas que tienen una longitud determinada, por lo que para realizar un determinado trazado es preciso empalmar los distintos trozos, de forma que el aislamiento del cable en los empalmes tenga igual valor que si se tratara de un solo cable continuo. Por otro lado las uniones se hallan sometidas a las presiones que rodean el terreno, y por tanto es preciso protegerlas con cajas de fundición, en determinados tipos de conductores, en cuyo interior se colocan los extremos del cable que ha de empalmarse. Las cajas terminan en manguitos cuyos diámetros corresponden al de la envolvente de plomo del cable. Una vez realizado el empalme, en el interior de la caja se introduce una mezcla de asfalto, cera fósil y parafina, que suministran las casas dedicadas a la fabricación de cables subterráneos.

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

1.- GENERALIDADES

Se puede definir un centro de transformación como una instalación para reducción de la tensión de las líneas de distribución en media tensión (20 KV), y distribución de la energía hacia las líneas de distribución en baja tensión (220/380 V).

La potencias de los centros de transformación considerados van desde 10 a 75 KVA, para C.T.I. hasta 800 KVA. para interiores.

2.-TIPOS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Atendiendo a su ubicación los centros de transformación los podemos clasificar en los grupos siguientes.

- a) **Por la situación del transformador.**
Transformadores de intemperie (C.T.I.),
Transformadores de interior.
- b) **Por la situación de la obra civil**
Transformadores de superficie.
Semienterrados,
Subterráneos.
- c) **Por el tipo de alimentación.**
De entrada aérea
De entrada subterránea
- d) **En función del numero de transformadores.**
Equipo de transformador sencillo
Equipo de transformador doble
- e) **Por el aparellaje que contiene.**
Aparellaje convencional.
De celdas compactas.

En el primer caso los tabiques que separan las distintas celdas son de obra civil, en ellos van colocados los dispositivos de accionamiento y protección.

En el caso de celdas compactas o prefabricadas, la separación entre celdas están formadas por tabiques metálicos, la distribución y su construcción se estudian para una menor ocupación.

3.- PARTES DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Generalmente en un centro de transformación de tipo convencional se pueden distinguir las celdas siguientes:

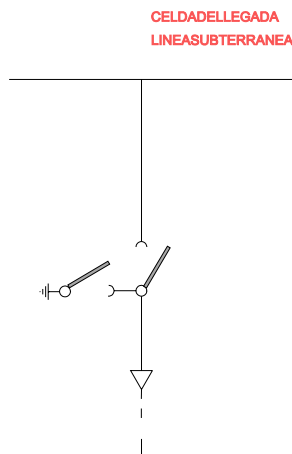


Fig.3

a) Celda de llegada (o de línea)

A ella llega la línea de media tensión, bien sea de forma subterránea o aérea. En ella se alojará un succionador de intensidad apropiada con puesta a tierra, para el caso de entrada subterránea. Figura.3 y 4.

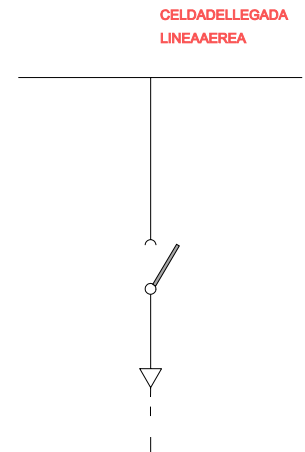


Fig.4

b)Celda de salida.

En ella se alojará un succionador y un interruptor automático. figura 5 y 6.

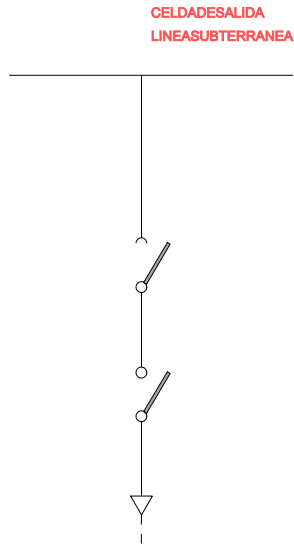


Fig.5

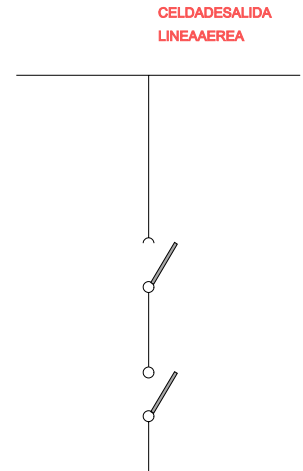


Fig.6

c) Celda de protección.
En ella se alojará un interruptor automático con relés de protección del transformador. Fig.7

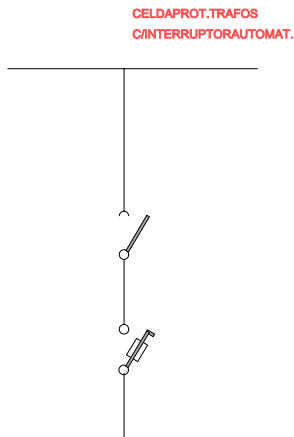


Fig.7

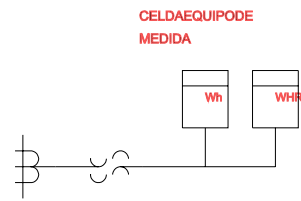


Fig. 8

d) Celda de medida.
Esta solo existe en el caso de que la lectura se realice en media tensión, (caso de transformadores particulares). En ella se sitúan los transformadores de tensión e intensidad, que

alimentarán los contadores de energía activa y reactiva. Figura 8.

d) Celda del transformador.

En ella se instala el transformador. Deberá de estudiarse la ventilación, así como la construcción de un pozo para recogida del aceite que pueda escaparse de la cuba del transformador.

En la figura 9 se representa el esquema de un centro de transformación tipo rural con una sola celda.

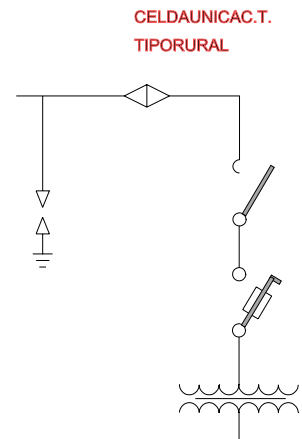


Fig.9

4.-CONDICIONES GENERALES DEL APARELLAJE DE A.T.

De acuerdo con las Normas dadas por IBERDROLA, el aparellaje de A.T. debe cumplir entre otras las normas siguientes:

a) Seccionadores, interruptores y disyuntores. La tensión nominal será de 20-24 Kv. Todos los elementos de maniobra deben de ser tripolares, con mando mecánico, estos mandos deberán de colocarse de forma que la altura del suelo este comprendida entre 0.8 y 1,70 metros, con la posición de abierto en la parte inferior.

b) Transformadores de potencia.

Los transformadores de distribución serán trifásicos, con neutro accesible en B.T.

c) Refrigeración natural en baño de aceite o piraleno. Las potencias nominales mas empleadas son las siguientes: 50- 100- 160- 250- 400- 630 KVA.

EL grupo de conexiones será: estrella- zig.zag (Y Z 11) para los menores de 160 KVA. y triángulo-estrella (D y 11), para los de 160 KVA y superiores.

5.-CARACTERÍSTICAS DE LOS LOCALES

a) Tierras.

Las tierras que se instalen en un C.T., se realizarán formando un anillo alrededor de C.T., en zanja de 60 cm. de profundidad.

Dicho anillo partirá una derivación de cobre de 50 mm² que se conectará al circuito de tierras del C.T.

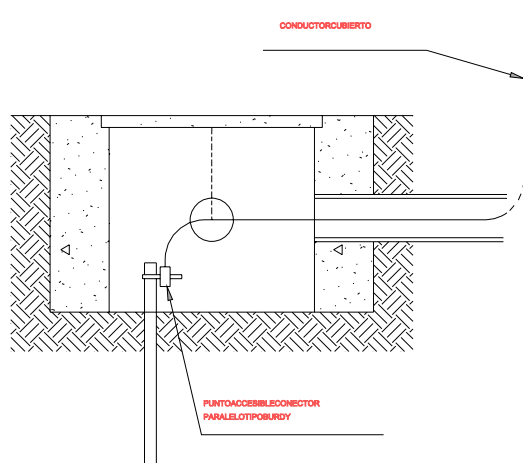


Fig. 10

Por diversas experiencias se ha llegado a la conclusión de que la mejor toma de tierra, se obtiene empleando como electrodos tubos metálicos de hierro galvanizado de la forma que se indica en la Figura 10 dejando una arqueta de obra de fabrica en el extremo superior.

b) Pasamuros

Las entradas y salidas de las líneas de media tensión de las estaciones de transformación se realizarán a través de pasamuros o discos de dimensiones y características adecuadas, en las figura 11 y 12 se muestra un tipo de pasamuros de porcelana. El interior del pasamuros lo atraviesa una varilla de cobre roscada en sus extremos. Los pasamuros se montan en una chapa de hierro que se fija al muro del edificio.

c) Aisladores de apoyo.

La tensión nominal será de 24 KVA, capaz de soportar un esfuerzo de 180 Kg. mínimo en cabeza. dispondrán en su extremo de un porta hilos para varilla de cobre de 10 mm. diámetro.

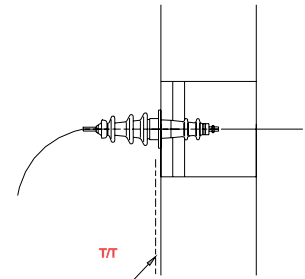


Fig.11

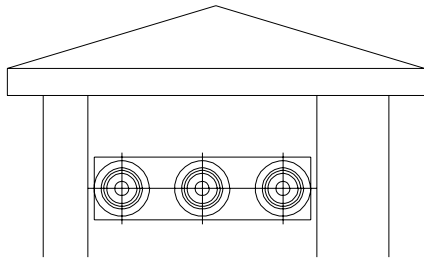


Fig.12

d) Embarrado.

Este suele ser de varilla de cobre electrolítico de 10 mm. de diámetro., laminado en electrólitos. Los conductores de cada fase se identificarán con los colores, azul, blanco y rojo.

e)Distancias

Las distancias mínima a considerar en el diseño de los C.T., serán las siguientes:

Celdas semicerradas. La altura mínima de los tabiques divisorios será de 2,20 m. y las distancias mínimas entre conductores y entre ellos y las paredes del embarrado será:

Distancia mínima entre conductores $10 \text{ cm.} + 0,6 \text{ cm. por KV}$ o fracción.

Altura mínima entre conductores y masa $8 \text{ cm} + 0,6 \text{ cm. por KV}$ o fracción.

Altura mínima del cierre frontal 1,70 m.

En general se evitará la colocación de aparatos de distinta índole en la misma celda.

f) Celdas

Los distintos elementos que constituyen un C.T., barras colectoras sencillas o dobles, seccionadores, interruptores, transformadores de medida etc., se montan en distintas celdas, al objeto de que las distintas partes de la instalación, puedan separarse, para proceder a futuras reparaciones o revisiones.

Los conductores salen o entran en las distintas celdas por medio de pasamuros, fig. 13.

Los tabiques de separación entre celdas se fabrican con ladrillo de medio pie, revestido de cemento.

En la parte anterior de las celdas se protegerán por medio

de malla metálica. En cada celda se instalarán los aparatos correspondientes a una entrada o salida de línea.

Al proyectar las dimensiones de las celdas, se tendrá en cuenta, además de las dimensiones de los aparatos, aquellas para mantenimiento y limpieza. En la figura 14, se representa la planta de un C.T., en donde pueden comprobarse los términos anteriores.

g) Pasillos entre celdas

Las dimensiones que se indican a continuación son las estrictamente necesarias para la circulación de las personas, se tendrá en cuenta, las dimensiones para sustituir las diferentes máquinas.

Pasillos situados entre celdas

El ancho mínimo será de 1,10 m., y una altura mínima de 2,20 m. No está autorizado la colocación de conductores en encima de pasillos salvo que estos estén protegidos por medio de bandejas.

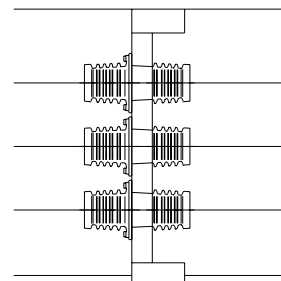


Fig.13

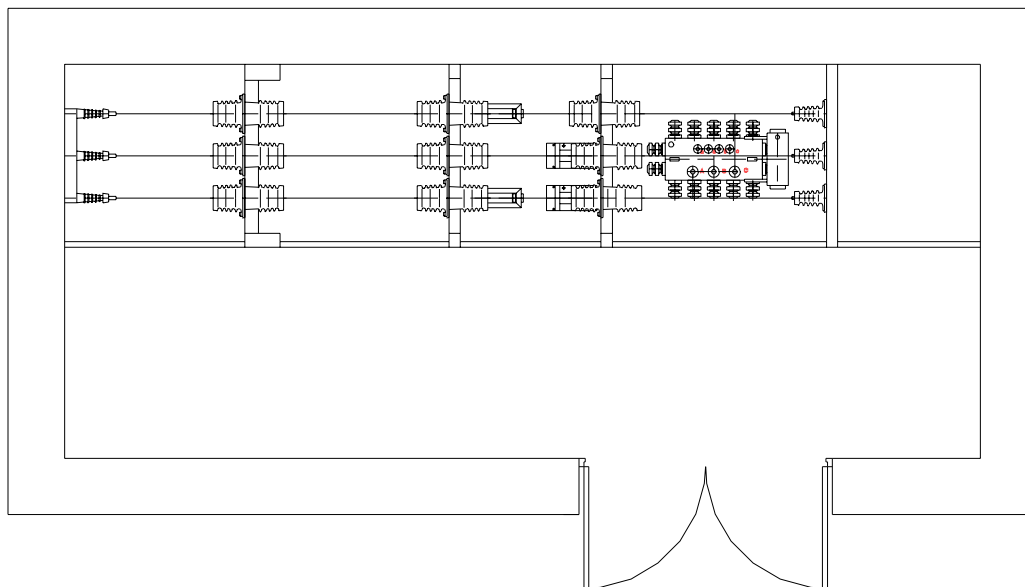


Fig. 14

Los locales destinados a C.T. tendrán una puerta de acceso que abrirá hacia el exterior, de 2,30 m. de altura y 1,40 m. de ancho como mínimo.

Para la ventilación del local, se debe de prever dos huecos para entrada de aire fresco y salida de aire caliente, cuya

superficie en cm. de acuerdo con la N.T.E. será de:

Tipo de Trafo	Potencia KVA	Superficie cm2 cada hueco
Sencillo	250	5.000
	400	8.000
Doble	400	12.000

Estos huecos deberán de colocarse como mínimo a una altura del suelo de 0,30 y 2,30 m. para entrada y salida de aire. Si el local no puede tener este tipo de ventilación, esta se realizará por medio de extractores.

Debajo de cada transformador deberá de proyectarse un pozo de dimensiones en planta 140 x 90, y una profundidad no inferior a 50 cm., para recogida de posibles perdidas de refrigerante liquido, y se conectará a un pozo de recogida que no deberá de estar conectado al alcantarillado.

La altura mínima del C.T. para una tensión no inferior a 20KV. será de 2,80 m.

6.-EJEMPLOS DE TRANSFORMADORES

6.1.- TRANSFORMADOR TIPO RURAL

Esta instalación comprende menor número de aparatos y por tanto es mas sencilla. Contiene un solo transformador y una sola celda. La Fig.15, muestra un centro de estas características, y como puede observarse va provisto de los elementos siguientes: pararrayos autovalvulares, colocados en el exterior y a la llegada de la línea, seccionadores (tripolar u omnipolar), fusibles de alto poder de ruptura. La salida de baja tensión se realiza por medio de cable subterráneo.

Los edificios de estos transformadores suelen tener unas dimensiones de 2 x 2 metros, las paredes se levantan con mampostería de un pie y el techo suele ser una cubierta realizada a base de placa de hormigón armado con las pendientes necesarias.

La altura del edificio suele ser de unos 7 metros, al objeto de que los cables permanezcan a una distancia mínima del suelo de 6 m. Los conductores a la llegada se amarran con aisladores rígidos o cadenas de amarre.

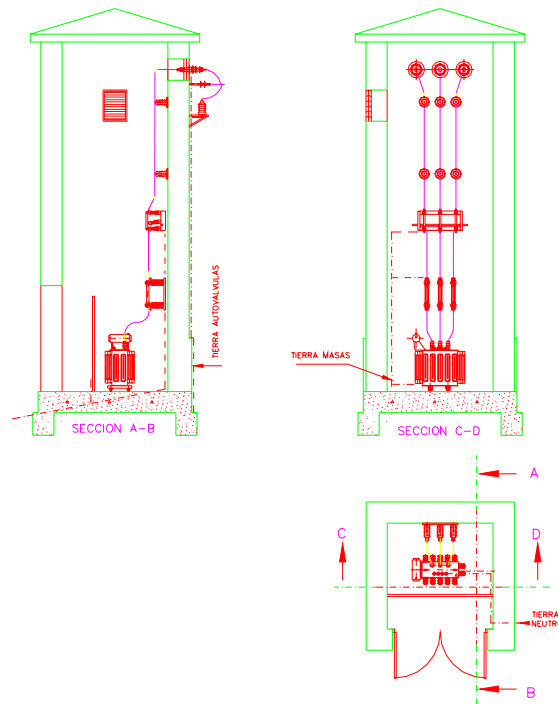


Fig.15

El centro de transformación deberá de disponer de tres tomas de tierra. Una de ellas para conexión de los pararrayos, con conductor de 50 mm^2 de sección en cobre. Otra para el neutro del transformador con hilo de cobre de 35 mm^2 . La tercera toma de tierra será para los armazones metálicos de los aparatos de media tensión.

Las picas de tierra deberán de estar separadas como mínimo 6 metros. Si con un electrodo no se llegara a la resistencia adecuada deberán de instalarse tantas como sea necesario para conseguir el valor deseado. En este caso la distancia entre ellas será de 2,5 metros.

Delante del transformador y como protección deberá de colocarse una protección de tela metálica, construida a base de perfiles de hierro. Fig. 16

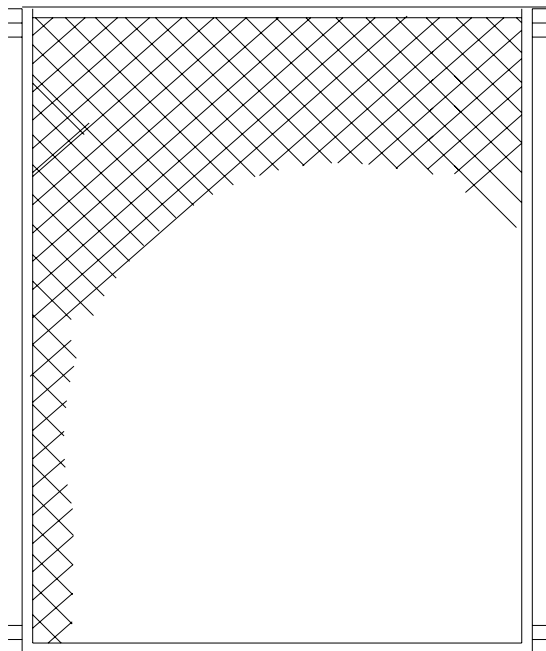


Fig. 16

Como puede observarse en la fig.17, las autovalvulas estan instaladas en el exterior del edificio, pero antes que el seccionador de entrada, esto obliga a la instalación de un seccionador tipo intemperie en el último tramo de la línea, al objeto de aislar el centro de transformación de la red.

En la lámina n¹ se puede apreciar un centro de transformación urbano. La alimentación se realiza por medio de cable subterráneo a 20 KV, a la vez dicho centro dispone de una celda de salida para continuar el suministro a otros centros.

El cable de entrada conduce la corriente a través de barras a los seccionadores de salida, los cuales deben de estar provistos de toma de tierra. De las citadas barras parte otro cable que a través de las celdas apropiadas alimenta el transformador.

los extremos de los cables van provistos de botellas terminales.

La instalación quedará protegida por medio de tomas de tierra individuales dos tomas una par el neutro del transformador y otra la cuba y los para los soportes metálicos no sometidos a tensión.

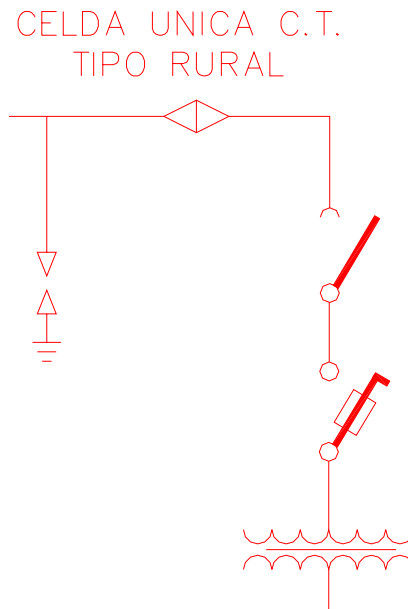


Fig. 17

En la Figura 18 se refleja la instalación de un C.T. con un solo transformador. En el edificio penetran dos cables subterráneos a 20 KV., que llegan de dos puntos distintos de la red , uno será de entrada y otro de salida. En la celda de llegada se instalará un seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra y en la red de salida, un seccionador tripolar y un interruptor de tres polos. La alimentación del transformador se realizará por medio de un seccionador y un interruptor de apertura automática con fusibles incorporados.

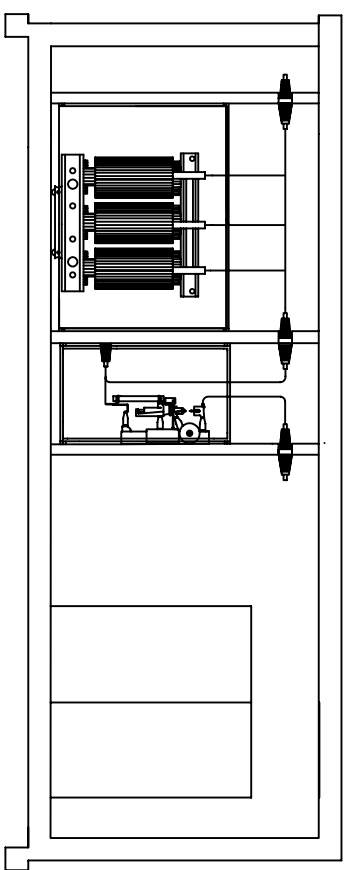
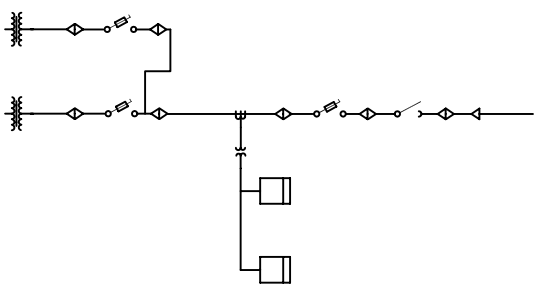
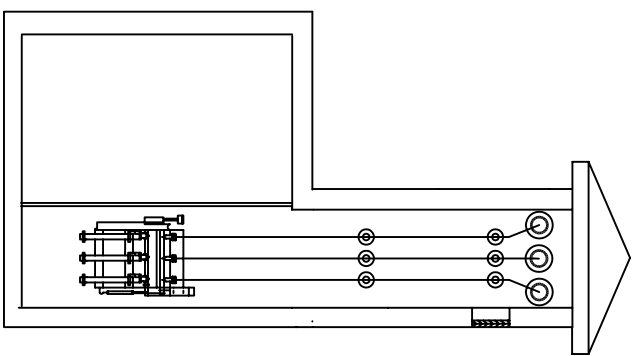
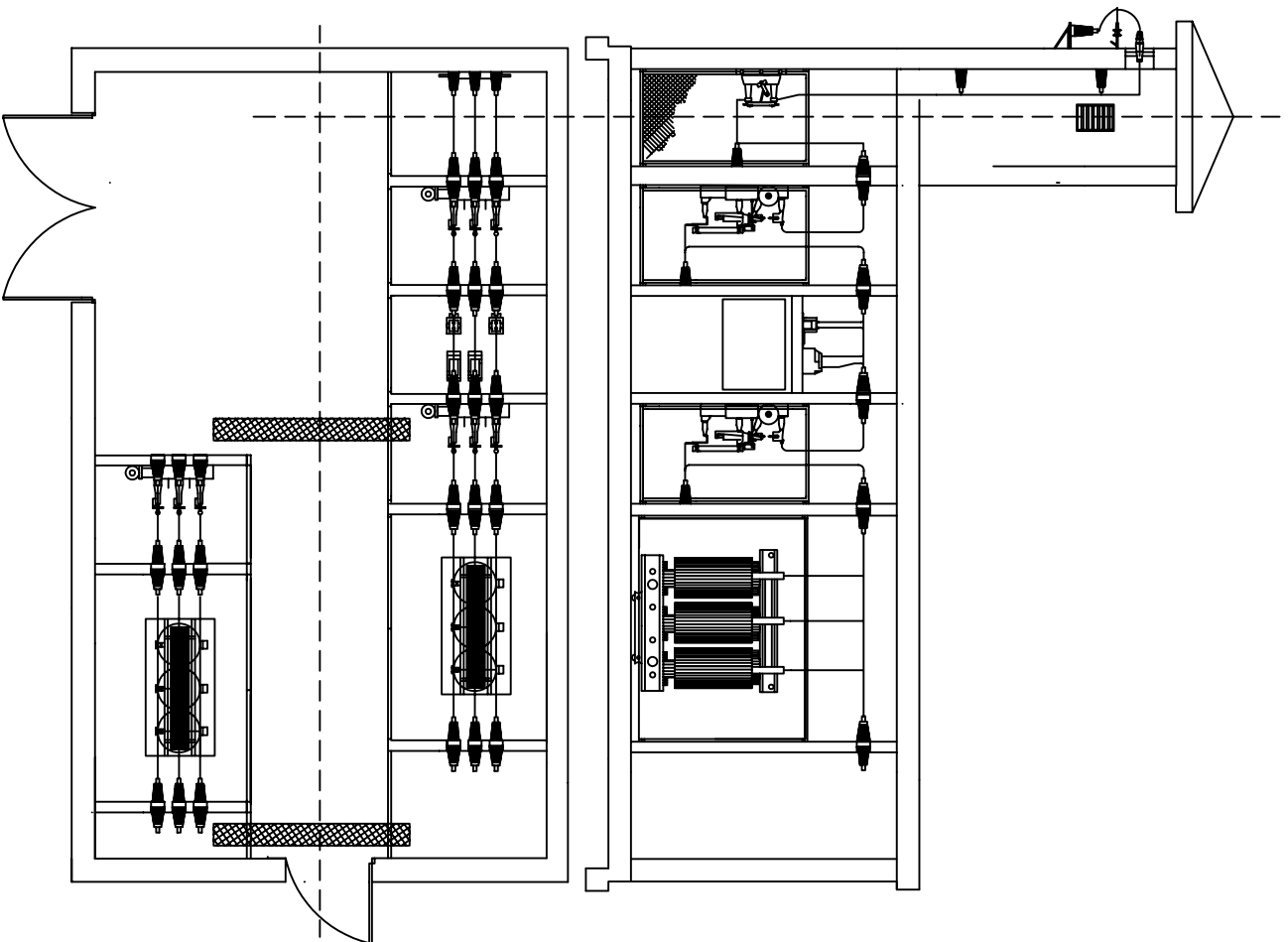
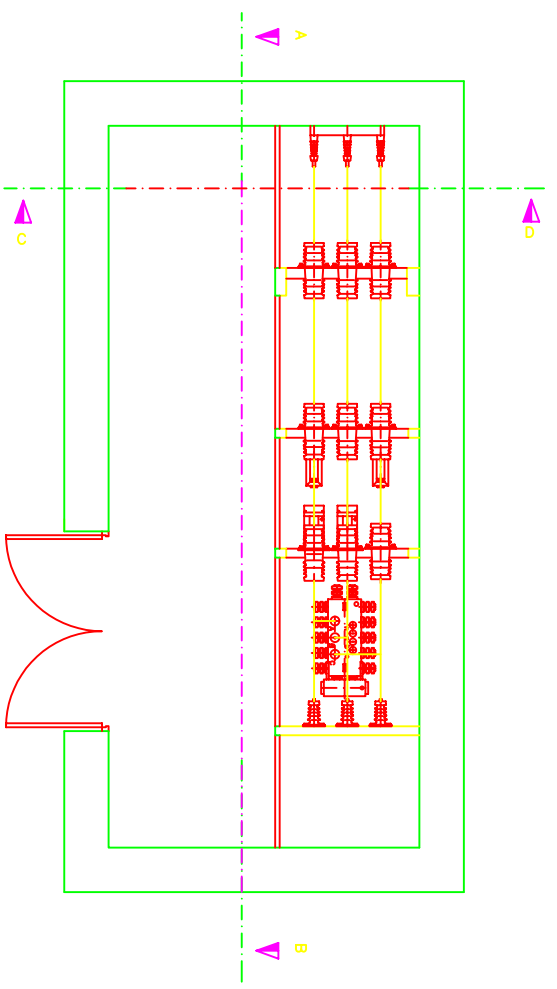
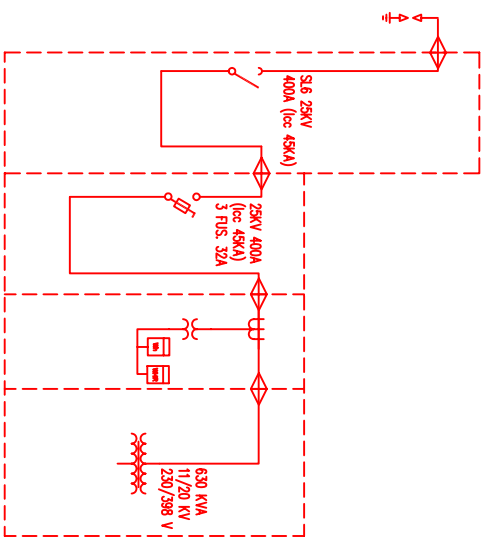
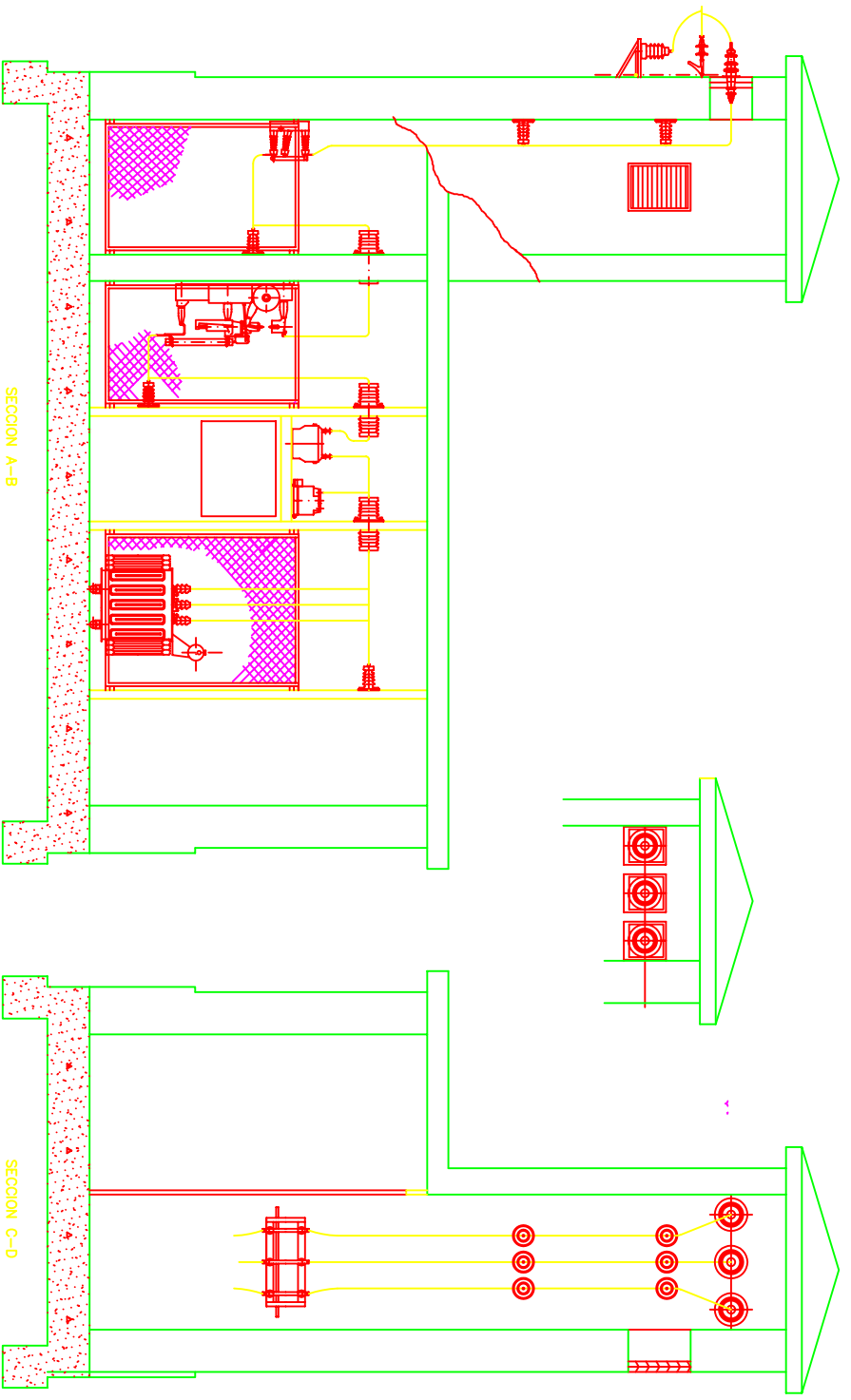


Fig. 18

FECHA	NOMBRE	INSTITUTO POLITECNICO F.P. MURCIA	Num.:
DISEÑADO POR	REVISADO POR		
ESCALA:	DESIGNACION		



FECHA	6-6-93	NOMBRE	R.AGUIA	INSTITUTO POLITECNICO DE F.P. MURCIA
DIBUADO	6-6-93	R.AGUIA		
COMPROBA.	6-6-93	R.AGUIA		
ID.S.NORMAS				
ESCALA				

CENTRO DE TRANSFORMACION

CURSO :
 NUMERO :
 SUSTITUIDO POR:
 SUSTITUIE A: