

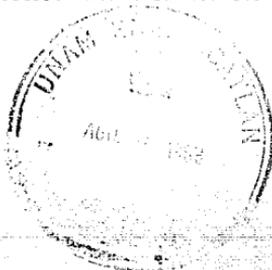
2
2er



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"**

**SELECCION DE UNA INSTALACION ELECTRICA AEREA Y
UNA INSTALACION ELECTRICA SUBTERRANEA EN
CENTROS DE POBLACION**



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
HECTOR JAVIER ARCE LLAMAS

ACATLAN, EDO. DE MEXICO

1988

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Pag.
INTRODUCCION.	4
CAPITULO I:	
CARACTERISTICAS GENERALES PARA INSTALACIONES SUBTERRANEAS . . .	6
Generalidades.- Objetivo.- Armadura para cables subterráneos E- lementos de instalación para cables subterráneos.- Instalación de los cables subterráneos.- Instalaciones directamente ente- rradas.- Instalaciones al aire.- Instalaciones en canalillo o trinchera.- Localización de averías en las instalaciones sub- terráneas.	
CAPITULO II:	
RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA INSTALACION DE CABLES DE ENERGIA EN DUCTOS SUBTERRANEOS.	31
Generalidades.- Instalación en tubulares enterradas.- Ductos Cables.- Conclusiones.	
CAPITULO III:	
CONCURSOS DE OBRA CIVIL PARA DISTRIBUCION COMERCIAL SUBTERRA- NEA	42
Generalidades.- Convocatoria.- Anexo 1 de la convocatoria.- Catálogo de conceptos, cantidades de obra y precios unita- rios Carta compromiso.- Especificaciones de obra Civil para distribución comercial subterránea.- Ahogado en concreto de bancos de ductos.- Pozo de visita para equipo desconector construido en el sitio de la obra.- Pozo de visita precolado o construido en sitio.	

CAPITULO IV:

INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION EN REFINERIAS DE PETROLEO Y PLANTAS PETROQUIMICAS	74
---	----

Objetivo.- Generalidades.- Instalación.- Tipos de fallas.-

CAPITULO V:

CABLES PARA BALIZAMIENTO DE PISTAS DE AEROPUERTOS	80
---	----

Generalidades.- Tipos de cables usados en esta aplicación.-

Fallas comunes en cables para alumbrado de pistas de aeropuertos.- Arqueo superficial.

CAPITULO VI:

CONSTRUCCION DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS	85
--	----

Generalidades.- Objetivo.- Postes.- Torres.- Esfuerzos aplicados a los apoyos de las torres.- Procedimiento de Construcción de líneas aéreas.

CAPITULO VII:

REGLAS GENERALES DE CONSTRUCCION DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS.	99
---	----

Generalidades.- Reglas de seguridad de líneas eléctricas aéreas.

CONCLUSIONES	102
------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA	105
------------------------	-----

INTRODUCCION

Las condiciones para la selección de una instalación de energía eléctrica subterránea o aérea están dadas por los múltiples factores que se presentan en las diferentes zonas para llevarse a cabo. Tenemos el caso de aeropuertos donde la selección se hace atendiendo a las más rígidas especificaciones que por seguridad nos presenta el reglamento para instalaciones eléctricas. En las zonas industriales tales como: Refinerías de Petróleo y Plantas Petroquímicas, los factores principales a considerar son la corrosión por agentes químicos presentes en el subsuelo en la mayoría de las instalaciones tales como: gas, teléfono, hidráulicas, etc., así como respetar la profundidad mínima que nos marcan las especificaciones.

Al hacer la selección entre una u otra instalación, el factor principal es el costo para su realización, ya que la instalación aérea resulta más económica que la subterránea y las especificaciones para el tendido del cable no son tan estrictas pues están menos expuestas a la acción directa de los efectos mecánicos, sobrevoltajes, daños por animales, corrosión, etc. Otro aspecto a considerar es la zona donde se realice el tendido de cables ya que si es en zonas de mucho tránsito, la opción de una instalación aérea sería errática, pues presenta mayor peligro en el caso de rotura de cables de alta tensión ocasionada por diversos factores, el otro aspecto es el desquiciamiento en el tránsito al bloquear algunas calles principales para la reparación de estas líneas, por lo que en estos casos se opta por la instalación subterránea adecuada aun siendo menos económica.

Ante estos factores concluimos, que las instalaciones eléctricas aéreas se realizan en lugares donde no presenten gran peligro a sus habitantes ni interfieran con otras instalaciones. La instalación eléctrica subterránea puede tenderse en cualquier zona con las medidas de seguridad adecuadas de acuerdo a la decisión del proyectista, cumpliendo con las necesidades de estética y servicio. Así como en ambos casos lo indicado en las normas técnicas para instalaciones eléctricas (NTIE-81), que edita la Dirección General de Normas de la Secretaría del Patrimonio y Fomento Industrial.

C A P I T U L O 1

CARACTERÍSTICAS GENERALES PARA INSTALACIONES SUBTERRANEAS

- 1.- Generalidades.
- 2.- Objetivo.
- 3.- Armadura para cables subterráneos.
- 3a- Constitución y objetivo.
- 4.- Elementos de instalación para cables subterráneos.
- 4a- Conceptos generales.
- 4b- Zanja de empalme.
- 4c- Excavación de la zanja para cables subterráneos.
- 5.- Instalación de los cables subterráneos.
- 5a- Disposiciones generales en la localización de los cables subterráneos.
- 5b- Trazado para instalaciones subterráneas.
- 6.- Instalaciones directamente enterradas.
- 6a- Normas de seguridad en el tendido de los cables subterráneos.
- 6b- Instalación y secuencia de los cables directamente enterrados.
- 7.- Instalaciones al aire.
- 7a- Recomendaciones.
- 8.- Instalaciones en canalillo o trinchera.
- 8a- Generalidades.
- 9.- Localización de averías en las instalaciones subterráneas.
- 9a- Conceptos generales.
- 9b- Explicación a planos de cables.

GENERALIDADES

1. En las grandes zonas urbanas no es posible el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión, debido en primer lugar al peligro que pueden presentar para sus habitantes, y en segundo lugar al deplorable efecto estetico producido por los postes y líneas cuando estos son numerosos. Por estas razones la distribución de energía debe ser subterránea.

Los centros de transformación, repartidos en los diferentes sectores de la ciudad están alimentados por cables subterráneos a media tensión, y las salidas de baja tensión de estos centros de transformación también se realizan en muchas ocasiones por cables subterráneos. Por otro lado en las ciudades muy importantes y en la cercanía de aeropuertos se utilizan también cables subterráneos de alta tensión.

Actualmente, sobre todo en los Estados Unidos comienza a adoptarse el tendido subterráneo para instalaciones rurales ya que la garantía que ofrece una instalación correctamente realizada y bajo una explotación adecuada, es suficiente para permitir disponer las canalizaciones a gran profundidad en el subsuelo.

Finalmente podemos citar el problema particular planteado por la conexión de los secundarios de transformadores de centrales subterráneas con las subestaciones de distribución exteriores de estas centrales en que se hace necesario el transporte subterráneo de energía eléctrica en alta y muy alta tensión salvando además considerables desniveles del terreno.

Las razones citadas más el descubrimiento de nuevas substancias aislantes económicas y con muy buenas propiedades, han provocado

en estos últimos años un notable incremento en el tendido de líneas eléctricas subterráneas las cuales por lo que parece tendrán cada día mayor importancia dentro del conjunto de transporte y distribución de la energía eléctrica.

DEFINICION DE CABLE

Se denomina cable en general al conjunto formado por uno o varios conductores cableados adecuadamente aislados, casi siempre provistos de uno o más recubrimientos protectores.

2. OBJETIVO PARA CONOCER LAS INSTALACIONES SUBTERRANEAS.

Es muy importante tener conocimiento de las instalaciones eléctricas subterráneas ya que en cualquier proyecto de urbanización se toma en cuenta la seguridad del público y la eficiencia del servicio que proporcionan.

El objetivo de este conocimiento es permitir al proyectista tener una amplia gama de posibilidades cuando se encuentra ante una obra en la que incluir una instalación eléctrica subterránea puede ser la solución a un problema de urbanismo.

3. ARMADURA PARA CABLES SUBTERRANEOS.

3a Constitución y objetivo. Las armaduras son los elementos de protección mecánica del cable. Sobre la envoltura metálica mostrada en la figura siguiente se enrollan helicoidalmente varias cintas de papel aceitado que protegen dicha envoltura contra la corrosión; sobre esta protección anticorrosiva se aplica el asiento de armadura que puede estar constituido por una capa de fibras impregnadas con alquitranes, por varias cintas de papel crespado arrolladas helicoidalmente o por una funda de material termoplástico.

tico, y sobre el asiento de la armadura se monta esta.

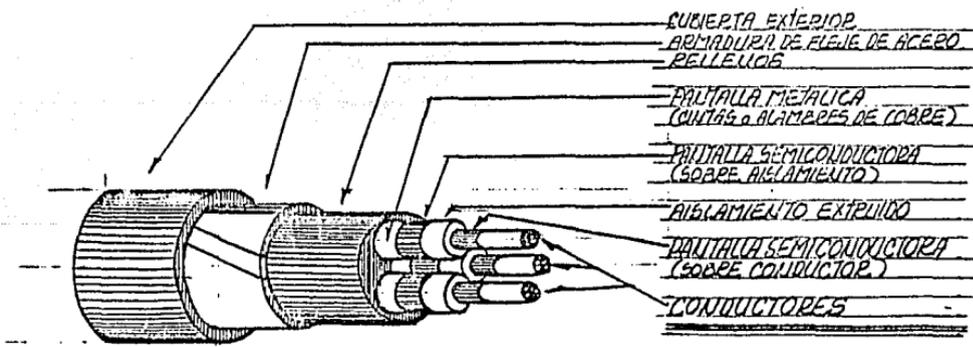
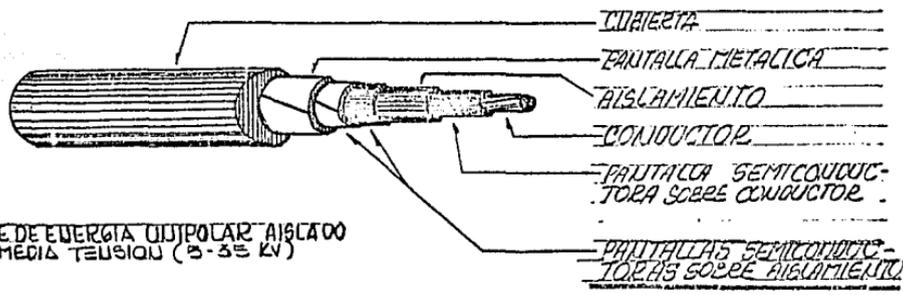
Hay un aspecto muy interesante sobre la función de la armadura como protección de los cables contra el ataque de roedores.

Se han realizado estudios e investigaciones sobre este tema, los cuales han demostrado que los roedores atacan los cables subterráneos por varias causas, la más importante de las cuales son: La necesidad fisiológica de mantener los incisivos a una longitud adecuada y la supresión de obstáculos que se oponen a su paso.

Se han ensayado incorporar ingredientes repulsivos a los materiales constituyentes de los cables, sin resultado práctico.

Algunos daños de consideración ocasionados por los roedores han atraído la atención sobre el peligro de incendio que las averías producidas al cable pueden originar por causa de un cortocircuito.

Las conclusiones finales de esos estudios han sido que los roedores atacan indistintamente al plomo, materiales termoplásticos, gomas y papel y que una protección completa y eficaz contra los posibles peligros de esos ataques solamente se consigue mediante la aplicación metálica al cable.



4. ELEMENTOS DE INSTALACION PARA CABLES SUBTERRANEOS

4a Conceptos Generales.

Los cables subterráneos para que sean transportables en los tambores que los soportan han de ser de longitud limitada, tanto más corta cuanto mayor sea la sección del cable. Por lo tanto, en instalaciones de cierta longitud habrá que empalmar los cables de trecho en trecho, por ejemplo en longitudes comprendidas entre 100 y 1000 metros, para ello se utilizan manguitos de empalme denominados cajas de empalme; los cables que se han de utilizar deben ser de la misma sección.

En otras ocasiones, habrá que derivar de un cable principal uno o más cables secundarios que generalmente son de menor sección que el primero; las conexiones correspondientes se realizan en manguitos de derivación llamados también cajas de derivación.

Otras veces el cable subterráneo ha de empalmar con una línea eléctrica aérea, o en ciertos casos con línea eléctrica de distribución en el interior de los edificios; Para ello se utilizan manguitos terminales denominados también cajas terminales, que pueden ser para exterior si han de conectarse a una línea aérea o para interior si debe empalmarse a una línea de distribución interior.

Generalmente, los cables que se empalman son de la misma sección pero en muchos casos de naturaleza diferente, por ejemplo: El cable subterráneo de aluminio con línea interior de cobre.

En resumen los elementos de instalación para cables subterráneos son los siguientes:

1. Manguitos de empalme para conectar dos cables formando uno solo.

2. Manguitos de derivación para conectar uno o más cables derivados a un cable principal.
3. Manguitos terminales, para conectar un cable subterráneo con una línea aérea o con una línea interior.

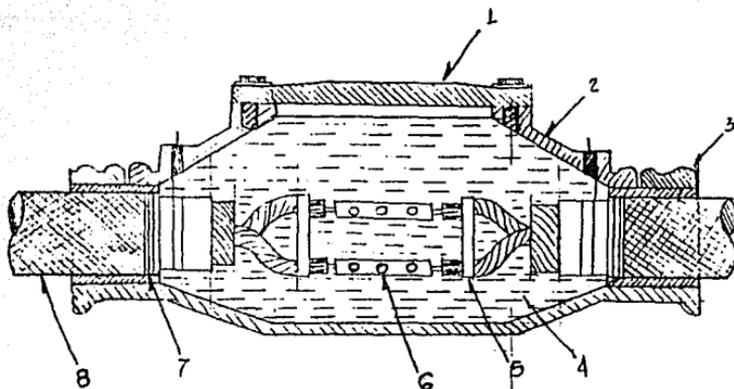
4b ZANJA DE EMPALME.

Para cualquier operación de empalme, hay que preparar una zanja de tamaño adecuado. Si el terreno está muy húmedo, debe hacerse un barrano de franqueo instalando un equipo de bombeo si fuera preciso. Han de tomarse precauciones para evitar la entrada de agua de lluvia que circula sobre el suelo; en pavimentos es suficiente un reborde de yeso o de cemento, pero en campo abierto habrá que adoptar mayores precauciones; si el terreno está muy mojado incluso puede precisarse la colocación de un pavimento de tabloncillos.

Sobre la zanja se levantará una tienda o cubierta de construcción estable provista de entrada y bien ventilada; en caso de trabajos de poca importancia, con tiempo seguro pueden prescindirse de ella.

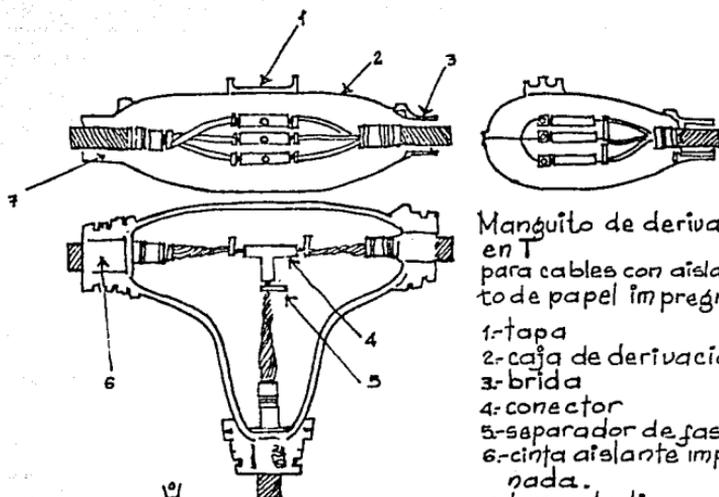
La abertura de entrada puede situarse en dirección opuesta al viento para que este no penetre del exterior.

Debe cuidarse de comprobar que todas las herramientas y materiales estén en su sitio y en buenas condiciones y atender el equipo de calefacción cuidando de instalarlo cerca del punto donde se trabaja. Durante las operaciones de empalme deberán mantenerse las herramientas limpias y secas, y cualquier desperdicio o material sobrante se apartará inmediatamente de la zona de trabajo.



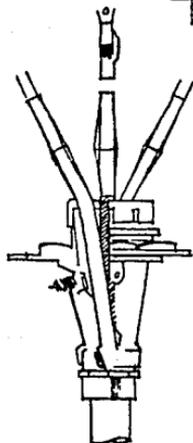
MANQUITO DE EMPALME PARA CABLES CON
AISLAMIENTO DE PAPEL IMPREGNADO

- 1- TAPA
 2- CAJA DE EMPALME
 3- BRIDA
 4- PASTA AISLANTE DE RELLENO
 5- SEPARADOR DE FASES,
 6- CONECTOR
 7- ATADURA DE ALAMBRE
 8- CARTON AISLANTE



Manguito de derivación
en T
para cables con aislamien-
to de papel impregnado

- 1-tapa
- 2-caja de derivación
- 3-brida
- 4-conector
- 5-separador de fases.
- 6-cinta aislante impreg-
nada.
- 7-toma de tierra



Manguito Terminal Sencillo
para interior para cables con
aislamiento de plástico ó de
caucho butílico y tensiones de
servicio hasta 15 kv.

La forma de instalación de un cable de energía, se debe considerar desde la selección del cable, debido a la variación de la amplitud con respecto a los diferentes tipos de instalación.

La instalación de cables directamente enterrados se hace en lugares donde la abertura de la zanja no ocasiona molestias, donde no hay construcciones o donde haya posibilidad de abrir zanjas posteriores para cambio de cables, reparación o aumento de circuitos, como en fraccionamientos, jardines o campos abiertos donde no haya edificaciones.

Los cables instalados directamente enterrados están menos expuestos a daños debido a dobleces excesivos, deformación y tensión a lo cual es sometido durante su instalación. La capacidad aproximadamente es de 10 a 20 % mayor que en instalaciones en ductos, debido a una mayor disipación térmica, lo que se traduce en economía, la mecanización también contribuye a economizar en este tipo de instalaciones.

4c Excavación de la zanja para cables subterráneos.

Los trabajos de excavación de la zanja deben estar de acuerdo con el tendido del cable y por esto, los trabajos preparatorios para la excavación se efectúan simultáneamente con la preparación del cable para su tendido. Esto principalmente se hace en lugares donde el terreno es muy flojo y se azolva la zanja fácilmente o en lugares con mucho tránsito donde no es posible dejar abierta la zanja por mucho tiempo.

La excavación de la zanja con equipo mecanizado en zonas urbanas o industriales se limita a una profundidad de 40 cm para evitar dañar cualquier otro tipo de instalaciones subterráneas, posteriormente se continuará la excavación con pala hasta tener la pro-

fundidad recomendada, teniendo cuidado de no dañar las instalaciones en operación. La profundidad mínima deberá ser de un metro y el ancho variará de acuerdo al número de cables a instalar (ver fig. pag. 13a).

Esta operación corresponde a empresas especializadas, que trabajan bajo planos de trazado suministrados por las compañías de electricidad. El ancho de la zanja depende esencialmente del calibre del cable que se ha de tender teniendo en cuenta que la separación mínima entre cables ha de ser de 20 cm. y por lo menos de 10 cm. la separación del cable y la pared de la zanja.

Durante la excavación, a un lado de la zanja debe dejarse un pasillo de 60 cm. de ancho para garantizar un trabajo libre de accidentes.

La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado.

Para la demolición del pavimento se emplean pistolas rompedoras o martillos perforadores accionados por plantas compresoras de diesel.

El fondo de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables. Como medida de precaución se recomienda disponer de una capa de arena de 5 cm. de espesor sobre la que posteriormente se colocarán los cables.

Uno de los factores de mayor importancia que contribuye a aumentar el costo de las canalizaciones es la reposición del pavimento; para reducir este costo en lo posible, la zanja se excava lo más angosto que permita el tendido del cable con la comodidad necesaria.

CONFIGURACIÓ DE INSTAL·LACIÓES DE CABLES
DIRECTAMENTE ENTERRADOS.



Fig. 1

CABLE TRIFÁSIC
A 1/3 TENSIÓ

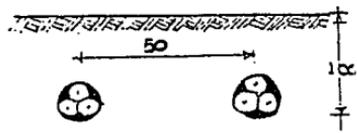


Fig. 2

SEPARACIÓ ENTRE CABLES
TRIFÁSICS

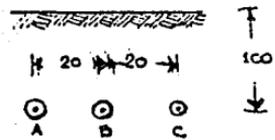


Fig. 3

SEPARACIÓ ENTRE
CABLES MONOFÁSICS

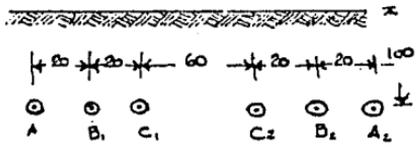


Fig. 4

SEPARACIÓ
ENTRE GRUPOS
DE CABLES
MONOFÁSICS

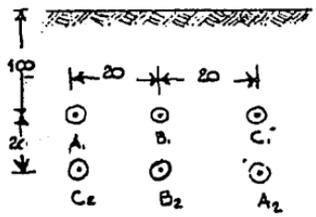
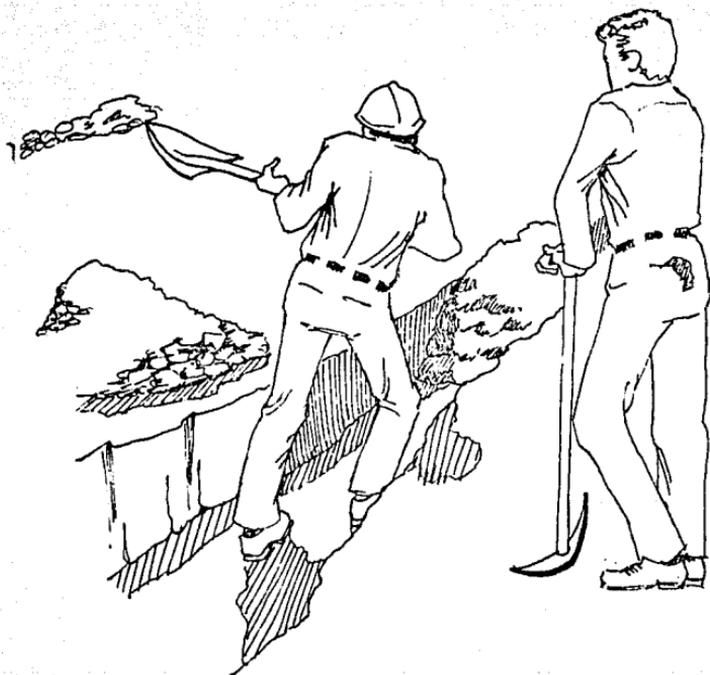


Fig. 5



5. Instalación de los cables subterráneos.

5a Disposiciones generales en la localización de los cables subterráneos.

Los cables subterráneos se colocan generalmente en contacto directo con el terreno, en ciertos casos, como sucede con los cruces de carreteras, calles, ferrocarriles etc., se introducen en ductos de asbesto-cemento. Para los cables subterráneos no solo existe el peligro de deterioro mecánico por empresas constructoras de calles sino también el peligro de deterioro químico o corrosión debido a los componentes del terreno como: ácido, desagües de fábricas químicas, etc.

También han de tenerse en cuenta las posibles canalizaciones próximas con líneas de corriente continua, cuyos efectos eléctricos puede llegar a destruir las cubiertas protectoras del cable. Estas posibilidades han de tenerse en cuenta para realizar el trazado del cable.

Cuando se han colocado los cables subterráneos ya no son visibles por lo que debe fijarse cuidadosamente su posición y señalarla en planos que han de conservarse para futuras reparaciones, comprobaciones etc.

Siempre que sea posible ha de elegirse el trazado más corto y más económico, factores que no siempre se cumplen simultáneamente. Por ejemplo, el trazado más corto puede conducir a una calle en donde levantar la pavimentación puede resultar muy costoso. Por lo tanto debe realizarse previamente un cuidadoso estudio del trazado del cable, teniendo en cuenta los dos factores apuntados anteriormente.

En las calles provistas de aceras el tendido se realizará sobre estas; de esta forma su disposición se puede coordinar fácilmente con las demás empresas de distribución: canalizaciones de agua, gas, alcantarillas, etc. En las carreteras sin veredas situadas en el exterior de las poblaciones, el cable se colocará al lado de la zanja de desagüe o en el borde exterior de la zanja; esta disposición última se emplea sobre todo en cables instalados por procedimientos mecánicos y debe utilizarse preferentemente siempre que las condiciones del terreno lo permitan.

5b Trazado para instalaciones subterráneas.

Basándose en los reglamentos vigentes, debe procederse previamente al trazado del cable. Para ello se empleará un mapa de escala media procurando que la longitud del cable sea lo más corta posible, en caso de trabajos posteriores o de investigación de defectos. A continuación se estudiará nuevamente el trazado pero sobre un plano a gran escala para tener mayor precisión y se buscará sobre este plano los posibles obstáculos en el recorrido del cable; un reconocimiento directo del terreno, permitirá conocer más exactamente cual habrá de ser este recorrido.

Estos obstáculos cuidadosamente señalados servirán más tarde como punto de referencia para encontrar la canalización en caso de avería.

Mediante estos puntos de referencia y otros puntos fijos (casas, carriles de ferrocarril etc.), se acota el plano de posición de cables utilizando una cinta de acero de 30 metros. En el plano se mide y colocan registros en cruces y esquinas así cuando excede de 50 metros, así como también sobre el mismo plano se hacen

mediciones aproximadas de los cables subterráneos que se han de montar, señalando el emplazamiento de los manguitos de empalme y de derivación.

Quando el proyecto del trazado se ha establecido, el proyectista debe ponerse en contacto con los organismos que ya utilizan el subsuelo para su propia distribución (servicio de alcantarillado de ayuntamientos, compañías de gas y de agua, otras empresas de distribución de energía eléctrica etc.), y se estudiarán conjuntamente los problemas derivados de cruces, paralelismo, etc. con las canalizaciones ya existentes de estos organismos.

Se estudiará con especial cuidado, los cruces con las vías p_ublicas y de ferrocarril, ya que estos cruces deben realizarse instalando los cables en el interior de canalizaciones o de ductos de asbesto cemento o de PVC rígido; se evitarán en lo posible los cruces oblicuos.

Finalmente se trazará un perfil longitudinal de las canalizaciones y perfiles transversales en los lugares más cargados.

6. INSTALACIONES DIRECTAMENTE ENTERRADAS.

6a Normas de seguridad en el tendido de los cables subterráneos.

Para este tipo de instalación se aconseja el empleo de cables armados.

Los cables sin armadura también pueden emplearse si se toman las debidas precauciones y se acepta de antemano un mayor riesgo de avería por causas tales como pequeñas deficiencias de instalación, futuras excavaciones etc.

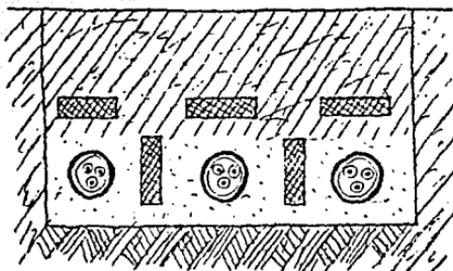
En todos los casos los cables directamente enterrados deben protegerse contra las corrosiones químicas; por esta razón no deben emplearse nunca cables bajo plomo desnudo, los cuales por otra

parte, también resultan inadecuados desde el punto de vista mecánico.

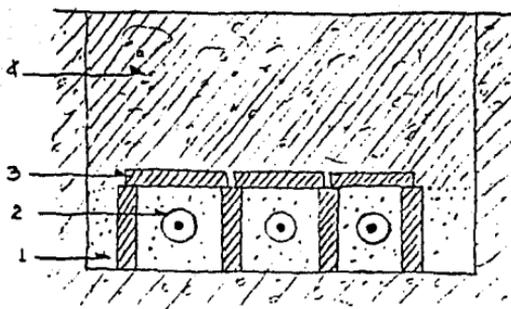
Los cables se pueden proteger con losas de concreto (fig. pag. 17b), contra el golpe directo, y además sirven para señalar la presencia de los cables durante trabajos de excavación, pudiendo usarse también cintas anunciadoras de polietileno.

La característica fundamental que ha de tener ésta capa es la compactación ya que a mayor peso específico del terreno, mejor conductividad térmica y por lo tanto mejores condiciones para la evacuación del calor. A este respecto debe tenerse en cuenta la granulometría del material; en efecto, un terreno constituido por grãos de tamaño practicamente regular, por mucho que se intenta compactar, deja siempre espacios huecos o de aire entre grano y grano, cuyo volúmen total es practicamente constante cualquiera que sea el tamaño del grano (grano fino significa espacios menores pero en mayor número) es decir que con terrenos mixtos constituidos por granos de diferente tamaño, se consigue un terreno más compacto; por lo tanto para formar la capa que ha de cubrir los cables, se aconseja la utilización de material tepeta y compactarlo mediante vibrador mecánico, y si se carece de él deberán emplearse otros medios aunque sean menos eficaces tales como el pisón normal, el agua etc.

Las líneas subterráneas y sus anexos están sujetos también a ciertos requisitos de seguridad para que no constituyan un peligro para otras líneas e instalaciones, o para los transeúntes y principalmente para los operarios que deben trabajar en el interior de los pozos de alta tensión. Para tal objeto, el ROIE (Re



COLOCACION EN ZANJA DE VARIOS CABLES
SUBTERRANEOS AISLADOS CON MATERIALES
PLASTICOS.



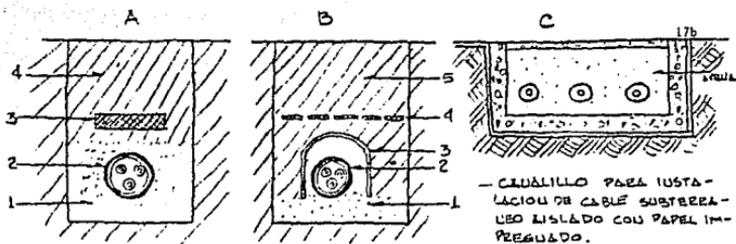
COLOCACION EN ZANJA DE LOS CABLES
SUBTERRANEOS NO ARMADOS, AISLADOS
CON MATERIALES PLASTICOS.

1- ARENIA ó TIERRA CRIBADA

2- CABLE

3- CAJETIN DE LADRILOS UNIDOS CON MORTERO.

4- TIERRA APISOUADA.



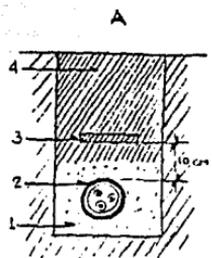
— COLOCACION EN ZANJA DE LOS CABLES —
 SUBTERRANEOS AISLADOS CON PAPEL IMPREGNADO

- A — CON PROTECCION DE LADRILLO.
- 1- ARENA O TIERRA CIBADA
 - 2- CABLE
 - 3- LADRILLOS DE PROTECCION
 - 4- TIERRA APISONADA

- B. BAJO CUBIERTA DE CONCRETO.
- 1- ARENA O TIERRA CIBADA
 - 2- CABLE
 - 3- CUBIERTA DE CONCRETO
 - 4- PROTECCION DE PLACAS DE FIBRCEMENTO.
 - 5- TIERRA APISONADA

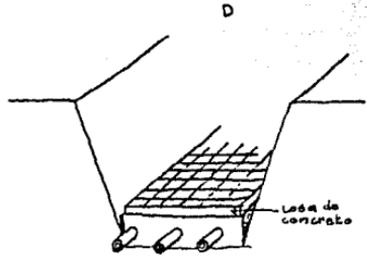
— CUALQUIERO PARA INSTALACION DE CABLE SUBTERRANEO AISLADO CON PAPEL IMPREGNADO.

DIRECTAMENTE ENTERRADOS



SUBTERRANEOS, DIRECTAMENTE ENTERRADOS AISLADOS CON MATERIALES PLASTICOS.

- 1- ARENA O TIERRA CIBADA
- 2- CABLE
- 3- LADRILLOS DE PROTECCION ó losas de concreto
- 4- TIERRA APISONADA.



RECUBRIMIENTO DE CABLES SUBTERRANEOS COLOCADOS EN ZANJA.

glamento de obras e instalaciones Eléctricas) especifica los requisitos de la construcción de ductos y su separación de tuberías y otros ductos; la colocación de cables y juntas en los pozos, y otros muchos elementos de las líneas subterráneas.

Los cables se cienden sobre el lecho de arena de la zanja, al que hemos aludido anteriormente; sobre los cables se extiende una nueva capa de arena de 12 a 15 cm. de espesor que se apisona después.

Sobre el lecho de arena se coloca una capa continua de ladrillos colocados con su máxima dimensión perpendicular al eje del cable, o en otros casos, placas de cemento. Cuando posteriormente se efectúen nuevas excavaciones sobre el terreno, la presencia de los ladrillos advertirá a los operarios que bajo esta capa hay un tendido de cables subterráneos. (pag. 17A y 17b).

De esta forma por una parte se atiende a la seguridad del personal que trabaja ya que un golpe de pico sobre un cable de alta tensión puede resultar peligroso; por otra parte se evita que la cubierta del cable se dañe. Si tienen que realizar curvas con los cables sobre el terreno, hay que tener en cuenta los radios de curvatura mínimos recomendados por las fábricas de cables.

Durante el tendido de cables subterráneos se pueden presentar diferentes problemas; uno de ellos es el cruce con otros cables a diferente nivel. Para estos casos se emplean ladrillos, cubiertos de protección de concreto, o bien tubos de acero de protección de cables. Una aplicación práctica de estos dispositivos se presenta en las siguientes figuras, se trata de un cruce a diferente nivel de un cable telefónico con cable conductor de energía para usos industriales. En A se ven los dos cables de frente y

en B una perspectiva de estos mismos cables. Cuando la cota C re presentada en la figura sea inferior a 50 cm., debe rellenarse el espacio en re los dos cables con un revestimiento incombustible. En la figura siguiente se presenta la solución para el caso de que el cable cruza una tubería de conducción de gas; en este caso la cota C tendrá como mínimo 25 cm. si la tubería de gas es secundaria y 50 cm. si esta es principal.

Si la ruta de la instalación pasa a través de caminos, calles etc., deben de colocarse tubos de asbesto-cemento o de PVC para este propósito ahogados en concreto y si estos cruces son para tráfico pesado, será necesario colocar una losa de concreto arma do sobre los ductos. La colocación de los ductos en los cruces de calles debe hacerse antes de abrir la zanja. También es recomendable instalar por lo menos un tubo extra, que servira como reserva para futuras instalaciones.

Cuando exista la posibilidad de derrumbes debido a las condiciones del terreno, será necesario troquelar con madera las zonas peligrosas para protección del personal.

6b Instalación y secuencia de los cables directamente enterrados.

Una vez que la excavación de la zanja se ha terminado, se procede a seleccionar las longitudes de los carretes para determinar en qué lugar quedará instalado cada uno de ellos; esto depende de los obstáculos y cruces que tengan en el trazo de la ruta para evitar al máximo los empalmes. También se determinará la forma de instalación de los cables.

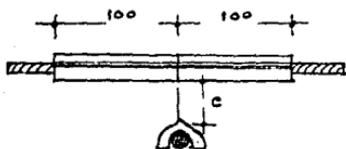
a). Antes de instalar los cables, se deba colocar una cama de arena libre de piedras en la zanja de cuando menos 10 cm. y



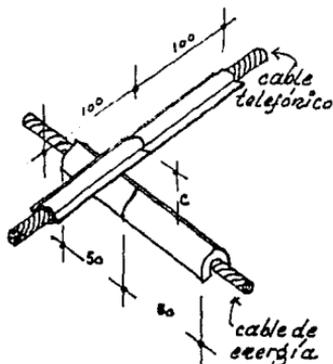
Cubiertas de concreto para protección de cables subterráneos.-



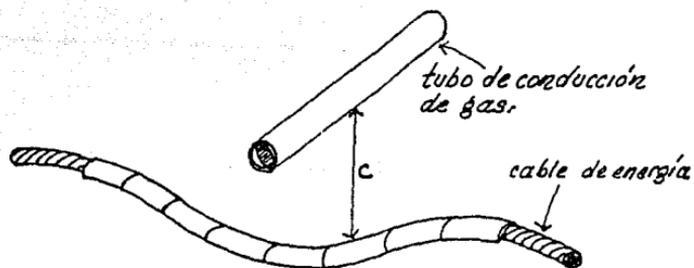
Tubos de acero para protección de cables subterráneos.-



FRENTE



PERSPECTIVA



protección de un cruce de un cable conductor de energía eléctrica con un tubo de conducción de gas.

apisonandola lo mejor posible.

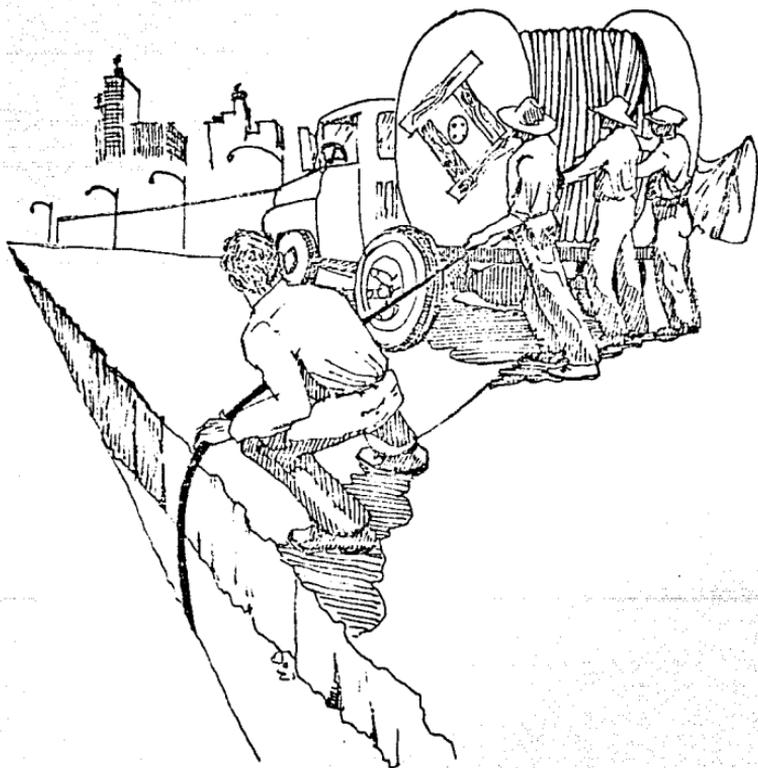
- b). Se efectúa el tendido del cable de cualquiera de las dos formas siguientes:

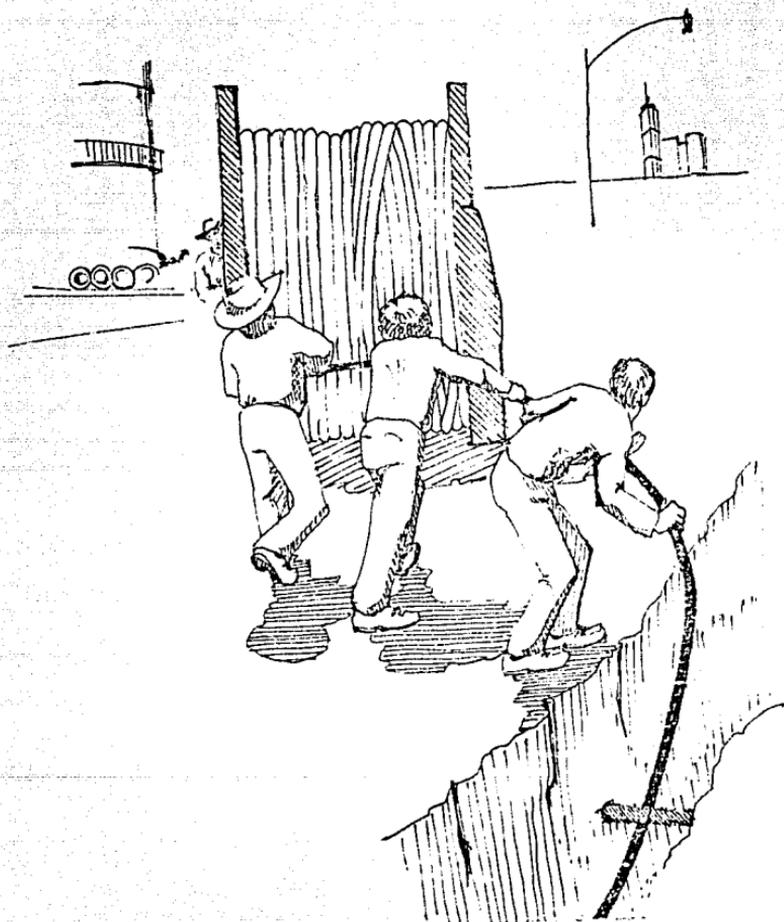
1. Cuando se tengan obstáculos como instalaciones de agua, telefónicas, drenaje, cruces de calles, árboles, etc., y no sea posible la instalación del cable depositándolo a lo largo de la ruta, entonces será necesario instalarlo colocando el carrete en una base desenrolladora fija en el extremo, el cual facilite más la instalación. En este caso será necesario contar con poleas y rodillos suficientes para colocarlos a lo largo de la ruta para evitar que el cable se jale arrastrándose sobre el terreno, (ver pag. 20b).

En los cambios de dirección se debe cuidar que los radios de curvatura no se excedan de los límites permitidos, para esto se usan las poleas y rodillos.

2. Cuando no se tienen obstáculos a lo largo de la ruta, el carrete se coloca en una base (desenrolladora) la cual se encuentra sobre la plataforma de un vehículo o en un remolque desenrollador móvil y el tendido se efectúa desenrollando el cable a mano, estando dos obreros en el carrete controlando la velocidad y otros más guiando y depositando el cable sobre la zanja. Ver fig. pag. 20a.

La misma zanja puede ser usada para cables de alta tensión, baja tensión, cables de alumbrado público o telefónico, colocando todos ellos en capas sucesivas con un espaciamiento vertical entre uno y otro tipo no menor de 20 cm. Los cables de alta tensión se colocarán en la parte





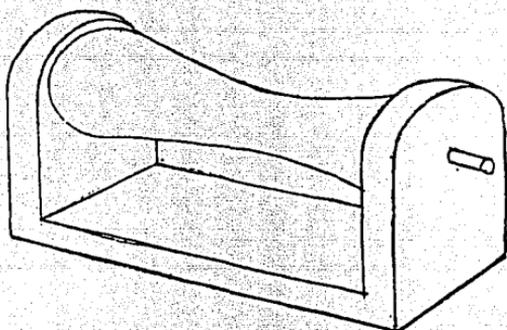
más profunda de la zanja en tanto que los telefónicos en la parte superior, pero procurando que estos queden con una profundidad mínima de 60 cms.

Por último se colocan los cables a la separación mencionada para proceder al relleno de la zanja.

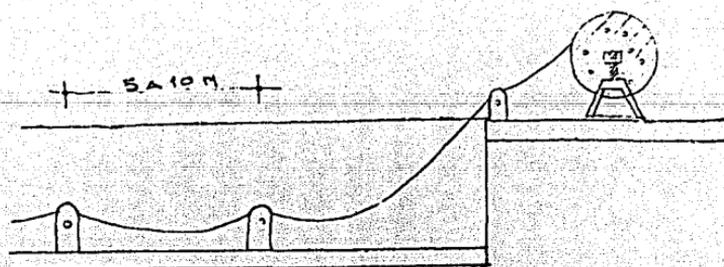
Una vez que ha sido instalado el cable, se coloca una segunda capa de arena libre de piedras, con un espesor mínimo de 10 cm. sobre el cable compactándolo lo mejor posible.

Si el tendido se hace por medio mecánico (Malacate), el arrastre del cable se ejecuta con un cable de acero; y entre el cable de acero y el cable eléctrico se deberá colocar un destorcedor para evitar que sufra torsión el cable eléctrico. Ver fig. pag. 37

Durante el tendido deben colocarse obreros calificados en las curvas y lugares donde pasa por tubos y en el carrete para verificar que el cable no sufra daño y para desenrollarlo conforme avance el tendido, estos mismos obreros estarán supervisados por una persona responsable (Ingeniero), y estarán verificando las condiciones del cable, es decir, que no tenga sinuosidades, torceduras, daños mecánicos o defectos de fábrica visibles. El tendido debe hacerse suavemente sobre los rodillos, evitando jalones bruscos o dobleces muy forzados y si el cable es muy pesado o muy largo, es conveniente verificar la tensión por medio de un dinamómetro. Una vez desenrollado el cable, se quitarán los rodillos y poleas para colocar el cable



RODILLO DE MADERA PARA COLOCACION EN ZANJA DE CABLES.



INSTALACION EN ZANJA DE UN CABLE SUBTERRANEO.

en el fondo de la zanja acomodándolos según la disposición seleccionada.

Si el tendido se hace a mano el arrastre del cable lo realizan obreros distribuidos a lo largo de la ruta, supervisados por una persona responsable. pag. 20a.

El número de obreros necesarios para el tendido a mano se calcula partiendo de que sobre cada obrero debe recaer un esfuerzo máximo de 35 Kgs.

Una vez que el cable ha sido tendido, no debe quedar tenso sino formando pequeñas "S" a lo largo de la ruta, para compensar los movimientos del cable por contracción y dilatación durante los ciclos de operación y para observar posibles asentamientos. Generalmente la longitud total se verá incrementada en un 3% para observar las "S".

Durante el tendido del cable debe asegurarse la coordinación y simultaneidad de todas las operaciones ejecutadas por los obreros en todo el frente de trabajo, para lo cual, si los volúmenes de trabajo son grandes, se recomienda disponer de medios de comunicación como radiodifusoras locales y transmitir las órdenes por teléfono y altavoz. La transmisión de señales puede efectuarse también con banderines u otros medios.

El procedimiento del tendido del cable en la zanja desde un vehículo en movimiento depositándolo a lo largo de la ruta, es posible cuando la zanja no se cruza con otras construcciones bajo las cuales debe tenderse el cable y cuando no existen obstáculos para el desplazamiento del vehículo a lo largo de la ruta.

7. INSTALACIONES AL AIRE. RECOMENDACIONES.

Teniendo en cuenta que los cables destinados a ser instalados al aire (por ejemplo en galerías) no están sujetos a acciones mecánicas exteriores no se consideran necesario que esos cables sean armados. Aunque los recubrimientos protectores a base de fibras textiles o de materiales termoplásticos pudieran parecer superfluos, se aconseja la instalación de cables provistos de estos recubrimientos, ya que constituyen una protección contra los daños mecánicos (dilataciones y contracciones), y sobre todo para los frecuentes casos en que sean de temer corrosiones químicas, por humedad u otras causas.

Los cables instalados al aire, muchas veces presentan fuertes pendientes y otras condiciones especiales, que deben estudiarse en cada caso particular pero también en condiciones normales de instalación han de tenerse en cuenta ciertas precauciones, como la de apoyar los cables sobre pisos o ménsulas preferentemente continuas. Si los cables se fijan a paredes mediante abrazaderas o dispositivos similares, estos deben ser de hierro galvanizado y colocados de 50 cm. a 1 m. según el diámetro y peso del cable. Ver fig. pag. 38

En el caso de cables unipolares, las bridas no deben formar anillo magnético cerrado.

Los cables no deberán empotrarse en los muros y mucho menos en el cemento; los pasos a través de muros deben realizarse mediante orificios o tubos dispuestos de tal forma que en ellos no pueda acumularse el agua de lluvia, filtraciones etc. Para los cables instalados en el interior de los locales o galerías se presenta

a veces al peligro de propagación de fuego a lo largo del propio cable. En estos casos debe utilizarse cables con recubrimientos de material termoplástico o bien cables armados sin protección textil exterior. Esta protección es también eficaz contra daños que puedan ocasionar los roedores que pueden atacar tanto los recubrimientos no metálicos como la propia cubierta de plomo.

8. INSTALACIONES EN CANALILLO O TRINCHERA.

8a Generalidades.

Estos son cables parcial o totalmente enterrados en el interior de pequeños canales rectangulares construidos en obra de mampostería, o concreto con tapa metálica o no metálica y sin ventilación opcional.

Este sistema es muy utilizado en centrales eléctricas, subestaciones, fábricas industriales, etc. representa siempre recorridos relativamente cortos pero debe tenerse en cuenta en éste caso que la evacuación del calor se realiza con cierta dificultad, que el sol puede calentar directamente la tapa de la trinchera y que por lo general se instalan varios cables en cada canalillo. Por estas razones es preciso estudiar, en cada caso las condiciones que concurren estableciendo las dimensiones y características del canalillo y la disposición de los cables de manera que se consiga la mejor disipación del calor y por lo tanto el mínimo calentamiento.

9. LOCALIZACIÓN DE AVERIAS EN LAS INSTALACIONES SUBTERRANEAS.

9a Conceptos Generales.

Las líneas eléctricas subterráneas pueden sufrir averías que entrarán momentáneamente su puesta fuera de servicio. En la mayo-

ría de los casos estas averías no pueden localizarse rápidamente, al contrario de lo que sucede en las líneas aéreas; generalmente lo único que puede constatarse es que la línea no puede ponerse otra vez bajo tensión. Por lo tanto es preciso investigar el emplazamiento del defecto lo más rápidamente posible para efectuar la correspondiente operación de reparación.

La investigación de un defecto en una línea subterránea de varios kilómetros de longitud plantea un problema que debe resolverse. Este problema se complica aún más porque los defectos pueden ser de naturaleza diferente a cada tipo de avería en la línea.

Por lo tanto interesa determinar, en primer lugar la naturaleza del defecto, después investigar su emplazamiento utilizando los procedimientos de localización propios para cada clase de defecto.

Clases de defectos que pueden presentarse en los cables subterráneos.

Según su emplazamiento los defectos de los cables subterráneos pueden dividirse en dos clases:

1. Defectos en pleno cable.
2. Defectos en los elementos de instalación (manguitos de empalme, de derivación, etc.).

Los defectos en pleno cable pueden proceder de una causa exterior que provoque la ruptura de la cubierta del plomo. Entonces, la humedad penetra en el cable por el sitio afectado y llega hasta las capas de papel aislante, al cabo de un tiempo más o menos largo, el aislamiento disminuye, y cuando resulta insuficiente se produce una descarga entre la envoltura de plomo y uno o más conductores. Las causas que pueden provocar la rotura de la cubi

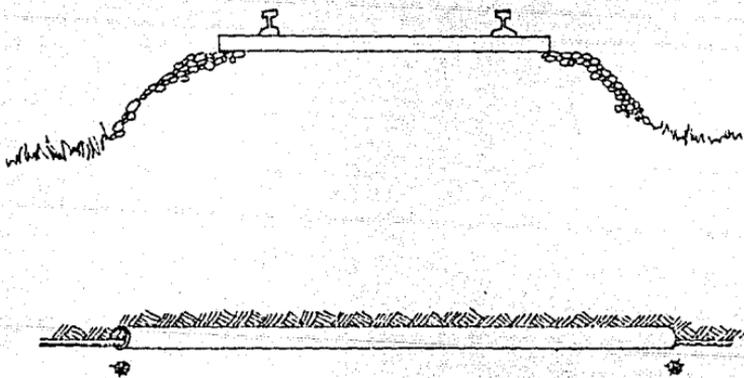
erta de plomo son las siguientes:

1. El rozamiento del cable sobre una pared dura, por ejemplo (entrada de una tubería) que desgasta la cubierta exterior y la envoltura de plomo. El rozamiento puede estar provocado por vibraciones, como sucede en el caso de un cruce de cable bajo una vía férrea o una carretera.
2. La cristalización del plomo a consecuencia de vibraciones. Por ejemplo si la canalización atravieza un puente, un viaducto etc.
3. La electrólisis del plomo producida por las corrientes errantes que atraviezan la cubierta de plomo del cable. Se produce un desprendimiento del metal en el sitio donde las corrientes parásitas abandonan la envoltura de plomo.

Por lo tanto en todos estos casos tendremos defectos por puesta a tierra de uno o más conductores.

Los defectos en pleno cable también pueden proceder de una causa interior, por ejemplo, en caso de ionización de las bolsas de aire provoca una carbonización lenta de los aislamientos y finalmente su destrucción. También una mala colocación puede deformar el cable y provocar un principio de ruptura de los aislamientos lo que a la larga puede ser causa de defecto. Los defectos provocados por una causa interior, generalmente se presentarán bajo la forma de un cortocircuito entre los conductores o entre conductores y plomo. Si la potencia desarrollada en el cortocircuito es importante y cuando los conductores son de pequeña sección, algunas veces se puede producir la fusión de estos sobre una cierta longitud. Cuando se trata de cables apantallados o triplo-

CASO N°1 Entrada hacia un ducto bajo una
via ferrea



- * Las vibraciones en estos puntos son muy intensas al paso del tren.

plomo, las rupturas de aislamiento provocan obligadamente la puesta a tierra de los conductores, ya que estos están rodeados de una envoltura metálica puesta a tierra.

Los defectos en los elementos de instalación (manguitos de empalme, terminales, o de derivación) constituyen la gran mayoría de las averías de las canalizaciones subterráneas, se pueden presentar bajo diversas formas. Cortocircuito entre conductores con o sin puesta a tierra, ruptura de continuidad, cortocircuitos intermitentes, etc.

Algunos de estos defectos se manifiestan solamente por encima de un cierto valor de tensión; para una tensión inferior a esta tensión crítica la canalización presenta las características de un cable sano.

Generalmente, este defecto procede de una bolsa de aire que puede existir entre dos empalmes o un empalme y el cuerpo del manguito, entre los cuales, debido a la ionización del aire ocluido, puede saltar un arco cuando la tensión alcanza cierto valor. Esta bolsa de aire puede haberse producido durante el llenado del manguito con pasta aislante, a causa de una defectuosa evacuación del aire, o por un enfriamiento demasiado brusco o, finalmente por un llenado insuficiente con pasta aislante. Por último puede suceder que, después de un primer defecto, se refrigere la materia aislante, reconstituyendo un aislamiento suficiente para hacer desaparecer el defecto; en este caso, el cable puede ponerse bajo tensión al cabo de cierto tiempo, a esta falla se le conoce con el nombre de descargas parciales.

9b. Explicación a planos de cables.

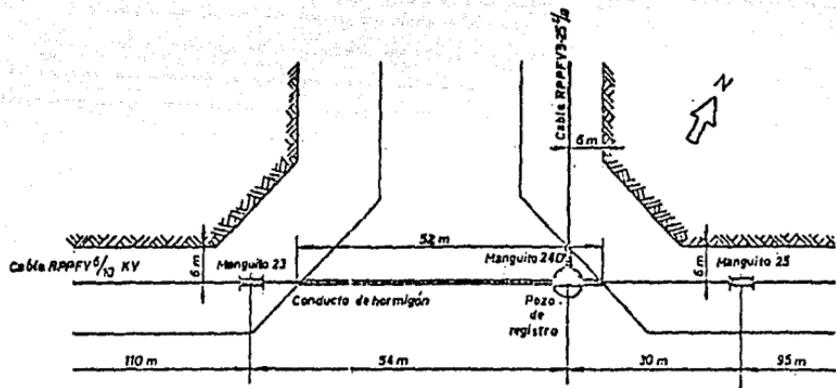
Al tratar del montaje de cables subterráneos hemos hablado ya de los planos de cables. Ahora se ampliarán algunos conceptos sobre este tema, referido a las indicaciones que se han de hacer en dichos planos sobre averías y reparaciones realizadas con objeto de tenerlos siempre al día y conocer no solamente la trayectoria inicial de los cables sino también los lugares donde se han efectuado trabajos de reparación, donde se han instalado nuevos manguitos de empalme y derivación, etc.

El establecimiento de los planos de cables debe hacerse cuidadosamente. (Fig. pág. 28 a).

De su exactitud depende la precisión de las medidas de localización de las averías que puedan producirse después.

Además permitirán encontrar las canalizaciones fácilmente sin onerosas excavaciones e inútiles pérdidas de tiempo. Los cables deben de estar cuidadosamente posicionados, en relación con los obstáculos y puntos fijos diversos. Sobre los planos deben indicarse los cruces con vías públicas o con vías férreas. Los tramos de cables bajo conductos o canales, etc., en caso de cruces bajo los obstáculos se señalará la profundidad a la que el cable está instalado. También deben indicarse las distancias entre los manguitos de empalme y si es posible se ubicarán estos manguitos con relación a puntos fijos.

Los manguitos de derivación, los de aislamiento reconstituido, y los de manguito interior de plomo, se distinguirán de los manguitos de empalme ordinarios, por medio de marcas convencionales,



Plano de cables.

por ejemplo:

---La marca 25 sin más indicación, significa un manguito ordinario de empalme que hace el número 25 de todos los manguitos instalados desde el extremo del cable tomado como origen.

---La marca 21 D, significa un manguito de derivación que hace el número 21 de todos los manguitos instalados desde el origen del cable.

---La marca 24 A.R. expresa que el manguito con el número 24 es de aislamiento reconstituido.

---La marca 24 C.P. indica un manguito con cubierta interior de plomo por ejemplo para terreno húmedo. (Pág.30 a).

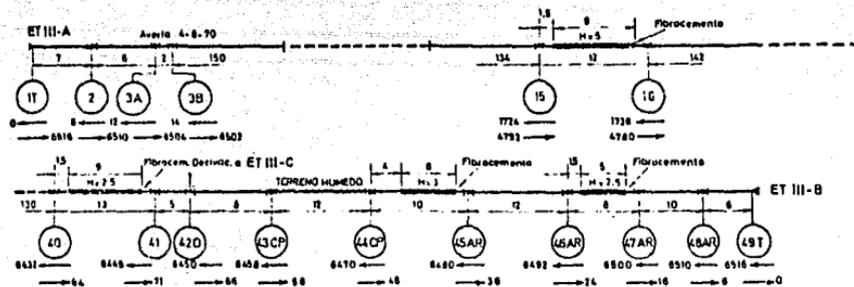
Los sitios que deben vigilarse particularmente, se expresarán en el plano; por ejemplo: terreno sometido a inundaciones, expuesto a deslizamientos, rocoso, etc.

Los manguitos de defecto intercalados en sucesivos trabajos de montaje entre los manguitos del primer montaje. Llevarán el número del manguito inmediatamente anterior, seguido de una letra; por ejemplo: si entre los manguitos 24 y 25 de la primera instalación se han montado dos manguitos de defecto, estos se numerarán 24A y 24B respectivamente; de esta forma se evita tener que cambiar los números de todos los manguitos situados a continuación del defecto, cada vez que se efectúa una reparación.

También es interesante indicar en el plano la fecha de montaje de los manguitos de defecto.

Además del plano del cable, también es interesante añadir un plano topográfico del cable en el que figuren todos los manguitos

PLANO TOPOLOGICO

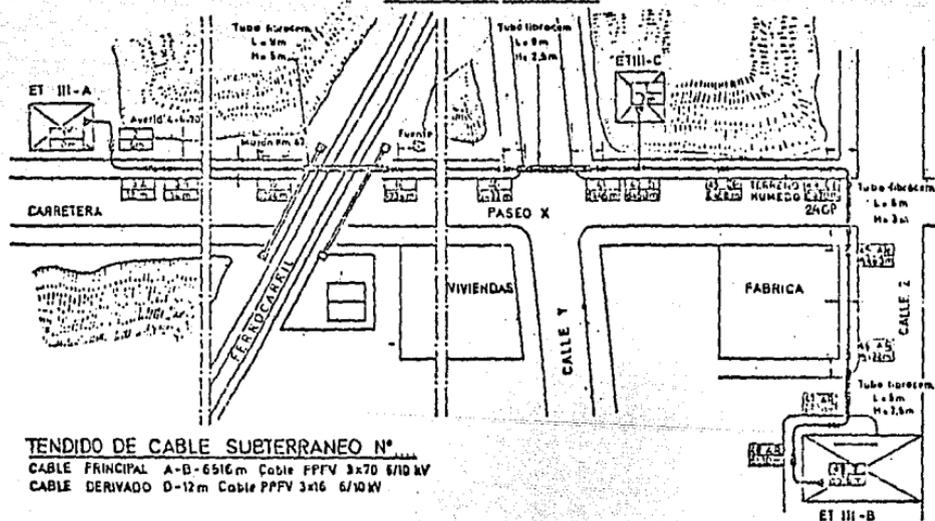


con su número correspondiente; en el plano topográfico indicar para cada manguito su distancia con relación a cada extremo del cable y su distancia con relación al manguito situado inmediatamente a continuación. Este plano topográfico resulta útil para localizar rápidamente los defectos según el resultado de las medidas sin tener necesidad de desplegar completamente el plano geográfico. (Pág. 30a).

Los planos de cables han de estar rigurosamente al día a medida que se efectúan las sucesivas modificaciones y reparaciones en los cables.

Esta notación puede ser de carácter convencional que adopta cada compañía pero que se recomienda a nivel de información.

PLANO GEOGRAFICO



TENDIDO DE CABLE SUBTERRANEO N°

CABLE PRINCIPAL A-B-6516m Cable PPFV 3x70 6/10 kV
 CABLE DERIVADO D-12m Cable PPFV 3x16 6/10W

C A P I T U L O I I

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA INSTALACION DE CABLES DE ENERGIA EN DUCTOS SUBTERRANEOS.

1. Generalidades

2. Instalación en tubulares enterradas.

3. Ductos

4. Cables

5. Conclusiones

RECOMENDACION DE INSTALACION DE CABLES DE ENERGIA EN DUCTOS SUBTERRANEOS.

1. Generalidades

Las recomendaciones en las instalaciones son las que todas las reglas de seguridad obligan a observar, en este tema se pretende señalar los pasos más importantes sobre este tipo de instalaciones pues existen algunas técnicas específicas para asegurar una buena instalación que brinde seguridad y confianza.

El objetivo del tema es dar al constructor las bases necesarias para evitar accidentes proporcionando la información sobre sistemas constructivos, equipo, material y reglas de seguridad para evitar futuras complicaciones en los cables.

2. Instalaciones en tubulares enterradas.

Las tubulares deberán ser apropiadas al cable al que van destinadas, ya que deben permitir su instalación sin deteriorar la cubierta exterior y sin sobrepasar el esfuerzo de tracción que el cable permita. Por lo general, en las tubulares se emplea el cemento, fibrocemento o los materiales plásticos y la distancia más usual entre arquetas para realizar la colocación del cable y de los correspondientes empalmes es de unos 150 metros.

Las tubulares para extender cables subterráneos mediante tracción deben poseer superficie lisa y un diámetro aproximadamente doble del diámetro exterior del cable; se recomienda que tengan una pequeña pendiente regular para evitar el estancamiento de agua en su interior. El esfuerzo de tracción necesario para enfilear un cable subterráneo en un tubo rectilíneo y liso es algo inferior a su propio peso generalmente.

Este esfuerzo puede reducirse a la mitad mediante lubricación por ejemplo mediante grasa mineral consistente.

La tracción ha de efectuarse por la cuerda conductora (cobre o aluminio) del cable, limitando su esfuerzo a 6 kg/mm^2 , siendo muy conveniente colocar el correspondiente dinamómetro para comprobar en todo momento que no se sobrepasa el esfuerzo de tracción permitido.

Para la instalación en tubulares puede emplearse cualquier tipo de cable; sin embargo, hay que tener en cuenta que los cables con recubrimiento de fibras textiles impregnadas presentan un notable aumento del coeficiente de rozamiento, con incremento del esfuerzo de tiro necesario, y en determinadas condiciones de instalación hay que tomar precauciones complementarias para evitar la posible adherencia a los tubos durante la colocación del cable; además, sucede que pueden encontrarse dificultades si se tiene que sacar el cable al cabo de algún tiempo de su instalación. Si se trata de tramos cortos de tubular (hasta algunas decenas de metros) intercalados a lo largo de cables directamente enterrados, por cruce de calles, carreteras, etc., no es necesario tener en cuenta ninguna observación especial cualquiera que sea el tipo de cable empleado.

Únicamente debe tenerse cuidado en que el cable no pueda dañarse contra el borde de la tubular por la posible presión del terreno.

3. Ductos

La instalación de cables en ductos subterráneos, deberá seleccio

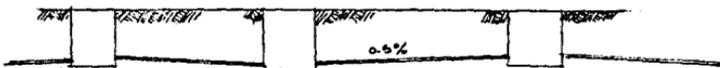
narse cuando la ruta de la canalización pase por debajo de edificios, caminos o cualquier otro sitio donde se considere no conveniente el abrir zanjas.

La principal ventaja de usar cables en ductos es que los cables pueden ser sustituidos o adicionados fácilmente, sin entorpecer el tráfico. El diámetro interior del ducto deberá ser mínimo 1.5 veces el diámetro exterior del cable, la superficie interna del ducto, deberá ser lo más tersa posible para reducir la fricción de los cables durante su instalación. Se recomienda se use ducto de asbesto cemento o PVC con un diámetro mínimo de 4" (pulgadas).

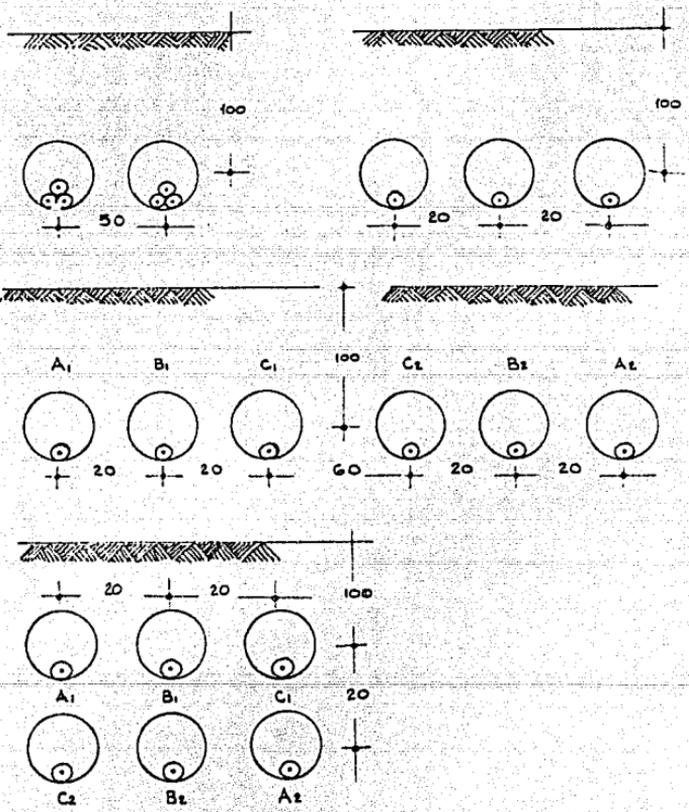
Los ductos deberán instalarse en zanjas cuya profundidad sea de un metro mínimo y la separación entre ductos como la que se indica en las figuras. 34a.

NOTA: El área máxima ocupada deberá ser el 40% del área del ducto.

Los ductos deberán rematar en registros. De un registro a otro, el ducto deberá ser totalmente recto con una pendiente mínima de 0.5% para facilitar el drenaje. En caso de ser indispensable alguna curva, ésta deberá ser lo más grande posible, como mínimo doce veces el diámetro del ducto.



-Disposición de la pendiente en un sistema de ductos-



Cuando haya cambios de dirección, recomendamos se tenga registros. Las dimensiones de los registros podrán variar manteniendo como mínimo 1.5 m de altura interior y las dimensiones horizontales de 1. m con el fin de evitar que los radios de curvatura de los cables sean menores que los especificados por el fabricante.

La separación de los registros dependerá del peso del cable a instalar y a la ruta, pero generalmente estas distancias varían entre 30 y 50 m. y en algunos casos cuando el tramo sea recto, podrán aumentarse hasta 150 m; sin embargo, es imposible dar una regla general aplicable a las demás instalaciones.

Todos los ductos que lleguen o salgan de un registro deberán tener salidas perfectamente emboquilladas, para evitar se dañe el cable durante la instalación o por contracción o dilatación al estar en operación.

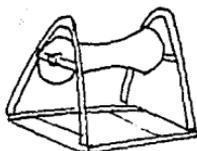
Ventajas y desventajas del sistema de ductos:

Ventajas

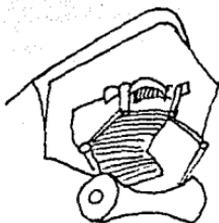
1. El cable fácilmente se reemplaza.
2. Gran protección física para cables idénticos.
3. Mayor vida para los cables idénticos.
4. Provisión para aumentar el número de circuitos.

Desventajas

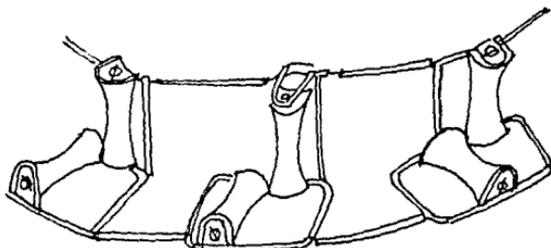
1. Mayor costo inicial dependiendo de las condiciones del suelo).
2. Falta de contacto continuo a tierra (si el ducto no es conductor).
3. Baja ampacidad (aprox. 0.20% menos que un cable directamente enterrado).



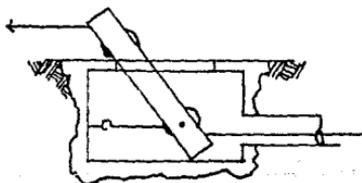
Rodillo para tender cable



Rodillo para instalar cables en ductos.



Rodillos para instalar cables con cambios de dirección



Dispositivos con poleas para guiar el cable a la salida de registros.

4. Cables.

Antes de instalar cualquier cable, deberá asegurarse que el ducto esté libre de obstrucciones y completamente limpio.

Al instalar el cable en el ducto, deberá tenerse mucho cuidado de no someterlo a dobleces excesivos.

Cuando el tramo del cable por instalar no es muy pesado o es muy corto se hace uso de mallas de acero "calcetines". Debe tenerse presente que este dispositivo ejerce su tracción sobre la cubierta exterior del cable, razón por la cual es necesario considerar la resistencia de material de esta cubierta. Así en el caso de cable con tubo de plomo, la tensión total no deberá exceder de 100 kg/cm^2 . Cuando se considera que el cable es pesado o de mucha longitud, será preferible indicar al fabricante de ésta que proporcione los tramos disponibles equipados con anillos de tracción. Este dispositivo está sujeto y soldado a los conductores de cobre, lo que permite ejercer en el cable una tracción máxima de 700 kg/cm^2 de sección de cobre. En ningún caso deberá someterse el cable a una tracción de más de 3000 kg. Entre el cable gufa y el cable eléctrico deberá colocarse un destorcedor para evitar sufra torsión el cable eléctrico durante el tendido.

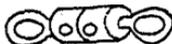
Malla de acero "calcetín"



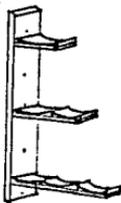
Perno y ojo de tracción



Destorcedor



En caso de ser necesario empalmar el cable, éste deberá quedar localizado siempre en uno de los registros. Una vez hecho el empalme, éste deberá quedar soportado en las paredes del registro por medio de ménsulas, como se indican en la figura:



Para cables con aislamiento extruido y con aislamiento de papel impregnado en aceite hasta 35 kV, se dispone ya de catálogos e instructivos que están a disposición de las personas que lo soliciten a las firmas fabricantes, para elaborar estos empalmes.

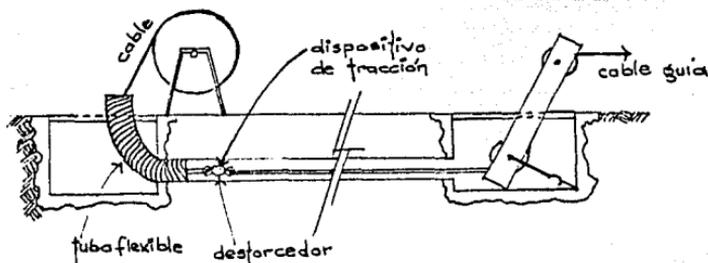
Por ningún motivo deberán instalarse cables armados dentro de ductos. La razón de ello es que el cable armado con flejes de acero no está diseñado para ser sometido a tensiones ni arrastrarse. Igualmente la mayoría de estos cables tienen una cubierta exterior textil impregnada en asfalto, este asfalto ocasiona que el cable se pegue al ducto y sea verdaderamente imposible retirarlo para efectuar alguna reparación o cambio del cable. Cabe también aclarar que dentro de un ducto al cable no requiere protección mecánica, ya que precisamente es el ducto el que proporciona esta protección.

En el supuesto caso de que se desee proteger el cable de inundaciones de líquidos corrosivos o ciertos insectos presentes en

algunas regiones del país, se ha observado que han dado muy buenos resultados cubiertas exteriores termoplásticas en los cables de polietileno o PVC.

Se sugiere que la posición del carrete para la introducción del cable se haga según se indica en la siguiente figura con el objeto de evitar dobleces innecesarios al desenrollar el cable.

Para instalar cables en ductos, es necesario contar con personal y equipo especializados.



5. Conclusiones.

La construcción de líneas subterráneas está sometida a una técnica especial, con multitud de reglas. Las más importantes son las siguientes:

La distancia entre pozos debe ser como máximo la longitud de un cable enrollado en un carrete de fábrica porque no es factible hacer pasar un empalme de cables por un ducto normal.

Si los cables son armados, pueden ser colocados sin ductos a una profundidad de 50 a 70 cm del piso y cubiertos por tiras de alambrado o metal desplegado a 15 ó 20 cm del cable para indicar

en lo futuro que hay conductores debajo y evitar su destrucción al efectuar alguna obra. Entonces en lugar de pozos se usan cajas de conexión de hierro fundido en los lugares de empalme o derivación y cubiertas completamente por tierra o con tapas al nivel de la banqueta.

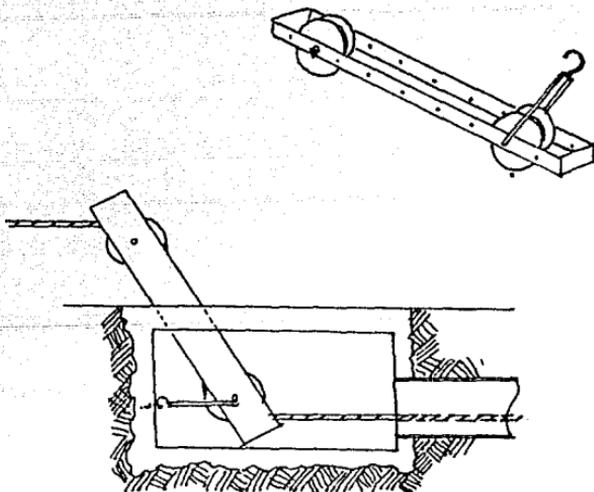
Los ductos están agrupados en bancos, sobre una plantilla de concreto y con revestimiento adecuado. Los extremos de los ductos al entrar al pozo deben estar provistos de boquillas para evitar daños a los cables.

En general los ductos pueden ser de fibra, barro, concreto o acero según las condiciones de la instalación: los de fibra en el interior de las estaciones, y en lugares siempre secos, con cables unipolares o multipolares sin forro de plomo; los de barro o concreto formando bancos revestidos; los de acero para cruzar atarjeas o tubos de provisión de agua en donde hay necesidad de dar al ducto una forma sinuosa y en lugares donde los ductos pueden quedar expuestos al ser realizadas obras con frecuencia.

Por supuesto, los cables dentro de tubos de acero son siempre multipolares para evitar la magnetización del ducto y las pérdidas consiguientes. En algunos casos han sido usados ductos de fibra ahogados en una masa de concreto y cables con forro de plomo aun que la fibra se desintegra con el tiempo, sirve como molde para formar un tubo de concreto improvisado, así como ductos de asbesto cemento o PVC rígido para instalaciones bajo arroyo o banqueta en zonas comerciales.

En el momento de colocar los ductos de barro o concreto, será hecho un barrido interior para desprender pegaduras indeseables; un segundo barrido precederá a la introducción de los cables mediante un mensajero.

El carrete donde viene el cable será colocado cerca de la boca del pozo de entrada, sobre un soporte que le permita girar, y la punta unida al mensajero será introducida en la boquilla correspondiente usando grasa mineral para disminuir la fricción. El cable no debe doblarse en sentido contrario al del carrete, para evitar la formación de vacíos internos y movimiento de las capas del aislamiento. En el pozo siguiente estará colocado un bastidor con poleas para guiar al mensajero hasta el malacate exterior el cual se encarga de arrastrar el cable hasta que la punta aparezca en este pozo.



C A P I T U L O I I I

CONCURSOS DE OBRA CIVIL PARA DISTRIBUCION COMERCIAL SUBTERRANEA.

- 1.- Generalidades.
- 2.- Convocatoria.
- 3.- Anexo I de la convocatoria.- Especificaciones.
- 4.- Catálogo de conceptos, cantidades de obra y precios unitarios.
- 5.- Carta compromiso.
- 6.- Especificaciones de obra civil para Distribución Comercial subterránea.
- 7.- Ahogado en concreto de bancos de ductos.
- 8.- Pozo de visita para equipo desconector construido en el sitio de la obra.
- 9.- Pozo de visita precolado o construido en sitio.

1. GENERALIDADES.

Todo Ingeniero, Arquitecto o Constructor debe estar preparado para resolver problemas que algunas veces aparentan no tener relación con la Ingeniería Civil; este tema pretende generalizar todo el procedimiento constructivo de una obra desde su inicio con la convocatoria, pasando por procedimientos legales, presupuesto, precios unitarios, especificaciones hasta procedimientos técnico administrativos necesarios de las obras que se manejan para compañías eléctricas haciendo hincapié en sistemas de control de calidad, seguridad, afectaciones, etc., hasta su recepción final. Así como también se hace mención a procedimientos constructivos de bancos de ductos y pozos de visita. Todo esto con el fin de dar un conocimiento elemental al lector para cuando tenga que hacer obra para compañía eléctrica.

2. CONVOCATORIA

La (Compañía Eléctrica), convoca a las personas físicas o morales que tengan interés en participar en el concurso para la adjudicación del contrato de Obras Públicas relativas _____

bajo las siguientes:

BASES

PRIMERA. El concurso No. _____ se efectuará a las _____ Hrs del día _____ del mes de _____ del año en curso en _____

SEGUNDA. Las propuestas conteniendo toda la documentación que se estipula deberán ser entregadas en el acto del concurso por su representante acreditado en original y cuatro copias, en sobre lacrado por separado en la Oficina _____

De acuerdo con el convenio que ésta (Compañía de Electricidad) tiene celebrado con el Sindicato de Trabajadores de la Electricidad con domicilio social en _____, el personal que se emplee en las obras deberá estar afiliado a dicho sindicato, por lo que se servirán ustedes ponerse en comunicación con su Comité Ejecutivo a fin de obtener los tabuladores de salarios y demás condiciones contractuales, incluyendo transporte de personal si lo hubiere que servirán de base para su análisis de precios, debiendo presentar la constancia.

Por lo antes expuesto, el contratista se obliga a celebrar con el Sindicato, el contrato colectivo de trabajo que corresponda a los trabajadores que laboren en las obras objeto del contrato que se las adjudique y a utilizar en las mismas, exclusivamente a trabajadores miembros de dicho sindicato.

Conforme a lo estipulado en el Diario Oficial de la Federación publicado el 26 de Octubre de 1972, no deberá figurar en sus análisis de precios el 5% correspondiente a INFONAVIT.

TERCER/ Los trabajos a ejecutar se ubican en _____

CUARTA. Las cotizaciones que propongan deberán contener la siguiente información y documentos:

1. GARANTIA.- Es requisito indispensable que cada concursante exhiba una garantía de _____

A NOMBRE DE (Compañía de Electricidad) la que podrá ser presentada en la forma siguiente:

- a). Cheque certificado.
- b). Cheque de caja.
- c). Certificado de depósito en efectivo, constituido ante Institución Nacional de Crédito debidamente autorizado, en el que se hará constar el objeto de la misma.
- d). Certificado de depósito de valores de renta fija.

La garantía será devuelta en el acto del fallo, excepto el del que haya resultado favorecido, en cuyo caso se reintegrará a la firma del contrato respectivo, y que constituya la garantía correspondiente.

2. DECLARACION y comprobación de visita e inspección al sitio de las obras debidamente firmada por _____

3. DECLARACION de experiencia en el tipo de obra a concursar.

4. LISTA de maquinaria y equipo disponibles inmediatamente y de los que posteriormente se proyecte utilizar. Deberá llenarse de acuerdo con el "Instructivo" y "Relación de claves de equipo", en el caso de que sean proporcionados.

5. DATOS de los profesionales y técnicos al servicio del concursante.

6. PROGRAMAR al trabajo detallándolo en forma gráfica (barras).

7. PROGRAMA de utilización de equipo.

8. DEMOSTRACION de contar con los suficientes fondos para lle-

var a cabo la ejecución de las obras, así como con el equipo y maquinaria para el tipo de obra a concursar.

9. COPIA certificada y original de testimonio de la Escritura Constitutiva de la Sociedad (Excépto si el concursante es persona física) y documentos que acrediten la personalidad de su representante en el concurso. El original del testimonio será devuelto previo cotejo con la copia certificada.
10. COPIAS simples de los siguientes documentos:
 - a). Registro vigente en el padrón de Contratistas del Gobierno Federal, que tiene a su cargo la Secretaría del Patrimonio Nacional.
 - b). Registro vigente en el padrón de contratistas de la (Empresa o compañía Eléctrica).
11. CATALOGO de conceptos de obra, anotando los precios unitarios con número y letra. En caso de discrepancia lo que dará constancia, serán los precios unitarios anotados con letra. (En caso de ser proporcionado el catálogo por la empresa eléctrica, deberá presentarse).
12. TABULADOR de salarios aprobados por el Sindicato de trabajadores.
13. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS presentados de conformidad a lo establecido en la ley de inspección de Contratos y Obras Públicas en su reglamento; y las bases y normas generales para la contratación y ejecución de Obras Públicas.
14. CARTA COMPROMISO.
15. TARIFAS de costo horario de hora máquina directo.

16. PRECIOS DE MATERIALES.

QUINTA. Las obras deberán quedar concluidas _____

_____ haciendo notar que su iniciación _____

SEXTA. El tiempo de ejecución _____

SEPTIMA. Si el contratista no concluye la obra en la fecha señalada en el programa, como pena convencional deberá cubrir a (Empresa Eléctrica) _____

OCTAVA. Las proposiciones deberán indicar que son válidas hasta 120 días a partir de la celebración del concurso.

NOVENA. Para poder cotizar, el concursante deberá adquirir las especificaciones correspondientes (anexo 1) en la oficina convocante, cuyo costo es de _____ y su pago será mediante cheque certificado o de caja a nombre de (Compañía Eléctrica).

DECIMA. Aquellas cotizaciones que no contengan todos los documentos o que hayan omitido algún requisito serán rechazadas sin que se les de lectura.

DECIMA PRIMERA. El triunfador se le obligará a presentar fianza por el _____ % del importe total de la obra dentro del término de _____ días contados a partir de la fecha en que se firme el contrato.

DECIMA SEGUNDA. La realización de la obra se ajustará en todos sus aspectos a lo establecido en las especificaciones, que como Anexo No. 1 forman parte inseparable de la CONVOCATORIA, por lo

cual la cotización de los concursantes deberá considerar todo lo que en las mismas se expresa.

DECIMA TERCERA. Todos los trabajos se efectuarán en turnos _____ (diurnos o nocturnos) que darán principio a las _____ hrs. y terminarán a las _____ hrs. Bajo ningún concepto se programarán trabajos durante otras horas del día.

DECIMA CUARTA. Los materiales que les proporcionará la (Cfa. Eléctrica) serán entregados en el almacén ubicado en _____ (dirección).

DECIMA QUINTA. La (Cfa Eléctrica) no otorgará ningún anticipo para la iniciación de los trabajos, adquisición de materiales o equipos, mano de obra etc.

DECIMA SEXTA. Deducciones.

El contratista estará conforme en que se le deduzca:

- a). El 0.5% sobre el importe de cada una de las estimaciones de trabajo como derecho por servicio de inspección y vigilancia de la Secretaría del Patrimonio Nacional.
- b). El 2.5% sobre el monto de cada estimación para el pago del impuesto sobre la renta.
- c). El 0.2% sobre el monto de cada estimación como ayuda a Campos Deportivos Ejidales.

DECIMA SEPTIMA. El contratista estará conforme en que se le retenga el 10% del importe de las estimaciones en calidad de depósito, como garantía adicional, para responder a satisfacción de (Cfa Eléctrica) de cualquier diferencia, responsabilidad o reclamación a cargo del contratista, derivadas del contrato, misma

que le será devuelta en un término de 30 días calendario a partir de la fecha de recepción de las obras por parte de la (Cía. Eléctrica.

DECIMA OCTAVA. Lo no previsto en esta convocatoria se sujetará a lo expresamente consignado en la ley de inspección de Contratos y Obras Públicas, su Reglamento y las Bases y Normas Generales para la Contratación y ejecución de Obras Públicas.

3. ANEXO 1 DE LA CONVOCATORIA

E S P E C I F I C A C I O N E S

PARA LA _____ (Descripción de la Obra)

- 1.- Las presentes ESPECIFICACIONES son las únicas aplicables al concurso a cuya CONVOCATORIA se anexa. No se aceptarán interpretaciones o modificaciones a las mismas que no hayan sido sometidas oportunamente y por escrito a consideración de la Subdirección de Operación y en su caso, se hubieren aprobado en la misma forma.
- 2.- La persona autorizada para atender consultas de los concursantes es el _____ cuya oficina se localiza en _____
Las consultas e informes obtenidos por teléfono carecerán de validez para fines de concurso.
- 3.- Estas especificaciones están integradas por la siguiente documentación, la cual formará parte inseparable del contrato que en su oportunidad la (Cía. Eléctrica) celebrará con el concursante ganador.
 - 3.1 Especificaciones de obra Civil para Distribución Subterránea en Areas Comerciales.
 - 3.2 Carta Compromiso.
 - 3.3 Catálogo de conceptos, cantidades de obra y precios Unitarios.

A T E N T A M E N T E

COMPAÑIA ELECTRICA

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1.4	Excavación	m3			
1.5	Acarreo del material pro ducto de las excavaciones y demoliciones fuera de la obra.	m3			
1.6	Colocación de ductos, incluyendo separadores.	m			
1.7	Suministro de material adecuado para relleno.	m3.			
1.8	Relleno, compactado y nivelado.	m3			
1.9	Reposición de banquetas de:				
	a) Concreto	m2			
	b) Mozaico	m2			
	c) Laja	m2			
	d) Mármol	m2			
	e) Cantera	m2			

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
-----	----------	--------	----------	-----------------	-------

VARIOS

- | | | | | | |
|-----|--|----|--|--|--|
| 2.1 | Demolición de <u>mu</u>
ros o elementos
de tabique. | m3 | | | |
| 2.2 | Demolición de <u>lo</u>
sas o elementos
de concreto. | m3 | | | |
| 2.3 | Demolición de
cimientos de
mampostería de
piedra. | m3 | | | |
| 2.4 | Demolición y <u>re</u>
posición de tu-
bos de albañal
de concreto de
10 a 30 cm. ø | m | | | |
| 2.5 | Reposición o <u>mo</u>
dificación de
tomas de agua
domiciliarias de
hasta 150 m long. Pza. | | | | |

SUMA TOTAL (con número y letra)

Cotización presentada por (Razón Social y firma)

LUGAR Y FECHA.

5. CARTA COMPROMISO

C. DIRECTOR GENERAL DE LA
 COMPAÑIA DE ELECTRICIDAD
 DOMICILIO
 LUGAR:

El suscrito _____

A) Por mi propio derecho b) Como representante legal

de _____

PROPONE: Ejecutar con Contrato, de acuerdo con los planos de proyecto aprobados, las especificaciones, normas y requisitos establecidos en la Convocatoria de la Compañía de Electricidad y a los precios unitarios que se proponen en el catálogo anexo, la construcción de la obra denominada _____

_____, la cual asciende a la cantidad de _____

Con un tiempo de ejecución de _____ días calendario.

El suscrito declara haber estudiado los planos, especificaciones y demás anexos de la Convocatoria, haber recorrido el lugar de la obra, y acepta estar conforme en cumplir todas las obligaciones que se deriven de dicha convocatoria.

Esta proposición es válida hasta 120 días después de la fecha del Concurso.

Asimismo acompaña a la presente proposición, la totalidad de los anexos que se solicitan en las BASES DE LA CONVOCATORIA.

A T E N T A M E N T E

(SOCIEDAD O PERSONA FISICA)
 FIRMA DEL POSTOR O SU REPRESENTANTE
 DIRECCION _____
 FECHA _____

6. ESPECIFICACIONES DE OBRA CIVIL PARA DISTRIBUCION SUBTERRANEA
EN ZONAS COMERCIALES.

G E N E R A L I D A D E S .

- 1.- PERMISOS Y AVISOS DE AUTORIZACION E INICIACION DE OBRAS.
- 2.- TURNOS DE TRABAJO.
- 3.- BITACORA DE LA OBRA.
- 4.- ACARREOS Y MATERIALES.
- 5.- VOLUMENES DE TRABAJO.
- 6.- ESTRUCTURAS DE CONCRETO.
- 7.- PRUEBAS DE LABORATORIO.
- 8.- DAÑOS AFECTACIONES E INDEMNIZACIONES.
- 9.- ILUMINACION DE OBRA EXTERIOR.
- 10.- OBRAS DE SEÑALIZACION Y PROTECCION.
- 11.- LIMPIEZA GENERAL DE LA OBRA.
- 12.- RESIDENCIA DE OBRA Y ALMACEN DEL CONTRATISTA.
- 13.- PLANOS Y MEMORIA FOTOGRAFICA.
- 14.- MULTAS E INFRACCIONES.
- 15.- INSPECCION FINAL Y RECEPCION DE OBRA.
- 16.- LIQUIDACION DE MATERIALES.

ESPECIFICACIONES DE OBRA CIVIL PARA DISTRIBUCION SUBTERRANEA EN ZONAS COMERCIALES.

GENERALIDADE.:

1.- PERMISOS Y AVISOS DE AUTORIZACION E INICIACION DE OBRAS.

Antes de iniciar los trabajos, el contratista de la obra deberá tramitar y obtener los permisos de construcción respectivos ante Obras Públicas del Ayuntamiento, Estado, Secretaría de Salubridad y Asistencia, o ante las autoridades competentes. Debiendo entregar a la empresa contratante copia de dichos permisos. Asimismo deberá de poner en conocimiento a las autoridades de tránsito de los trabajos parciales, para que esta se sirva tomar las medidas de seguridad y auxilio necesarias.

La empresa contratante dará aviso y hará las gestiones necesarias ante las Autoridades Estatales, Municipales, Secretaría de S. y A. Junta de Mejoras Materiales, Cámara de Comercio Local, Teléfonos de México, Depto. de Policía y Tránsito y cualquier otra institución que sea necesaria, con el objeto de enterarlos previamente del carácter y programa de los trabajos y dar a conocer al contratista que los hará, para que se sirvan darle las facilidades necesarias y establecer los conductos adecuados que permitan efectuar los trabajos de afectación, modificaciones, demoliciones, reposiciones etc.

Los costos de licencias y servicios, así como de supervisores de estas dependencias, serán cubiertas por el contratista de la obra.

2.- TURNOS DE TRABAJO.

La empresa contratante le fijará al contratista, en la convocatoria del concurso, los turnos de trabajo para que este los considere en la determinación de los precios unitarios y para que su programa de obra se ajuste a dichos turnos.

3.- BITÁCORA DE LA OBRA

La bitácora de la obra será un libro foliado, el cual permanecerá en el lugar que se fije como residencia de obra del contratista.

En esta bitácora deberán anotarse:

- a). Registro diario de actividades por frentes, calles etc.
- b). Toda clase de autorizaciones que requiera el contratista y que se mencionan en las especificaciones, fuera de ellas y en los casos que sea necesario.
- c). Toda clase de trabajos extraordinarios que no estén incluidos en el catálogo de conceptos, para que quede como constancia de los mismos. La descripción de estos podrá acompañarse de los croquis, medidas, trazos por cambio en proyecto, materiales y todo lo que pueda servir como referencia.
- d). Al final del registro diario de actividades, autorizaciones, instrucciones, modificaciones y trabajos extraordinarios deberán aparecer las firmas de los residentes de la empresa contratante y de la contratista.

Por ningún motivo deberá desprenderse alguna hoja de la bitácora, la que en todo caso podrá tener hojas canceladas.
- e). Se anotará en la bitácora, a reserva de las medidas co-

rectivas que la empresa contratante determine, los incumplimientos de las especificaciones, atrasos en programas de trabajo, modificaciones o demoliciones de trabajos mal efectuados, carencia de medidas de seguridad, señalamiento y protecciones, incumplimiento de turnos de trabajo, daños a terceros, atrasos de trabajo por carencia de materiales suministrados por el contratista o mala calidad de estos.

f). La bitácora no será instrumento para asentar o acordar cualquier costo, precio unitario o erogación económica de los trabajos los que deberán ser tramitados y autorizados por el organismo indicado por la empresa contratante.

g). Será responsabilidad del contratista el buen estado y la permanencia de la bitácora en el lugar fijado. El contratista deberá entregar la bitácora a la empresa contratante en el momento de la entrega de la obra, debiendo que dar asentado este hecho en el acta de recepción de la obra. En caso de extravío de la bitácora se procederá a levantar un acta notarial y será responsabilidad del contratista todas las consecuencias que de ello se derivan sin lugar a reclamación a la empresa contratante.

4.- ACARREOS.

Todos los materiales serán proporcionados por el contratista exceptuando los ductos de asbesto-cemento, coples, boquillas y varillas de tierra, los cuales le serán entregados al contratista en el almacén y dirección que se indica en la conv

catória. Las maniobras de carga, transportación, descarga, a carreos y almacenaje serán por cuenta y riesgo del contratista. Una vez salidos del Almacén los materiales entregados al contratista, quedan bajo su responsabilidad, por lo que en ca so de pérdida o ruptura, la reposición del mismo será por cu enta de la contratista. El acarreo de estos materiales se ha rá en transportes adecuados y observando las normas de los fabricantes para su manejo y estiba.

5.- VOLUMENES DE TRABAJO.

Todos los volúmenes de trabajo serán estimados de acuerdo al procedimiento que marcan las especificaciones respectivas. Por ningún motivo se cuantificarán volúmenes por trabajos fu era de las dimensiones indicadas en los planos o por mermas y desperdicios que no hayan sido considerados por el contratista en sus precios unitarios.

6.- ESTRUCTURAS DE CONCRETO.

Además de las indicaciones contenidas en los planos deberán observarse las siguientes:

- a) Cemento. Salvo que se especifique otro cemento en particu lar para todos los concretos deberá usarse el cemento por tland normal, especificación DGN-C2-1953 de la DGN de la Secretaría de Comercio. El cemento deberá estar protegido de la humedad y lluvia antes de su uso.
- b) Arena. Podrá ser de procedimiento natural, triturada o una mezcla de ambas. En cualquier caso deberá estar libre de polvo, arcilla y de materias vegetales u orgánicas.

- c) Agregado grueso (grava).- Podrá ser de procedencia natural de roca sana triturada o una mezcla de ambas, en cualquier caso deberá estar libre de polvo, arcilla y de materiales vegetales u orgánicos. El agregado grueso no deberá exceder un tamaño mayor de 19.1 mm (3/4").
- d) Agua. Deberá ser limpia y libre de cantidades objetables de materias orgánicas, tierra, aceites, ácidos, alcalis, sales y con una temperatura entre 10 y 21 grados centígrados.
- e) Acero de Refuerzo. Los diámetros y resistencias del acero de refuerzo serán indicados en los planos. Deberá estar libre de grasa, arcilla o de cualquier material que ocasione una reducción de la adherencia con el concreto. Se tendrá un especial cuidado con respecto a los ganchos, longitud y colocación de traslapes, separación y sus amarres.
- f) Vibrado y curado. Todo el concreto empleado en la obra deberá ser vibrado adecuadamente para lograr un concreto compacto y libre de oquedades. Una vez terminado el colado del concreto deberá de ser curado a base de membranas impermeables que impidan la pérdida del agua del mismo. Estas deberán aplicarse de acuerdo a las normas del fabricante. Cualquier aditivo que sea necesario en el concreto tales como: impermeabilizantes, acelerantes, fluidificantes, etc., deberán ser aplicados conforme a las dosificaciones y normas del fabricante. Para estos casos deberá contarse con la autorización del residente de la empresa contratante.

Las superficies terminadas deberán ser protegidas contra el tránsito de personas y vehículos hasta que estos tengan la resistencia adecuada. Las superficies terminadas en arroyos de calles se protegerán con placas de fierro por un período de 48 horas. En muros de pozos de visita y bóvedas se permitirá el descimbre a las 24 horas del colado y en lozas y trabes el descimbrado se hará después de 7 días, si se usa concreto de fraguado normal y 3 días si se usa concreto de fraguado rápido.

- g) Laboratorio. El contratista deberá tener el siguiente equipo, necesario para efectuar el muestreo de concreto: 30 cilindros de 15.2 cms. (6") de diámetro por 30.5 cms. (12") de alto, cono y varilla para pruebas de revenimiento. Las muestras de concreto deberán ser probadas por un laboratorio oficial o el que designe la empresa contratante. El laboratorio entregará a la brevedad posible y por escrito los resultados de éstas pruebas y conforme a las mismas se aceptará, penalizará o rechazará cualquier concreto.

Por cada 5 m³ colados, se obtendrán dos pruebas de revenimiento y 4 cilindros para ser probados a los 7, 14 y 28 días del colado. Los costos del laboratorio serán cubiertos por el contratista.

- h) Penalizaciones.- Se aplicará una penalización económica al contratista por concepto de concretos utilizados en la obra y que de acuerdo con los reportes de laboratorio, resulten con resistencias entre 90% y 100% de los indicados

en los planos o especificaciones.

- 1) Demolición.- Serán demolidas y repuestas por cuenta del contratista, cualquier estructura de concreto, incluyendo concreto para ahogado de bancos de ductos, reposiciones de banquetas, pavimentos, etc., cuya resistencia resultara menor al 90% de la especificada.

Todas las consecuencias, costos, retrasos de obra, pérdida o daño a materiales proporcionados por la contratante, reclamaciones, daños a terceros, interferencia a la vía pública, etc., que resultarán de las demoliciones mencionadas, serán totalmente atribuibles y con cargo al contratista.

7.- PRUEBAS DE LABORATORIO.

La Empresa Eléctrica Contratante dará su aprobación por escrito al Contratista, del laboratorio que llevará a cabo el control de calidad de concretos, materiales de relleno, grados de compactación y todos aquellos que fuesen necesarios.

El residente de la Contratante solicitará al Contratista el tipo, número y lugares de toma de muestras que indican las especificaciones y los que se estimen convenientes asentando los en la bitácora.

El Contratista proporcionará una copia de los reportes y dictámenes de las pruebas efectuadas por el laboratorio, a la mayor brevedad posible y en una forma periódica.

Todos los gastos ocasionados por estas pruebas serán cubiertos en su totalidad por el Contratista.

8.- DAÑOS, AFECTACIONES E INDEMNIZACIONES.

El contratista deberá de tener especial cuidado de no dañar estructuras, construcciones, instalaciones, etc., propiedad de terceros, por lo que deberá tomar todas las precauciones y medidas necesarias, como apuntalamientos, troqueles, ademes, etc., los cuales serán por cuenta del contratista. Las reposiciones y arreglos en instalaciones ajenas a la empresa que contrata, debidas a daños provocados durante las excavaciones, modificaciones, demoliciones necesarias, causas diversas etc. En instalaciones subterráneas existentes, tales como: Semáforos, alumbrado público, teléfonos y telégrafos, agua potable, drenaje y alcantarillado, gas microondas y cable visión, bajadas pluviales y otras, se ejecutarán conforme a las medidas y los materiales existentes y de acuerdo con las normas y especificaciones, que cada una de las empresas afectadas tenga al efecto y en el período de la obra.

La cuantificación de estos trabajos se hará considerando que todas las reposiciones o reparaciones necesarias, por daños ocasionados durante las excavaciones, serán por cuenta del contratista y que las modificaciones que por necesidad le sean ordenadas por el residente de la contratante y anotadas en la bitácora se pagarán de acuerdo con el análisis de precios unitarios presentado por el contratista y autorizados por la empresa contratante. Por antigüedad resultan fácilmente afectadas las tomas de agua domiciliarias. Por lo que el contratista deberá contar con los materiales y el personal especializado para su inmediata reparación. Donde sea neces

rio el desvío de drenajes se deberá marcar para su posterior reposición evitando en lo posible molestias a sus habitantes. Cualquier daño causado a terceros así como accidentes de peatones y vehículos, imputables a trabajos de la obra será responsabilidad del contratista, lo cual deberá efectuar todas las reparaciones, reposiciones e indemnizaciones a satisfacción de la empresa que contrata.

Se hará del conocimiento del Residente cualquiera de los daños mencionados, así como se dará aviso oportuno de cualquier movimiento que amerite el corta local de servicios públicos.

9.- ILUMINACION DE OBRA EXTERIOR.

En los tramos en que se estén efectuando los trabajos durante turnos nocturnos, estos deberán estar lo suficiente iluminados para permitir el buen desempeño de las labores de los trabajadores y de la correspondiente supervisión. Esta iluminación podrá ser a base de extensiones eléctricas tipo intempérie, cuidando que las conexiones estén perfectamente aisladas y con interruptores de navaja y fusibles debidamente instalados. Las extensiones no deberán estorbar el tránsito peatonal a sus labores. El nivel de iluminación general no debe ser menor de 100 luxes.

Para efecto de la conexión eléctrica de estas instalaciones provisionales, El contratista deberá tramitar ante CFE, el contrato correspondiente.

Estos trabajos serán por cuenta del contratista, por lo que deberá considerarlo como costo indirecto, en sus precios uni

tarios.

10.- OBRAS DE SEÑALIZACION Y PROTECCION.

Para las excavaciones de bancos de ductos, registros, pozos de visita y bóvedas se utilizarán las siguientes protecciones:

- a). Cercas de madera. Se colocarán cercas de madera cuando haya personal trabajando a lo largo de la cepa abierta, en los lados del tráfico de peatones o vehículos, en todo el perímetro de las excavaciones de registros, pozos de visita y bóvedas y en ambos lados de la excavación de las cepas hechas en cruces de calles.
- b). Tarimas de Madera. Se colocarán tarimas de madera para el cruce de personas sobre las cepas, a la entrada de casas, edificios, comercios, etc., y durante el tiempo en que no se efectúe trabajo alguno en las excavaciones las cuales deberán permanecer totalmente cubiertas.
- c). Planchas de Acero. Se colocarán planchas de acero para el cruce de vehículos sobre la cepa, en entrada de estacionamientos, cocheras y en los cruces de calle, excavaciones deberán permanecer totalmente cubiertas durante el día para permitir el tránsito normal de vehículos sobre las cepas.

En todos los trabajos nocturnos deberá colocarse a las distancias y lugares adecuados, señalizaciones luminosas, reflejante, eléctricas y de flama, en cantidades y tamaños que permitan ver claramente el peligro que la obra

representa para los peatones y los vehículos.

Todos estos requerimientos, trabajos y materiales para las obras de señalización y protección deberán ser efectuados por cuenta del contratista.

11.- LIMPIEZA GENERAL DE LA OBRA.

Durante todo el proceso de construcción de la obra, la zona de trabajo deberá permanecer constantemente en condiciones de limpieza tales que eviten al máximo las molestias a las personas, los vehículos, los comercios, etc., con objeto de evitar el polvo, será necesario barrer y regar el área de trabajo constantemente, al finalizar la jornada y cuando el residente lo indique.

Quando se trabaje en turnos nocturnos, una vez terminada la jornada de trabajo, se retirará de la vía pública todo el escombro sobrante de las excavaciones, así como herramientas y materiales de construcción.

Para la recepción de la obra será necesario que esta se encuentre totalmente limpia, incluyendo el interior de registros, pozos de visita y bóvedas.

Todos estos trabajos serán por cuenta del contratista, por lo que deberá considerarlo en sus costos indirectos, en el análisis de precios unitarios.

12.- RESIDENCIA DE OBRA Y ALMACEN DEL CONTRATISTA.

El contratista deberá de tener y hacer del conocimiento de la empresa que contrata la instalación adecuada destinada para su residencia de obra y almacén.

El contratista deberá designar a su Residente de obra, que

será preferentemente un Ingeniero Civil, o técnico con experiencia en este tipo de trabajos. La Empresa contratante se reserva la aceptación del lugar fijado por el contratista para su residencia de obra así como de la persona designada como su Residente.

El Residente de obra del contratista deberá conocer ampliamente el proyecto, las especificaciones y el lugar físico de la obra; deberá tener autorización para actuar en la obra a nombre y por cuenta del contratista. Su estancia en la obra será permanente durante las jornadas de trabajo.

13.- PLANOS Y MEMORIA FOTOGRAFICA.

La empresa cliente proporcionará al contratista los planos del proyecto en los que se muestra la localización de bancos de ductos, registros, pozos de visita y bóvedas. El contratista deberá actualizar estos planos conforme haya quedado la obra en definitivo y entregar un juego de originales de los mismos al cliente al término de los trabajos, los planos serán de 56cm. x 110 cm. y con escala de 1:500.

Además entregará originales de los planos de excavación en 1 igual tamaño de plano y con escalas horizontal 1:500 y vertical 1:50.

El contratista llevará memoria fotográfica de la obra, donde se muestran procesos constructivos, trabajos extraordinarios etc., que se entregará al cliente cuando este lo solicite.

14.- MULTAS E INFRACCIONES.

Las multas e infracciones que resultarán por incumplimiento

de los Reglamentos de Construcción establecidos por el Depro. de Obras Públicas, Municipio u otras dependencias, serán cubiertos en su totalidad por el Contratista.

15.- INSPECCION FINAL Y RECEPCION DE OBRA.

Una vez terminada la construcción de la obra, se llevará a cabo una inspección final por el Residente de la Empresa Cliente.

El Contratista está obligado a efectuar por su cuenta las reparaciones o correcciones necesarias que resultan hasta que el Residente de la Empresa cliente dé su visto bueno.

Al efectuarse la recepción de obra al Contratista, deberá cumplirse con los requisitos establecidos en el Reglamento de la Ley de Inspección de Contratos, de Obras Públicas en vigor.

16.- LIQUIDACION DE MATERIALES.

El contratista llevará un control de los materiales entregados por el cliente de tal forma que a solicitud del Residente esté en condiciones de presentarlo.

Al concluir la obra y en un lapso no mayor de 15 días a partir de la fecha de entrega, el Contratista está obligado a regresar por su cuenta los materiales sobrantes al almacén de la empresa cliente, así como a presentar su cuadro de liquidación de materiales como sigue;

- a). Material (Descripción y catálogo).
- b). Cantidad recibida.
- c). Cantidad instalada y su localización por medio de vales.
- d). Cantidad devuelta.

e). Cantidad faltante.

En caso de existir faltantes, éstos le serán descontados de la cantidad retenida como garantía correspondiente al 10% de las estimaciones.

7. AHOGADO EN CONCRETO DE BANCOS DE DUCTOS.

Para el ahogado de bancos de ductos, se utilizará un concreto de $f'c=150$ kg/cm² de fraguado normal de 12 a 14 cm. de revenimiento y con agregado pétreo no mayor de 19.1 mm (3/4).

El concreto deberá vibrarse de tal manera que se asegure el perfecto asentamiento y eliminación de huecos así como que el concreto no penetre en los ductos por sus terminales. Antes de depositar el concreto la cepa deberá estar limpia de basura, tierra, derrumbes etc., y debidamente humedecidos el piso y taludes de ésta.

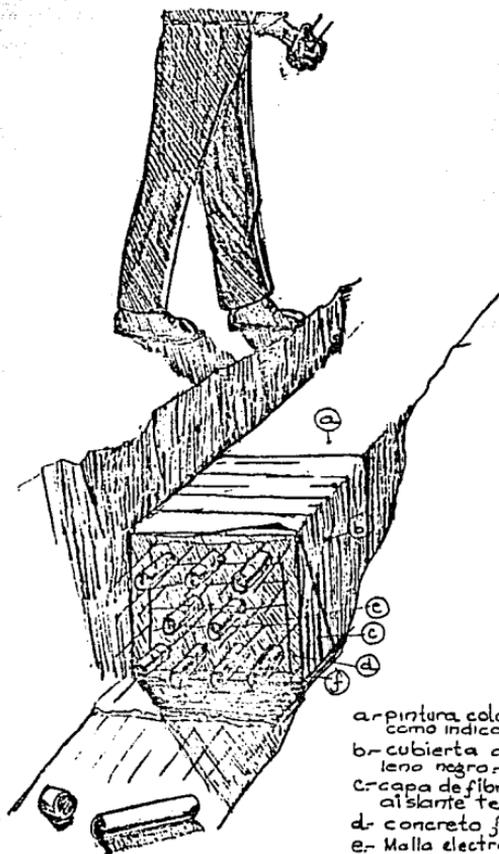
El colado deberá ser monolítico, preferentemente en tramos definidos de pozo a pozo. Una vez efectuado éste, la superficie exterior deberá de recubrirse con una membrana de curado para evitar la pérdida de humedad.

Por cada volúmen determinado de concreto colado, deberán obtenerse muestras probadas a diferentes periodos de colado determinados por la supervisión. Estas pruebas se efectuarán conforme a especificaciones del ACI⁺ y los resultados deberán entregarse por escrito periodicamente en la residencia de la obra con la supervisión.

Las pruebas serán efectuadas en cualquier laboratorio de alguna dependencia oficial, Universidad o Laboratorio autorizado por la empresa contratante.

Para cuantificar estos trabajos se tomará el volúmen en metros cúbicos resultante de las medidas indicadas en los planos descontando el volúmen de los ductos.

+ American Concrete Institute.



- a- pintura color rojo
como indicador
b- cubierta de polietileno negro
c- capa de fibra como
aislante termico
d- concreto $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$
e- Malla electrosoldada
f- tubería PVC

AHOGADO EN CONCRETO DE BANCOS DE DUCTOS

8. POZO DE VISITA PARA EQUIPO DESCONECTADOR CONSTRUIDO EN EL SITIO DE LA OBRA.

En los lugares que se marcan en los planos y con la autorización de la empresa contratante, se construirán los pozos de visita para equipo desconectador, con tapa de lámina de acero de acuerdo a la especificación DCS-4-03.*

Las especificaciones de construcción son las mismas que para el pozo de visita precolado o construido en sitio.

Para cuantificar estos trabajos se tomará la unidad construida y terminada.

*DCS.- Distribución Comercial Subterránea.

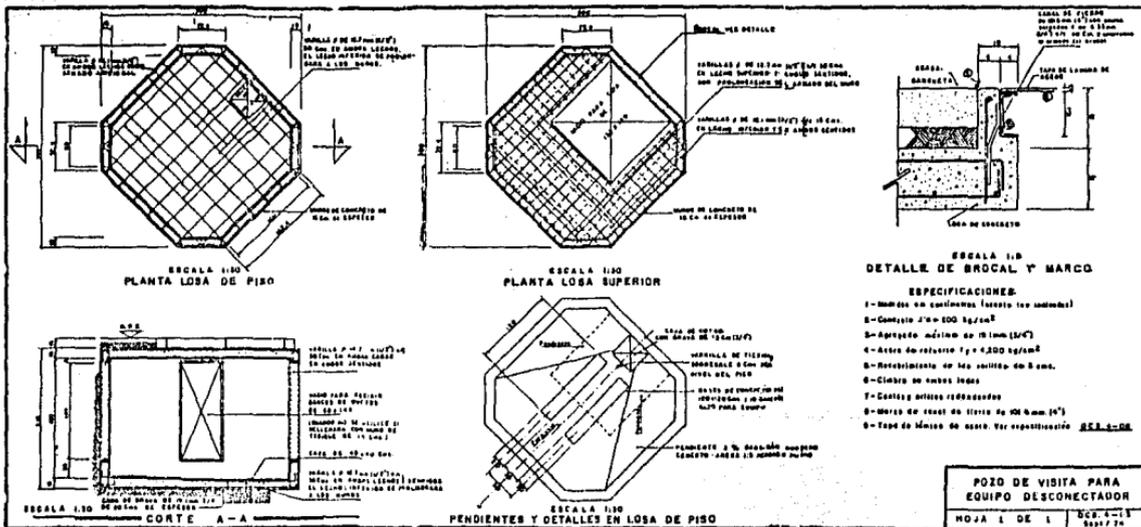
9. POZO DE VISITA PRECOLADO O CONSTRUIDO EN SITIO.

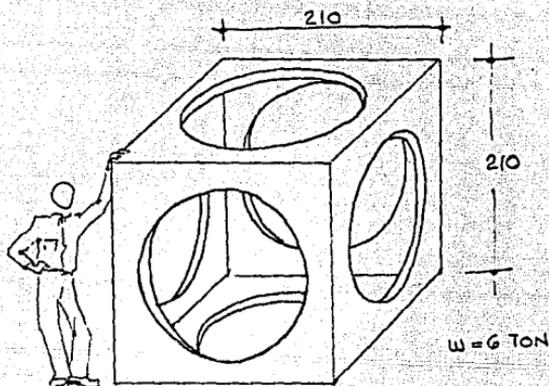
En los lugares que se marcan en los planos y con la autorización de la empresa contratante y se colocarán o construirán los pozos de visita de concreto (precolados o en sitio) con tapa de fierro fundido, en arroyo o banqueta construidos de acuerdo a la especificación DCS-4-02. El contratista hará el suministro del pozo de visita, transporte, colocación, nivelación y conexión de ductos de asbesto-cemento, incluyendo el suministro y colocación de la tapa y contratapa de fierro fundido.

Antes de proceder a la maniobra de bajar el pozo de visita, el piso de la excavación deberá estar perfectamente compacto (95% mínimo), nivelado y se colará en él una plantilla de concreto pobre con espesor de 5cm. La maniobra deberá hacerse con grúa o equipo mecánico adecuado. Una vez asentado el pozo, se procederá a recibirlo en su perímetro exterior con un relleno compacto con pizón y en capas de 15 cm de espesor, con un grado de humedad adecuado.

Para la colocación de la tapa y contratapa de fierro fundido se construirá un brocal de tabique de 28 cm de espesor asentado con mortero cemento-arena 1-3 y con un aplanado con mortero en su parte interior. La tapa de fierro fundido quedará al nivel del piso existente.

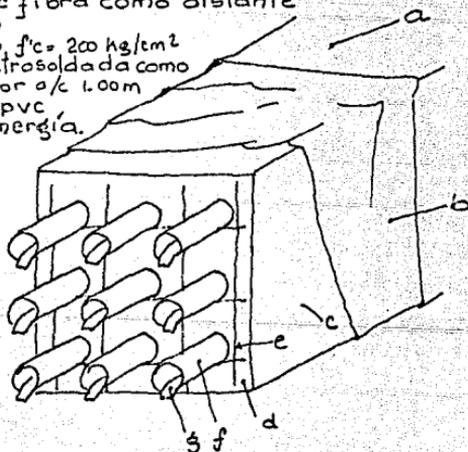
Para cuantificar estos trabajos se tomará la unidad suministrada y colocada en el lugar definitivo, o la unidad construida y terminada si es construida en el sitio.





POZO DE VISITA PRECOLADO

- a pintura de color rojo como indicador
- b cubierta de polietileno negro
- c capa de fibra como aislante termico
- d concreto, $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$
- e Malla electrosoldada como separador o/c 1.00m
- 4 Tuberia pvc
- 5 cables energía.



BANCO DE DUCTOS

C A P I T U L O I V**INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION EN REFINERIAS
DE PETROLEO Y PLANTAS PETROQUIMICAS.**

- 1.- OBJETIVO.
- 2.- GENERALIDADES.
- 3.- INSTALACION.
- 4.- TIPOS DE FALLAS.
- 5.- SELECCION.
- 6.- RECOMENDACIONES.

1. OBJETIVO.

Debido al auge generalizado de la explotación petrolera en la zona del golfo de México, se ha tenido que contar con tecnología adecuada para la protección de instalaciones eléctricas de alta y baja tensión tanto en plantas de explotación de petróleo como en refinerías.

En este tema el objetivo principal es; considerar algunos factores de riesgo y economía para proponer el tipo de instalación.

En las figuras siguientes se muestra un banco de ductos prefabricado y la instalación de cables de alta tensión con la protección adecuada instalada en la zona petrolera de Nuevo Pemex, Tabasco.

2. GENERALIDADES.

Los cables de alta tensión (5 a 35 kv) que forman parte de un sistema industrial de distribución de energía eléctrica, presentan un alto índice de confiabilidad en comparación con otros equipos de sofisticado diseño y construcción más delicada; sin embargo las fallas en cables subterráneos e instalados en plantas industriales, se presentan con una frecuencia que tiende a demostrar esta aseveración.

3. INSTALACION.

Los métodos más recomendables para instalar y conectar cables de alta tensión no se pueden aplicar si se carece de personal especializado.

Las ventajas de los ductos han convencido a los diseñadores a seguir usando este sistema para instalar cables subterráneos en re

finerías de petróleo y Plantas Petroquímicas.

Durante la introducción de los cables en ductos, es importante a segurarse que en los cambios de dirección, los cables deslicen sobre curvas suaves, apoyándose en poleas o guías.

Hay que recordar que cada tipo de cables tiene una tensión de ja lado que no debe ser rebasada, por lo que hay que tomar en cuenta factores como el peso del cable, longitud, número y tipo de curvas que haya en la instalación, el uso de lubricantes y sobre todas las cosas el tipo de malacate o dispositivo de tracción que se usará en la instalación.

4. TIPO DE FALLAS.

Se pueden considerar como principales causas de fallas en cables de energía las siguientes:

- 1.- Daño mecánico.
- 2.- Obra de mano defectuosa en terminales y empalmes.
- 3.- Temperaturas de operación excesivas (incorrecta selección del calibre).
- 4.- Ozono, presente en las instalaciones debido a sobrevoltajes.
- 5.- Daño por animales.
- 6.- Medio químico (corrosivo).

En algunos casos la falla de un cable subterráneo, resulta de la entrada de humedad en el aislamiento, Esto puede ser causado por corrosión electrofítica de las cubiertas metálicas, daño por con tratistas al abrir la zanja, cruzando la ruta del cable con entrada de humedad a través de los empalmes cuando estos no han si do bien sellados. cubiertas agrietadas por contracción térmica, etc.

Las fallas pueden también resultar de sobrevoltajes producidos por descargas atmosféricas. Ocasionalmente las fallas ocurren por temperaturas excesivas donde los puntos calientes son el resultado de la alta resistividad térmica del terreno donde se tienen muchos circuitos instalados o en circuitos donde se tiene demasiada reserva de cables en pozos formando bobinas.

5. SELECCION.

Las condiciones particulares de las instalaciones eléctricas en refinerías de petróleo y plantas petroquímicas imponen serias restricciones al uso de cables de diseño simplificado, principalmente por la presencia de substancias químicas en el subsuelo.

Las probables soluciones a este problema son: instalar los cables en soportes abiertos sobre el nivel del piso, o bien pensar en un diseño especial de los cables subterráneos para que soporten adecuadamente las condiciones arriba mencionadas.

La primera solución (uso de soportes abiertos) involucra a su vez dos problemas interesantes: el primero en lo que se refiere a la corrosión de las estructuras de soporte, sobre todo en áreas costeras como Madero, Minatitlán y Pajaritos, y el segundo en lo que se refiere al mejor aprovechamiento de los cables desde el punto de vista de la capacidad de conducción de corriente, ya que los cables expuestos al sol deben ser compensados en su sección conductora, a fin de mantener el equilibrio térmico necesario para su correcta operación.

La segunda solución (uso de cables subterráneos en ductos o directamente enterrados), plantea el problema de la protección contra agentes químicos, presentes en el subsuelo de la mayoría de

instalaciones de este tipo. En este caso el problema térmico es de menor importancia porque la disipación del calor (generado en conductores principalmente) se facilita, permitiendo el uso de conductores de menor sección, que en el caso de cables expuestos al sol.

Uno de los factores más importantes en el diseño de un sistema de cables subterráneos es el estudio de la resistividad térmica del terreno.

Por conclusión, el sistema más usual es el de ductos, pues las condiciones de seguridad implican un menor costo que no se compara con el de soportes ni el aumento de sección presente en los cables debido a su resistividad térmica, por ser cables superficiales.

A continuación mencionamos algunas generalidades del sistema por las que se llegó a ésta conclusión:

- a.- En el sistema de ductos, la sección conductora es menor pues se reduce el efecto de la resistividad térmica.
- b.- En caso de una falla es más rápida su localización.
- c.- En el cruce con otro tipo de instalaciones, la seguridad se garantiza pues es muy remota la probabilidad de ruptura por razones obvias.
- d.- A la salida de plantas generadoras o subestaciones principales se evita el efecto de bobina con separadores especiales.
- e.- No se tiene contacto directo con el terreno por lo que el daño por corrosión presente en el subsuelo por substancias químicas al cable no existe.
- f.- Acerca de la entrada de humedad o gases a través de los re-

gistros cabe mencionar que las cubiertas protectoras de los cables son diseñadas para resistir la corrosión de estos elementos por lo que el riesgo, aunque existe es muy remoto.

6. RECOMENDACIONES.

El alto índice de confiabilidad requerido en la red de cables de alta tensión en refinerías de petróleo y plantas petroquímicas, exige un diseño eléctrico adecuado, asimismo una muy cuidadosa selección de los sistemas antes mencionados.

C A P I T U L O V**CABLES PARA BALIZAMIENTO DE PISTAS DE AEROPUERTOS**

- 1.- GENERALIDADES.**
- 2.- TIPOS DE CABLES USADOS EN ESTA APLICACION.**
- 3.- FALLAS COMUNES EN CABLES PARA ALUMBRADO DE PISTAS DE AEROPUERTOS.**
- 4.- ARQUEO SUPERFICIAL.**

1. GENERALIDADES.

Una de las aplicaciones más importantes en el campo de los conductores eléctricos aislados es sin duda, la que se refiere a los cables para los sistemas de ayudas visuales en aeropuertos.

El gran atractivo turístico de nuestro país, aunado al fuerte desarrollo que en todos los renglones, hemos experimentado en los últimos tiempos ha incrementado notablemente la transportación aérea.

Como una consecuencia de lo anterior, los aeropuertos mexicanos han tenido que mantenerse al ritmo de éste progreso combinando nuevos materiales y técnicas de instalación para asegurar máxima confiabilidad a un costo conveniente. Es por ésta razón que con éste estudio se pretende colaborar con los ingenieros proyectistas de sistemas de alumbrado serie para pistas de aeropuertos, ofreciendo una solución al ya conocido problema típico de los cables usados en México en aeropistas.

2. TIPOS DE CABLES USADOS EN ESTA APLICACION.

Debemos recordar que por razones económicas principales, éstos cables se instalan directamente enterrados (excepto en los casos donde se presume la existencia de microorganismos, insectos, roedores o sustancias químicas que pudieran dañar a los cables. En estos casos se recomienda instalar los cables dentro de ductos no magnéticos sellados herméticamente. (ver tipo 1)

BREVE RESEÑA HISTORICA DE LAS INVESTIGACIONES QUE SE HAN REALIZADO SOBRE ESTE PROBLEMA.

1966.- Después de los estudios realizados se culminó con la recomendación del cable con aislamiento de polietileno termoplástico

y cubierta de PVC, sin pantalla metálica (ver tipo 2).

Sin embargo la selección del cable en esa época se orientó hacia el tipo 1 FAA (Cable de cobre estañado con aislamiento de butilo y cubierta de neopreno para 5 KV), FAA (Federal Aviation Administration).

1969-1970.- A raíz de la aparición del problema de Arqueo Superficial en los cables en un gran número de aeropuertos mexicanos se inició una cuidadosa investigación de diversos tipos de cables usados en varios países. En ese entonces un nuevo material descubierto en los Estados Unidos y apoyados por normas de revelancia internacional, dió origen a un nuevo tipo de cable bautizado con el nombre de "UNIPASS" (ver tipo 3), cuya sencilla construcción y excelentes propiedades de su aislamiento (cuando menos en la etapa de experimentación en laboratorio) se indujo a adquirir una buena cantidad de compuesto para efectuar pruebas. Esta construcción fué discutida ampliamente por los ejecutivos de conocida empresa de conductores, sin embargo la tardanza en recibir el material de importación permitió investigar más profundamente el comportamiento de estos cables en los Estados Unidos al cual fué totalmente insatisfactorio ya que dió lugar a un gran número de fallas similares a las de los cables de diseño tradicional.

1971.- Los resultados anteriores y las conclusiones con IPCEA (Insulated Power Cable Engineering Asociation) y con la FAA (Federal Aviation Administration) obligaron a ratificar la recomendación de 1970 y proporcionar una nueva solución a base de un cable con pantalla metálica (ver tipo 4) formado por hilos de cobre

estañados dispuestos helicoidalmente sobre una cubierta semiconductora.

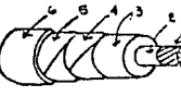
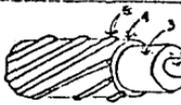
1972-1973.- Actualmente se sigue usando cable sin pantalla metálica en los sistemas de balizamiento en los aeropuertos mexicanos sin embargo la instalación correcta de estos cables (con un cable desnudo colocado paralelamente al cable aislado) requiere de personal sumamente especializado con una supervisión muy minuciosa lo cual es difícil de lograr. Las investigaciones en ese campo indican que una solución viable al problema de arqueo superficial requiera de cable con pantalla metálica, en combinación con una adecuada selección de los reguladores de corriente constante y de los accesorios de protección correspondiente; además de los necesarios cuidados durante la instalación del cable y elaboración de las diversas conexiones involucradas.

3. FALLAS COMUNES EN CABLES PARA ALUMBRADO DE PISTAS DE AEROPUERTOS

<u>Tipo de falla</u>	<u>incidencia</u>
Mala instalación del cable y empalmes defectuosos.	50%
Daño mecánico al cable durante o después de la instalación	30%
Descargas atmosféricas	10%
Humedad	8%
Otras	2%

Como se observa, el 80% de las causas de falla es imputable a mé todos de instalación poco apropiados, a mano de obra de baja calidad.

**CABLES PARA BALIZAMIENTO DE PISTAS
DE AEROPUERTOS**

TIPO	DISEÑO	DESCRIPCIÓN	AVAL	INSTALACION
1		1- CABLE DE COBRE ESTÁNDAR. 2- SEMICONDUCTOR 3- BULLO o EPE 4- NEOPRENO	FAA (USA) ITALIA IPCEA (USA)	DIRECTAMENTE ENTERRADO O EN DUCTO US MANUS- TICA CUANDO HAYA PELUS- RES, INSECTOS O SUBS- TANCIAS QUIMICAS.
2		1- CABLE DE COBRE 2- PANTALLA SEMICONDUCTORA 3- XLP 4- PVC	FAA (USA) IPCEA (USA) USAF	IGUAL AL TIPO 1
3	 UUIPASS	1- CABLE DE COBRE 2- SEMICONDUCTORA 3- SINTETICA 4- S- SEMICONDUCTORA 6- PANTALLA DE HILOS DE COBRE 7- PVC	ALEMANIA	DIRECTAMENTE ENTERRADOS
4		1- CABLE DE COBRE 2- SEMICONDUCTORA 3- EPE 4- SEMICONDUCTORA 5- PANTALLA DE HILOS DE COBRE 6- NEOPRENO	FAA (USA)	IGUAL AL TIPO 1
5		1- CABLE DE COBRE 2- SEMICONDUCTORA 3- POLIETILENO VORTEL o XLP 4- CUBIERTA SEMICONDUCTORA 5- HILOS DE COBRE ESTÁNDAR.	IPCEA (USA)	IGUAL AL TIPO 1

- (1) EPR HULE ETILENO PROPYLENO
(2) XLP PROPYLENO DE CADEAS CRUZADA
(3) PVC POLICLORURO DE VINILO

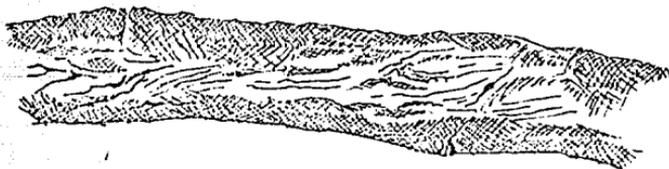
La solución es obvia y solamente mencionaremos que es recomendable probar los empalmes con equipo portátil de resistencia de aislamiento y alta tensión.

4. ARQUEO SUPERFICIAL

En la mayoría de los casos las fallas debidas a:

- a).- Descargas atmosféricas (rayos).
- b).- Sobrevoltajes.
- c).- Descargas superficiales....

resultan de una pequeña falla inicial (carbonización) en la cubierta, que después pasa al aislamiento llegando finalmente al conductor. Esta carbonización se extiende a lo largo del cable resultando afectadas longitudes del orden de 30 a 40 mts., éste fenómeno de arqueo superficial se conoce en inglés como "Tracking".



Cable con aislamiento de butilo y cubierta de neopreno dañado por arqueo superficial. Esta muestra fue retirada del aeropuerto de Guadajajara después de estar en operación aproximadamente tres años.

C A P I T U L O V I**CONSTRUCCION DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS.****1.- GENERALIDADES.****2.- OBJETIVO.****3.- POSTES.****4.- TORRES.****5.- ESFUERZOS APLICADOS A LOS APOYOS DE LAS TORRES.****6.- PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS.**

1. GENERALIDADES.

Es indiscutible que a pesar de la aceptación que están teniendo las instalaciones subterráneas, las instalaciones aéreas siguen dominando principalmente en el campo debido a su versatilidad para colocar diversas líneas tanto en la montaña como en el valle. Las poblaciones en desarrollo cuando se requiere su electrificación estas se unen por medio de instalaciones aéreas con torres y postes.

2. OBJETIVO.

El principal objetivo es la comunicación de los pueblos a través de la electrificación y esto hace posible contar con una infinidad de recursos para su desarrollo que serían imposibles con la carencia de ésta.

A continuación se establecen las normas y especificaciones de estos elementos estructurales para llevar a cabo la construcción de estas líneas con resultados positivos.

3. POSTES.

El empleo de apoyos elevados para una línea de transmisión con conductores desnudos, o apenas cubiertos es de necesidad evidente.

La altura de los apoyos debe ser la suma de la distancia mínima al suelo de los conductores, y la flecha máxima de éstos al quedar suspendidos. La distancia mínima depende de la tensión nominal y de la clase de tránsito que haya debajo o cerca de la línea. Aún en terreno propio o alquilado, lo que pertenece al derecho de vía debe tomarse en cuenta el peso de carros cargados, máquinas agrícolas y de caminos, jinetes etc. y dejar un margen amplio para evitar un arco pues a pesar de que el terreno sea exclusivo para la transmisión no siempre se puede evitar el tránsito mencionado.

Para líneas de 15 a 50 kv, el ROIE fija un mínimo de 9 m. sobre vías férreas, 7 m. sobre carreteras calles y caminos vecinales, y 5 sobre espacios no transitados por vehículos; aumentando a 1.25 cm. por cada kv en exceso sobre 50 para líneas de mayor tensión.

La flecha depende del claro entre apoyos, peso y temperatura del conductor etc. de manera que, a medida que se aumenta la distancia interpostal, los apoyos deben ser más altos aunque menos numerosos.

Tres clases de material se emplean para apoyos: Madera, Concreto y Acero.

Los apoyos de madera son troncos de árbol (cedro, ciprés, castaño pinus, diversos etc.) descortezados, desfleados y tratados quím-

micamente para quitarles los focos de hongos, esporas, bacterias y gérmenes de toda especie que existen en la corteza; la savia que se fermenta y corrompe e inyectarles sustancias que previenen el desarrollo de larvas y la putrefacción de la madera.

La sustancia más empleada es la Creosota de Hulla, y la impregnación puede hacerse en grandes tanques cerrados a presión o por sumersión de la base del poste en creosota caliente, aunque éste último método es inferior al otro. Un poste bien impregnado a presión tiene una duración tan larga, que compensa el aumento del costo de la impregnación.

Los postes de madera son de forma regularmente cónica y la conicidad determina un aumento gradual en la resistencia a la flexión. Se ha determinado que la sección más fatigada del poste es aquella que tiene un diámetro 50% mayor que el lugar donde está aplicada la fuerza que produce flexión. En consecuencia la carga de ruptura puede ser calculada tomando como base el diámetro del poste en la cruceta, determinando la distancia a la sección más fatigada por medio de la conicidad, y empleando como momento flexor el producto de la fuerza aplicada por esa distancia, sin que intervenga para nada la longitud del poste. Por ejemplo, un poste de castaño de 15 cm. de diámetro en la cruceta y de 22.5 cm a 3.4 mts. más abajo, con ruptura a 350 kg/cm², tiene un momento flexor máximo de $350 \times 3.4 \times (22.5)^3 / 32 = 390\ 000$ kg-cm al que corresponde una fuerza límite de $390\ 000 / 340 = 1150$ kg. Si este poste sobresale del suelo 3.4 m ó menos se romperá al ras del suelo, pero si tiene 5 m. fuera se romperá a una altura de $5 - 3.4 = 1.6$ metros.

Por razones obvias, la fatiga normal debe ser inferior a la de ruptura un cierto número de veces; Este número es el coeficiente de seguridad fijado por los reglamentos; pero por otros motivos no conviene que sea inferior a 2.5 que es la relación de resistencia de un poste nuevo a la de otro igual en clase y dimensiones, pero que ha trabajado 20 ó 25 años.

La madera tiene 3 propiedades características: Ligereza, Flexibilidad y aislamiento. Cuando la bajada del cable de guarda a tierra se hace del lado opuesto a la cruceta y algo alejada del poste en ese sitio, el aislamiento de la madera se suma al de los aisladores, y se obtiene sin costo adicional, un incremento considerable en la tensión de flameo con impulso de la línea. También es posible que la transmisión continúe a pesar de la falla de un aislador, o de la caída del conductor sobre cruceta, más aún si esta es de madera. En consecuencia los postes de madera provistos de uno o dos cables de guarda conectados a tierra en cada apoyo, se acercan al ideal de seguridad contra rayos directos y esto explica en parte el éxito de las líneas de 115 Kv con postes de madera.

Los postes de concreto pueden ser macizos o hueco, redondo, octogonales o cuadrados; construidos en taller central y transportados en camiones a lo largo de la línea, construidos en el lugar mismo donde quedarán colocados. En éste último caso pueden ser colados en posición horizontal y después levantados con grúa, o directamente en el agujero y en posición vertical. El método preferido depende del tamaño del poste y de las facilidades para el transporte de los ingredientes y productos en la región, así co-

mo de muchos otros factores.

Debido al enorme peso y relativa fragilidad del concreto, se considera que los postes pequeños deben ser hechos en un taller central; pero los grandes deben ser colados en el lugar mismo y se es más económico, en la posición definitiva. Sea de un modo u otro los postes grandes no podrán ser usados antes de tres semanas y los colados verticalmente deberán conservar retenidas que impidan cualquier movimiento, durante varios días.

Quando se desea emplear el refuerzo como conductor de bajada a tierra, será necesario, en primer lugar que las varillas corrugadas sean de una pieza a todo lo largo del poste: y luego, que se disponga de empalmes apropiados entre algunas varillas y la morzada del cable de guarda por extremo y la placa o tubos enterrados, por el otro. De no ser así la resistencia resulta demasiado grande.

Las características del concreto son: Peso elevado, poca flexibilidad gran duración; incombustibilidad. Su uso principal es en ciudades.

Los postes de acero pueden ser tubulares, telescópicos, ornamentales, de celosía, tripartidos, con perfiles estructurales etc. los más empleados son los telescópicos reforzados a nivel del suelo con un tubo corto de fierro, o un revestimiento de concreto que sobresale 50 cm. para evitar la corrosión intensa en ese lugar. En condiciones favorables de humedad, el contacto del poste con el subsuelo puede ser suficiente para los fines de protección; pero si el poste está cimentado y rodeado de concreto es posible que haya necesidad de construir una tierra especial. Los postes son colocados en agujeros de diámetro necesario para que

haya un espacio libre de 20 cm. entre el poste y el terreno y se pueda hechar piedra grande y apisonarla con tierra.

En terrenos cenagosos será necesario fijar crucetas a la base del poste para estabilizar el mismo y usar retenidas bien ancladas. La profundidad del suelo en subsuelo mediano, debe ser de 1.8 m. para postes de longitud total hasta 9m. y aumentando 10 cm. por cada metro en exceso sobre 9 m. quedando sujeta a mayores cifras por disposiciones especiales.

Cuando los postes están sometidos a esfuerzos horizontales por cambio de más de 5 grados en la dirección de la línea; o por remate de conductores o cambio de calibre entre ellos, se les sujeta al nivel de crucetas por medio de cables galvanizados de acero que se fijan a otros postes o anclajes colocados en la posición necesaria. Estos cables o retenidas no deben obstruir el paso ni quedar al alcance los transeúntes y deben estar provistos de uno o dos aisladores en serie para evitar el paso de potencial a la retenida si se desprende algún conductor de la línea y toca la retenida. Dichos aisladores no son necesarios si la retenida está efectivamente conectada a tierra en el lugar donde se sujeta el poste.

4. TORRES.

Las torres de acero pueden ser rígidas o flexibles; para uno, dos o más circuitos; de paso o de anclaje; cimentadas en tierra o en concreto; pintadas o galvanizadas; soldadas, remachadas o atornilladas. Las torres rígidas son de tres o cuatro piernas. Las flexibles son de dos y su deflexión longitudinal es considerable

pero en sentido transversal es insensible y se emplean mezcladas en torres rígidas.

Las de paso pueden soportar esfuerzos iguales en ambos sentidos; mientras que las de anclaje son disimétricas y pueden resistir tracciones desiguales, ya sea por sostener la línea en una barranca o río de gran anchura o por cambio en la dirección de la línea. Las torres no tienen retenidas porque la desigual elasticidad de la estructura y el cable hace que este no soporte sino es fuerzas mínimas lo cual resulta innecesario.

Las piernas de las torres están cimentadas en forma tal que el peso del cimientado y de la tierra que este levantaría al ser levantado tenga un momento de rotación mayor que la fuerza máxima aplicada al extremo superior de la torre. En el proyecto de las piezas que las relaciones de esbeltez no mayores de 120 para piernas, de 180 para miembros calculables, y de 220 para piezas de esfuerzo nominal; con fatigas máximas de 1480 kg/cm², a tensión y esfuerzo cortante, y de 1480 menos 5 veces l/r para compresión, siendo L longitud no apoyada y R el radio mínimo de giro, de la pieza, correspondiendo al 70% del punto de cedencia.

Las torres para uno o dos circuitos en un solo plano horizontal empleando guardas en la parte más alta y las dimensiones del "buzante" y del vano central son tan amplias que las cadenas pueden desviar hasta 45 grados de la vertical, sin acercarse demasiado a tierra. Las torres para un circuito en triángulo, tienen dos crucetas de un lado y la tercera del otro lado con longitud suficiente para permitir la desviación indicada; en este caso hay un cable de guarda solameta. Las torres para dos circuitos en hexágo

no tienen tres crucetas dobles en niveles diferentes, uno o dos guardas y con circuitos separados a uno y otro lado, para que al aumentar la flecha del conductor central por una causa cualquiera no se acerque demasiado al conductor inferior. La cruceta central es mas larga que las otras.

5. ESFUERZOS APLICADOS A LOS APOYOS DE LAS TORRES.

Los esfuerzos pueden ser verticales, horizontales, longitudinales horizontales transversales, de torsión o flexión. Los verticales provienen del peso de los conductores, aisladores, mordazas y de la nieve que se acumula en ellos en algunas regiones del norte, del peso de árboles u otros cuerpos caídos sobre la línea, y de operarios que trabajan suspendidos de los conductores. Aunque el viento puede soplar diagonalmente en algunas barrancas no se considera efecto vertical. El peso de las crucetas o puentes interviene también en los cálculos.

Las horizontales longitudinales provienen de diferencia de flechas en los conductores o en el número, o calibre de éstos; diferencia de claros con igual flecha; ruptura de uno o varios de los conductores; diferencias de carga a uno y otro lado. Para los efectos de cálculo se considera rotos los $\frac{2}{3}$ de conductores del mismo lado.

Los horizontales transversales son causados por el viento y por el cambio de dirección de la línea. Para los primeros se atribuye al viento una presión de 39 kg/m^2 de superficie proyectada por conductores y postes redondos y de 60 kg/m^2 de superficie actual para elementos planos, (ROIE) Reglamento de Obreas e Instalaciones Eléctricas, si la velocidad del viento es conocida y vale

Km/h, la presión sobre cilindros vale $p=0.000471 V^2$ kg/m², con aumento de 60% sobre superficies planas.

Los esfuerzos de torsión provienen del desequilibrio en los hilos de un lado de la cruceta y estructura en un plano horizontal. El caso más grave se presenta donde los esfuerzos de torsión se transmiten a la base del apoyo y deben ser resistidos por el cimiento de las piernas de una torre rígida, pero si la torre es flexible, las piernas se flexionan y se tuercen probablemente.

De ahí la importancia de colocar dos guardas en las torres flexibles, porque neutralizan cualquier par de torsión sin riesgo de romperse.

Los esfuerzos de flexión son causados por cargas verticales excéntricas y provienen del peso de operarios subidos en el extremo de las crucetas a razón de 2 personas en cada una, del mismo lado de la torre así como del peso de las cadenas y conductores durante su instalación, y antes de quedar compensados por las cadenas y conductores del otro lado. Estos esfuerzos se repiten cada vez que se hace una reparación importante. Como es sabido, las cargas excéntricas producen momentos flexores que el apoyo debe resistir como si fueran fuerzas horizontales transversales.

Los esfuerzos están aplicados para fines del cálculo en el punto de sujeción del alfiler o del extremo superior de la cadena y su distribución depende del tipo de crucetas o situación de conductores.

Una vez determinados los esfuerzos que deben resistir los apoyos, el proyecto se desarrolla en la forma usual para armaduras, soporte de tinacos, etc., en lo que respecta a torres rígidas y

limitando el cálculo de las torres flexibles a los esfuerzos normales a la transmisión y a los verticales y cargas excéntricas, pues se parte de la hipótesis de que las fuerzas horizontales longitudinales, son compensadas por los guardas cuya presencia en la línea es indispensable, para la protección contra sobretensiones atmosféricas.

El empleo de torres elásticas mezcladas con torres rígidas es económicamente practicable en líneas que siguen una recta y en terreno de pendiente constante. Por concepto de estabilidad pura se puede decir que no hay límite al número de apoyos elásticos, usados en esas condiciones mientras los cables de guarda tengan las dimensiones necesarias, pero ocurren en las líneas perturbaciones mecánicas transitorias, que crecen en intensidad a medida que se prolonga la longitud de los tramos entre anclajes y obligan a poner un límite diferente al que corresponde a la estabilidad simple. Además en las rutas ordinarias es frecuente el cambio de orientación y pendiente que se manifiesta por la aparición de nuevos factores de esfuerzo y por desigualdades en los claros. En consecuencia el número de torres flexibles es de 8 a 10 por una rígida en condiciones favorables; de 4 a 5 por una en condiciones medias y de 2 a 3 por una en las rutas desfavorables quedando suprimido su uso en las líneas montañosas.

6. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS.

Antes de empezar el proyecto y cálculo de una línea, es necesario un trabajo completo de reconocimiento general de la región y estudio de la ruta más conveniente, por medio de fotogrametría ;

identificación de los predios afectados; convenio con los propietarios de venta o permiso de paso; levantamiento topográfico detallado, poligonal y nivelación de la ruta escogida para la línea dibujo del plano y perfil a las escalas reglamentarias etc, invertir el orden del desarrollo puede causar serias dificultades y pérdida de tiempo, pues casi siempre los campesinos se oponen al paso de los topógrafos cuando estos no tienen permiso.

La localización de los apoyos debe ser escogida de manera que se cumplan tres requisitos: igual altura de apoyos sobre el suelo en todas partes, igual distancia mínima entre los conductores desalojados por el viento y construcciones u objetos cercanos lateralmente, todo referido a la flecha máxima.

Una vez escogido el punto en el perfil, y reconocido en el terreno como propio para la sustentación del apoyo se procede a limpiar el espacio que forma el derecho de vía para librar a la línea de cualquier interferencia así como para facilitar el paso a las máquinas usadas durante la construcción, es decir: excavadoras, grúas, tractores etc.

La excavación para las patas de las torres y los postes es obra casi siempre de una máquina perforadora montada en un camión, o del tipo de oruga llamada "Back Hoe" y con la ayuda de otras máquinas especiales para caminos. Cuando el terreno es muy inclinado, conviene proyectar las torres de manera que admitan extensiones en dos de las piernas, con objeto de evitar una excavación demasiado profunda para las otras dos, en la parte más alta del terreno.

La construcción de los apoyos se efectúa de acuerdo con su tipo y ta

maño, y las posibilidades del equipo de construcción. Cuando se trata de postes conviene colocar los aisladores de alfiler en las crucetas y sujetar estas al poste antes de levantarlo por medio de una grúa montada en un camión, la cual coloca al poste en su sitio con facilidad y lo sostiene mientras se rellena el espacio libre del agujero con piedras, tierra etc. Las torres rígidas pequeñas y algunas flexibles pueden ser armadas o soldadas en posición horizontal, con las crucetas sin aisladores y levantadas después con una grúa hasta quedar con las patas dentro de las excavaciones respectivas.

También es posible el empleo de dos puntales sujetos a dos de las patas con inclinación de 60 grados y unidos con un cable al extremo superior de la torre, formando un triángulo casi equilátero con las piernas cercanas al suelo; tirando de la unión con el cable por medio de un malacate, se hace girar la torre sobre sus patas y caer en las excavaciones mientras otros cables retardan la caída en el último instante.

Las torres grandes son armadas de abajo hacia arriba a partir del cuerpo inferior, el cual es armado en posición horizontal y levantado o girado, hasta caer en las excavaciones el resto es subido pieza por pieza o en fracciones por una grúa automotora de pluma extensible, y atornillado o soldado en el lugar que le corresponde.

Los aisladores de suspensión son colocados en su sitio después de la erección, formando cadenas completas que son levantadas con poleas o malacates, y listas para recibir los conductores.

Los cables de transmisión y guarda no deben ser arrastrados por

el suelo particularmente en terrenos pedregosos sino desenrollados de los carretes de fábrica, montados estos en un armazón especial provista de ruedas más grandes que las tapas del carrete, y tirando de la armazón a lo largo de la ruta. También es conveniente montar los carretes sobre soportes fijos que les permitan girar tirando del extremo del conductor por medio de cuerdas, o cables de acero que corran sobre poleas suspendidas de las crucetas en varias torres consecutivas, y que se enrollan en un malacate, con el cual se da a los conductores la tensión y la flecha que corresponda según la temperatura y la presión en ese instante.

Quando se emplea el método mecánico, se intercala un dinamómetro de línea entre el malacate y el conductor, y se procede a templar hasta obtener la lectura justa; entonces se envían órdenes por radio-transmisor a las diferentes cuadrillas montadas en las cruces para que sujeten el conductor en las mordazas de las cadenas. No habiendo fricción apreciable en las poleas, la tensión del conductor en los claros sucesivos debe ser la misma. Si se emplea el método visual habrá necesidad de ajustar claro por claro, mediante un par de estadales y un anteojo de mano, o algún procedimiento óptico adecuado, observando la flecha que hace el conductor y templando más o menos hasta obtener el valor que corresponda al claro y a las condiciones del momento.

Una vez sujetos los conductores en sus mordazas, se procede a colocar los aros de flameo, las pesas de compensación, los esfuerzos y entorchados para evitar cristalización del metal conductor, los protectores de tubo, y cuantos aditamentos hayan sido incluidos en el proyecto. También serán construídas y conectadas las tierras de la torre. Los cables de guarda son tratados en forma semejante a los de transmisión.

C A P I T U L O V I I**REGLAS GENERALES DE CONSTRUCCION DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS****1.- GENERALIDADES****2.- REGLAS DE SEGURIDAD DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS**

1. GENERALIDADES.

Una instalación eléctrica es una obra de ingeniería, sujeta a reglas bien definidas y con un propósito de servir por tiempo limitado y en forma económica, las necesidades domésticas industriales o comerciales relacionadas con el consumo de energía eléctrica. Pero toda obra humana muestra más o menos tarde, alguna debilidad o imperfección que a veces es congénita pero que más frecuentemente es el resultado del uso impropio o desgaste de elementos externos ligados a la obra. Por lo mismo hay dos programas o bases en la construcción de instalaciones: la primera es eliminar toda posibilidad de errores o defectos de origen por lo menos durante un periodo de varios años, la segunda es impedir a toda costa el abuso de las instalaciones y el empleo de aparatos de consumo inadecuados.

2. REGLAS DE SEGURIDAD DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS.

Las principales reglas de seguridad tienden a evitar el peligro en que se halla el público y la propiedad en lugares cercanos a una línea, y particularmente al personal que tiene orden de subir a un poste o torre para efectuar algún trabajo; así como a impedir el paso de corriente de una línea de transmisión a objetos que pueden estar al alcance del público.

La ruptura de un cable de transmisión en el cruce de una carretera, ferrocarril, vía fluvial, etc., recibe especial atención. Una vez se instala una red metálica, aislada para alta tensión debajo de una línea, con objeto de sostener el cable caído sin que toque el suelo o sea alcanzado por un vehículo, otras veces se sitúan en ambos lados de la carretera apoyos tan altos que aún cuando se rompiera el cable entre ellos, el extremo libre quedaría muy

lejos del suelo. Con el mismo propósito se hace que los claros a uno y otro lado del sitio en cuestión sean más cortos que el normal, para que los esfuerzos en los conductores puedan ser reducidos y disminuya la probabilidad de ruptura. Todavía más, es posible hacer el cruce con conductores reforzados y anclados efectivamente en dos o más apoyos de cada lado, quedando intercalados en serie con los conductores normales.

Los requisitos de seguridad mínimos para líneas y estructuras anexas varían de un país a otro. En México, el ROIE (Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas) ha establecido tres categorías de requisitos A, B, y C, que se aplican según las condiciones particulares y situación de cada línea.

La clase A, es más exigente y corresponde principalmente a líneas de cualquier tensión que cruzan ferrocarriles y a las de más de 8700 v situadas en calles, caminos y campo abierto o que cruzan otras líneas sean de comunicación o de energía.

La clase B, se aplica principalmente a líneas de hasta 8700 v en calles, caminos y lugares poblados, o que cruzan otras líneas, y de más de 8700 v en despoblado.

La clase C, la menos exigente, corresponde principalmente a líneas de hasta 750 v en calles, caminos y campo abierto, o cruzando otras líneas; y de hasta 8700 v en despoblado. También se aplica a líneas con derecho de vía cercado de cualquier tensión.

La diferencia entre una y otra categoría son numerosas, particularmente en los coeficientes de seguridad mínimos. Por conveniencia para el desarrollo de un proyecto debe ser consultando el reglamento aunque se tenga confianza en los coeficientes usuales

(Ver ROIE, Artículo 56 Tabla 17).

CONCLUSIONES:

En poblaciones muy extensas no es aplicable el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión, lógicamente por el peligro que pudieran representar para sus habitantes, así como la deplorable apariencia producida por postes torres y demás equipo utilizado como transformadores, conductores etc.

Los centros de transformación de energía distribuidos en una población están alimentados por cables subterráneos a media tensión y las salidas de baja tensión de estos centros de transformación, se realizan también en muchas ocasiones por cables subterráneos.

En la actualidad, principalmente en los Estados Unidos, el tendido de líneas subterráneas para instalaciones rurales se está generalizando debido a la seguridad que ofrece.

Una instalación correctamente realizada, es suficiente para permitir disponer las canalizaciones a gran profundidad en el subsuelo.

Aunado al descubrimiento de nuevas sustancias aislantes, económicas y con buenas propiedades técnicas, han provocado en los últimos años un aumento notable en el uso de líneas eléctricas subterráneas.

Para la elección de una línea eléctrica es necesario considerar factores como son:

ECONOMIA, SEGURIDAD, EFICIENCIA Y ESTETICA.

Se podría optar sin duda, por una instalación eléctrica subterránea

nea en poblaciones grandes e importantes, así como en lugares de gran riesgo como los citados con anterioridad:

Bajo grandes avenidas, zonas comerciales, plantas petroquímicas aeropuestos, etc.

Las líneas eléctricas aéreas son económicamente aceptables, inicialmente debido a su bajo costo, pero están más expuestas al deterioro por factores físicos, por lo que su costo aumenta considerablemente con el tiempo debido a su mantenimiento continuo, por lo que su eficiencia deja mucho que desear.

En el aspecto SEGURIDAD, se tienen experiencias de desquiciamiento de tráfico por la ruptura de estas líneas, así como el gran peligro que estos conductores representan para los transeúntes y la pérdida de tiempo para reparar esa falla.

Las líneas subterráneas, presentan un alto costo inicial pero su durabilidad a largo plazo compensa la inversión inicial, por lo que se puede asegurar que son económicamente aceptables.

En la instalación de líneas subterráneas se tienen muy buenos resultados, debido a que por estar fuera del alcance de fuerzas físicas, se tienen estas líneas en alto grado de confiabilidad, esto aunado a los procesos de construcción y material utilizado en la actualidad, se tiene una eficiencia muy superior que en las líneas aéreas.

Por último mencionaremos la estética, tan importante en algunos sectores, tales como zonas residenciales, centros comerciales, vialidades importantes, fraccionamientos turísticos, etc.

Después de haber destacado las ventajas y desventajas de ambas

líneas, se llega a la conclusión de optar por la que nos de mayor seguridad, eficiencia y gran economía cuando se está proyectando una instalación eléctrica para centros de población que es en estos casos LA INSTALACION ELECTRICA SUBTERRANEA.

BIBLIOGRAFIA.

-MT-49/Nov. 66 "Cables para alumbrado de pistas de Aeropuertos".

-MT-49/Ago. 70 "Revisión al MT-49/66"

MT-49/Feb. 71 Complemento al MT-49/70 de Agosto de 1970.

-Minimizing Failures in Airport Lighting Cables-R.C. Graham.

-Power Cable Ampacity- Vol. I AIEE-IPCEA, 1962.

-Ampacity including effects of shield losses for single-conductor solid dielectric power cable 15 KV through 35 KV-Publicación IPCEA p-53-426.

-Calculation of the continuous current rating of cables- Publication 287 of the International Electrotechnical Commission.

-Un nuevo concepto para el cálculo de la ampacidad de cables aislados para alta tensión-A. Ríos, G. Morán-Ponencia aprobada por la Sección México del grupo de Potencia del I.E.E.E., presentada en el Congreso MEXICON '73, Sept. 7-9 de 1973, Mex.,D.F.

-Medición e Interpretación de la resistividad térmica del terreno aplicada a la determinación de ampacidades en cables de potencia subterráneos. A. Ríos. Publicación de Condumex. Abril de 1971.

-Memorandum técnico No. 13.- "Parámetros Eléctricos en Cables de energía aislados"-C Lomeli- Publicación de Condumex. Feb. /74

Nota. MT-49 (Normas técnicas de C.F.E.)

-Dirección General de Normas Distribución Comercial Subterránea C.F.E. Marzo/81.

-Square D de México S. A.

-Nacional de Alambres, S. A. (N.A.S.A.)

-Industrias Unidas S.A. (I.U.S.A.)

-Instalaciones Eléctricas Generales. Edit. CEAS.