

CAPITULO III

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Colganteo

Este proceso inicia con el colganteo de los cables de 23 kv ubicados en los niveles inferiores de charola de aluminio de 15 cm. ubicadas a los lados del andador central, dichos cables alimentan las subestaciones de alumbrado de la Línea 2 del Metro; este proceso consiste en agrupar en un trébol con cinchos plásticos los tres cables que contiene la charola, posteriormente colocarlos sobre un ducto de PVC de 3" cortado a la mitad longitudinalmente, por medio de un fleje de plástico fijar el ducto que contiene a los cables a los niveles superiores de charola existentes.

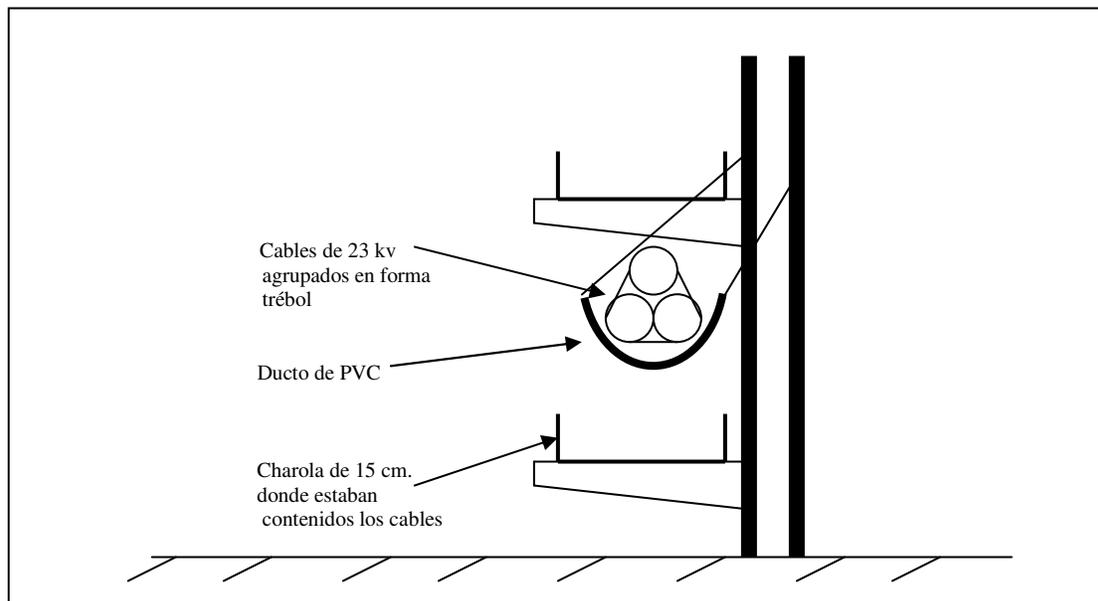


Figura III.1 Colganteo de cables de 23 kv ubicados sobre charolas de aluminio de 15 cm. en los lados del andador central.

El fin de este colganteo es proteger los cables existentes del proceso constructivo del banco de ductos, ya que estos cables se encuentran en funcionamiento.



Figura III.2 Colganteo de cables de 23 kv.

El siguiente trabajo a realizar es el de retiro de losas de concreto reforzado ubicadas en el andador central, para ello se coordinaron cuadrillas de trabajo conformadas con un oficial y 4 ayudantes; auxiliados por una grúa de 10 toneladas.



Figura III.3 Estado original de las losetas de concreto reforzado sobre el andador central.

Figura III.4 Estiba de placas de concreto reforzado en lorry para su retiro.



Figura III.5 Retiro de placas de concreto reforzado con grúa de 10 ton.

Retiro de cable tripolar

Anteriormente (hace 15 años) el tramo superficial de la línea 2 del metro abastecía a sus sistemas de alumbrado y fuerza y tracción, por medio de cables tripolares embebidos en arena térmica existente en el andador central con un espesor de 0.50 metros, dichos cables quedaron en la arena térmica al momento de quedar fuera de servicio. El retiro del cable tripolar fuera de servicio se realiza descubriendo una punta del cable enterrado en la arena térmica en tramos de ocho metros, una vez descubierta la punta de este cable se secciona, posteriormente se descubre el centro de esta sección de ocho metros para sujetarla con estrobos y de esta manera los retire la grúa de 10 toneladas.



Figura III.6 Corte en secciones de cable tripolar fuera de servicio embebido en arena térmica.

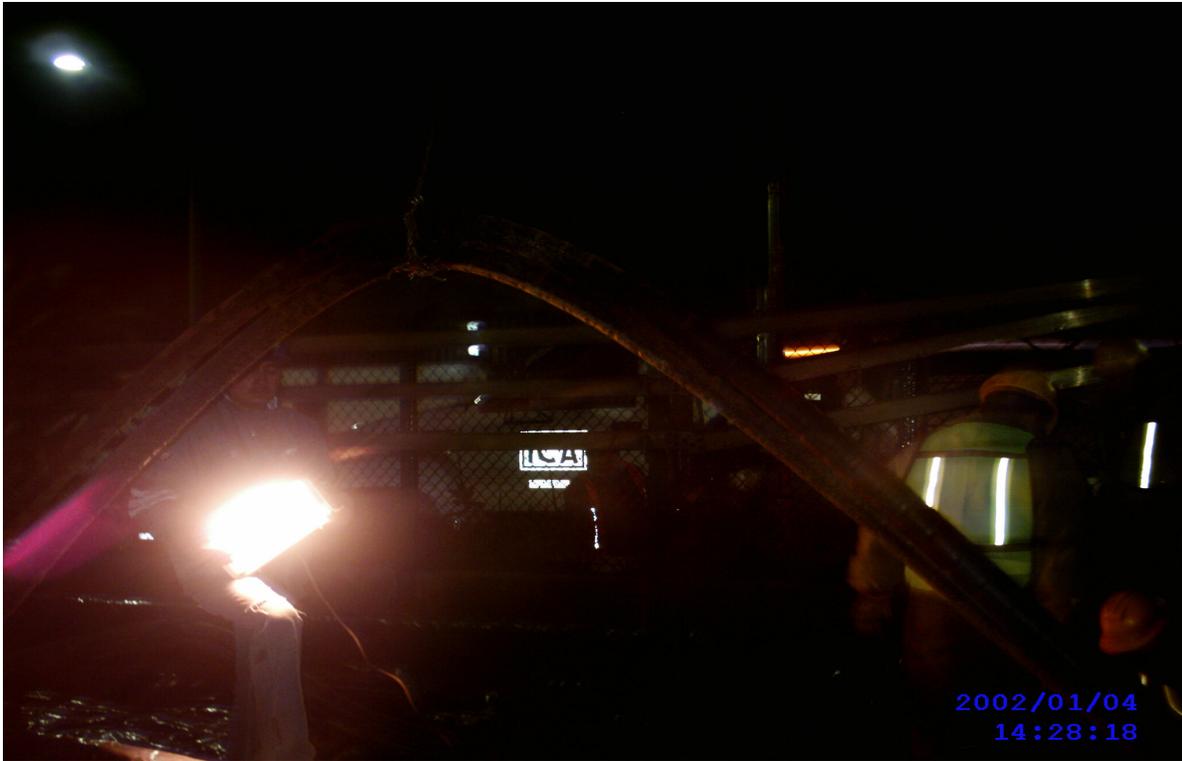


Figura III.7 Retiro de cable tripolar en secciones de ocho metros.



Figura III.8 Entrega de cable tripolar en almacenes del S.T.C.

III.1. EXCAVACIÓN

Una vez retirado el cable tripolar, comienza el proceso de excavación el cual consta de dos etapas: excavación superficial y excavación complementaria.

Excavación superficial

En este proceso se retira la arena térmica en donde se encontraba embebido el cable tripolar, esta arena térmica tiene un espesor de 0.50 metros en este proceso se utiliza una mini retroexcavadora y una cuadrilla de trabajadores que lo hace por métodos manuales.



Figura III.9 Excavación superficial por método mecánico.

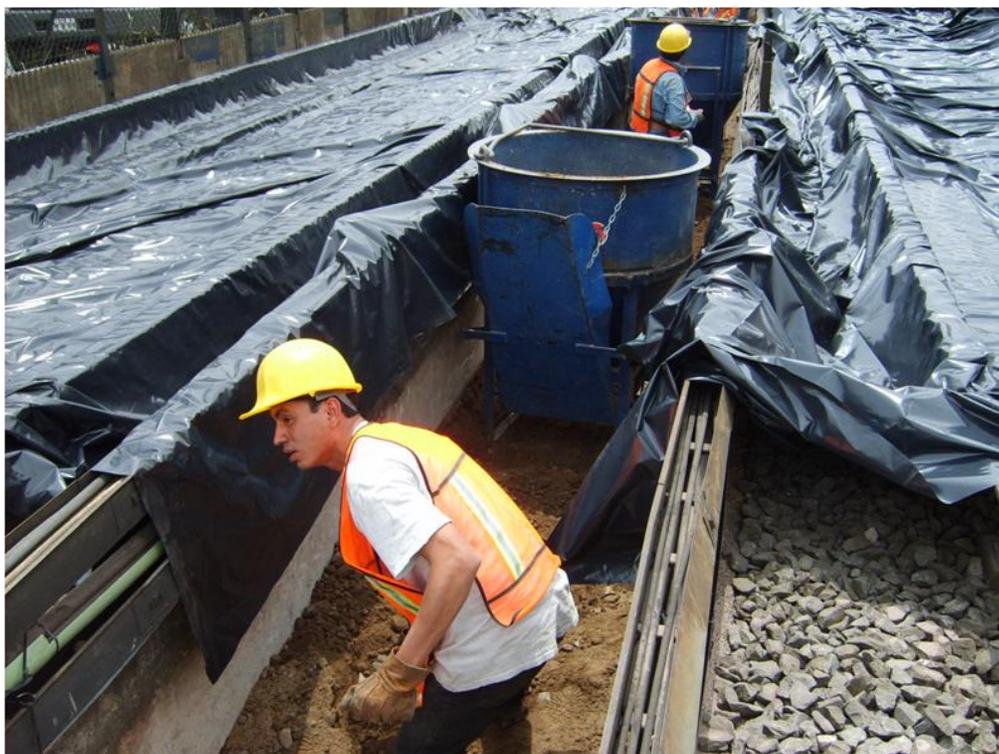


Figura III.10 Excavación superficial por método manual.



Figura III.11 Retiro de excavación superficial.

Después de la excavación superficial se apuntalan las placas de concreto existentes a los lados del andador central, para de este modo contener el balasto existente, se apuntala con polines para de esta forma continuar con la excavación complementaria.



Figura III.12 Apuntalamiento de paredes de excavación.

Excavación complementaria

Esta etapa de la obra consiste en excavar en un rango de 0.20 metros a 0.70 metros de profundidad dependiendo del prefabricado a colocar (prefabricado tipo o registro), este proceso se lleva a cabo al igual que la excavación superficial, se retiran los apuntalamientos en una longitud de 10 metros para poder maniobrar libremente.

Después de este proceso es necesario demoler los dados de concreto que sirven como cimentación a los postes que sostienen las charolas en el andador central.

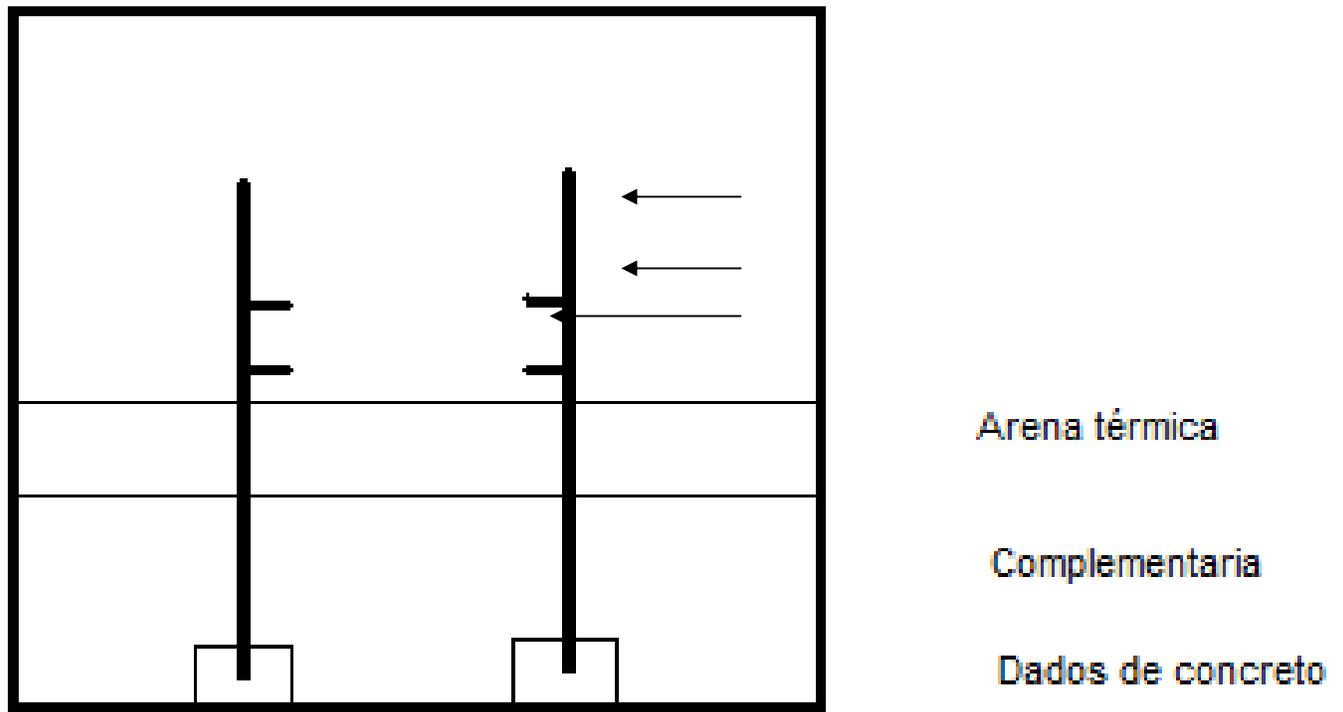


Figura III.13 Corte de andador central, dados de concreto a demoler.



Figura III.14 Vista de andador central, dados de concreto a demoler.



Figura III.15 Demolición de dados de concreto existentes como cimentación de postes soporte.

III.2. COLOCACIÓN DE PREFRABRICADOS

Cama de arena

Una vez terminada la excavación y demolidos los dados de concreto, se coloca una capa de arena de 0.05 metros como plantilla para los prefabricados.



Figura III.16 Colocación de cama de arena.

Colocación de prefabricados

La colocación de prefabricados se lleva a cabo con grúas de 10 toneladas, los prefabricados llegan de la planta fabricadora en plataformas, las cuales se sitúan en el carril de alta velocidad de la Calzada de Tlalpan en donde la están esperando las grúas para colocar dichos elementos.



Figura III.17 Patios de fabricación, prefabricados tipo “L”.



Figura III.18 Patios de fabricación, prefabricados tipo registro.



Figura III.19 Carga de prefabricados para su traslado a sitio de obra.

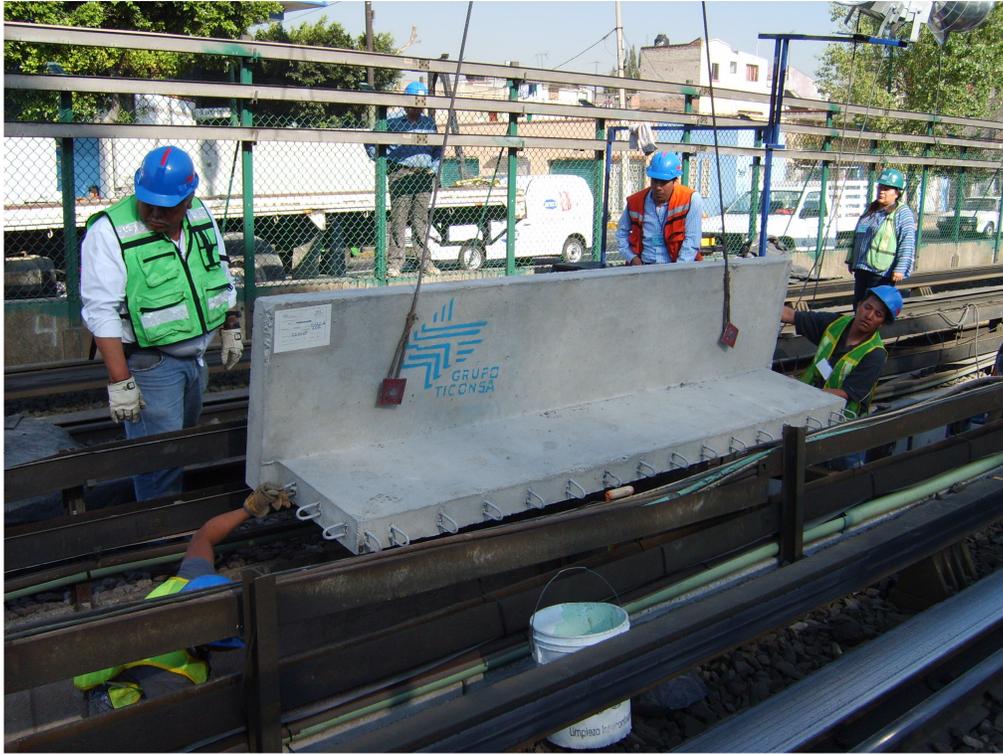


Figura III.20 Colocación de prefabricados con grúas de 10 toneladas.

Una vez colocados los prefabricados se acomodan en su lugar con ayuda de gatos mecánicos, cuando estos ya han quedado en el sitio y posición correcta se apuntalan con polines de madera para evitar que se estreche el espacio entre ellos.



Figura III.21 Separación de prefabricados con gatos mecánicos y apuntalamiento de los mismos.



Figura III.22 Apuntalamiento de un prefabricado tipo registro.

Una vez apuntalados los prefabricados se coloca una varilla de media entre sus orquetas de unión, para posteriormente juntar dichos prefabricados con concreto hecho en obra de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.



Figura III.23 Revolvedora para realizar concreto en obra.

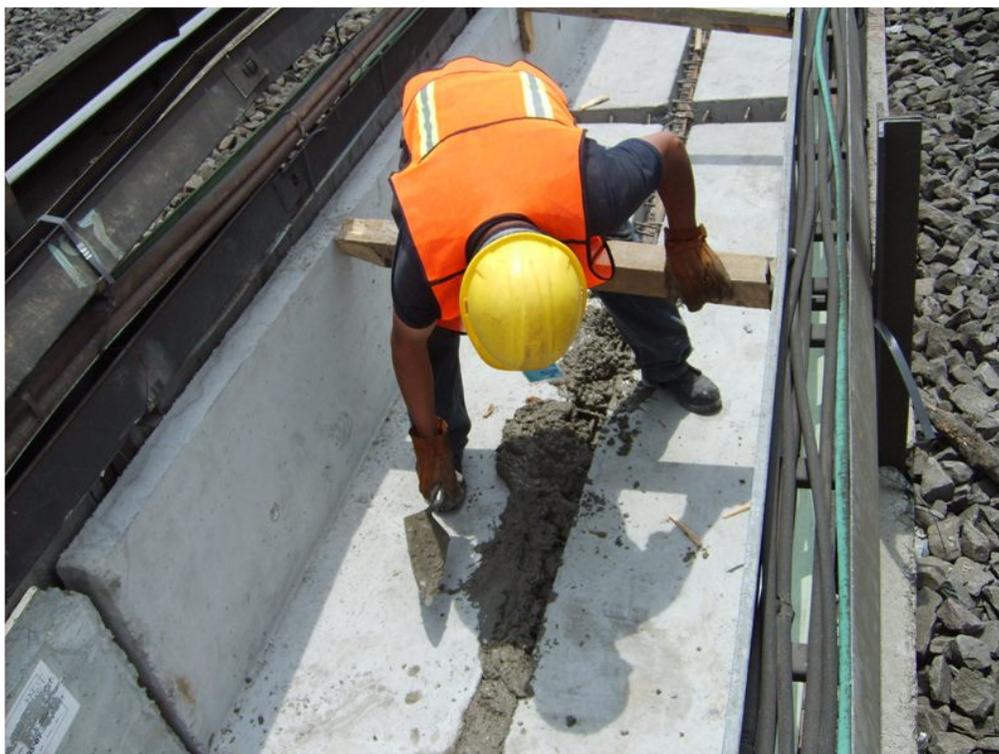


Figura III.24 Junteo de prefabricados.



Figura III.25 Vista de andador central con prefabricados apuntalados.

III.3. INSTALACIÓN DE CABLES EN INTERIOR DE DUCTOS

Una vez que se tiene el andador central con prefabricados se procede a colocar el banco de ductos de PVC de grado eléctrico de diámetro de 4", para la colocación de estos se toma un tramo de registro a registro 50 m entre si, se colocan separadores plásticos especialmente diseñados para estos ductos y se colocan los tubos, en las camas que sean necesarias dependiendo del número de circuitos que vayan a contener.



Figura III.26 Colocación de ductos dentro de los prefabricados de concreto.

Una vez colocados los ductos necesarios para los intertramos correspondientes se procede a encofrar dichos ductos con la arena previamente recuperada, esta arena tiene la condición de ser un aislante para los ductos y permitir un ambiente térmico favorable, para evitar posibles variaciones bruscas de la temperatura.

El vaciado de la arena se hará por medio de vachas con ayuda de los grúas de 10 toneladas, las cuales descargarán directamente sobre el banco de ductos.



Figura III.27 Descarga de arena sobre banco de ductos

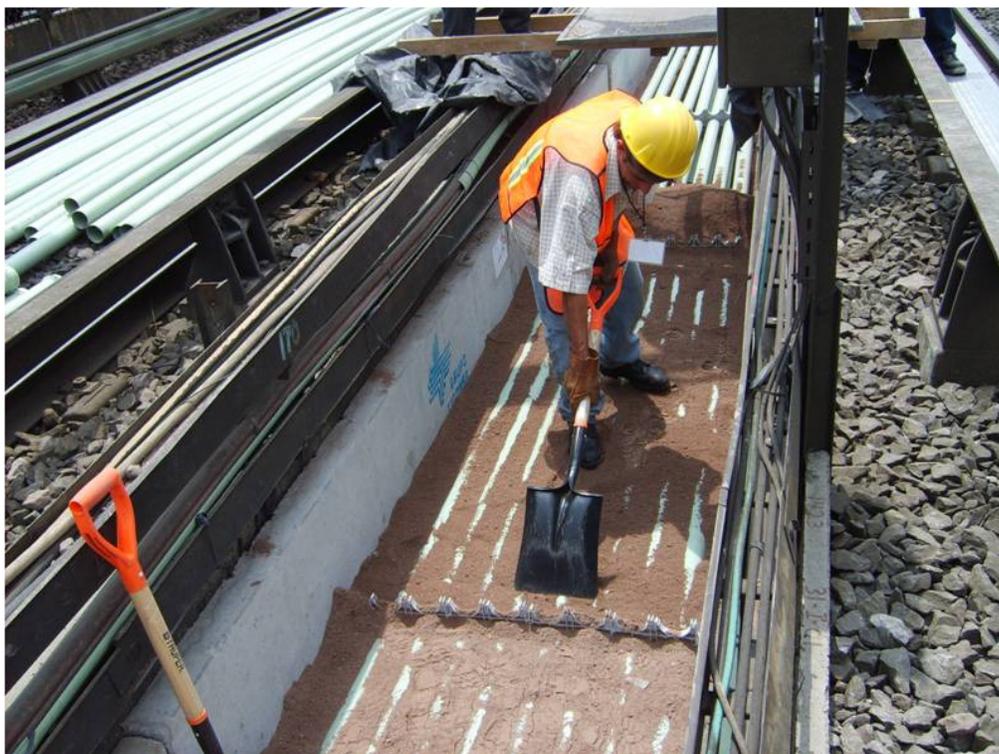


Figura III.28 Distribución de arena sobre banco de ductos



Figura III.29 Arena sobre banco de ductos

En los registros se harán emboquillados a cada uno de los ductos, con la finalidad de que al colocar el cable dentro de ellos se evite al máximo la fricción y no se maltraten los cables.



Figura III.30 Preparaciones para emboquillado en registros



Figura III.31 Emboquillado en registros

Una vez que los ductos han sido cubiertos en su totalidad por la arena, se procede a la colocación de las tapas de los prefabricados, las cuales consisten en tabletas de concreto reforzado de 10 cm de espesor, las cuales en sus extremos se apoyaran sobre los prefabricados, con la finalidad de no transmitir ninguna carga al banco de ductos.



Figura III.32 Arena colocada sobre el banco de ductos al ras de los prefabricados.



Figura III.33 Tapas de concreto reforzado.



Figura III.34 Vista de andador con tapas de concreto colocadas en sitio.

Colocación de cables de 23 kv en ductos de PVC de 4”

Para la colocación de los cables de 23 kv en los ductos de PVC de 4” se procede a limpiar los ductos, para lo cual se utiliza una manguera rígida de PVC con una borla en la punta la cual empujara todo material o residuo que pueda estar en el interior del ducto, una vez limpio el ducto (ratoneo) se procede a colocar la guía dentro de los tramos de ducto donde se colocara el cable.

Ya que se tienen los ductos limpios y guiados se procede a la instalación del cable, para la cual se colocaran una pareja de trabajadores en cada registro por donde pasara el cable para ir guiando y lubricando el cable que pase, la instalación del cable se hará colocando un mecanismo de sujeción en la punta de cable (cobra) la cual es una malla metálica que al jalarse se estrecha mas contra el cable, permitiendo así una máxima sujeción, el jalado de la guía que ira arrastrando al cable se realizara con un malacate en el extremo opuesto a la colocación del carrete del cable a una velocidad y fuerza constante.



Figura III.35 Colocación de rollos de cable de 23 kv en el interior de la línea.



Figura III.36 Cableado.



Figura III.37 Cobra para jalado de cable.



Figura III.38 Lubricación y guiado del cable a través de los registros



Figura III.39 Malacate eléctrico para el jalado del cable con una fuerza y velocidad constante.



Figura III.40 Medidor de fuerza constante



Figura III.41 Cables de 23 kv en interior de ductos de PVC de 4"

Ya que se ha concluido con la instalación de cables de 23 kv en el interior de los ductos de PVC de 4", se procede a efectuar las pruebas a dichos cables las cuales consisten en hacer pasar corriente eléctrica elevada por un intervalo de tiempo y monitorear el comportamiento del cable, otra prueba que se efectúa es enviar pulsos eléctricos a través de los cables para de esta forma detectar alguna fisura en los mismos o algún empalme mal realizado.

PRUEBA DE ALTA TENSION (HIGH POT).

METODO POR PASOS

Este método consiste en aplicar la tensión lentamente en incrementos de 5 a 7 pasos de igual valor, hasta llegar al valor de tensión especificado. Manteniéndose el tiempo suficiente en cada paso para que la corriente de fuga se estabilice. Normalmente esto requiere de sólo unos cuantos segundos, a menos que los cables del circuito tengan capacitancia alta. La ventaja de este método es que permite tomar valores de corriente de fuga en cada paso, para trazar la curva después.

La especificación para cables con pantallas para pruebas de aceptación en campo recomienda que el voltaje de prueba no sea mayor del 80% de la tensión de prueba de fábrica. Esta tensión máxima de prueba debe mantenerse por 15 minutos, durante los cuales se toman valores de la corriente de fuga. La prueba se considera como buena a menos que el interruptor del circuito del equipo de pruebas opere si el cable falla.

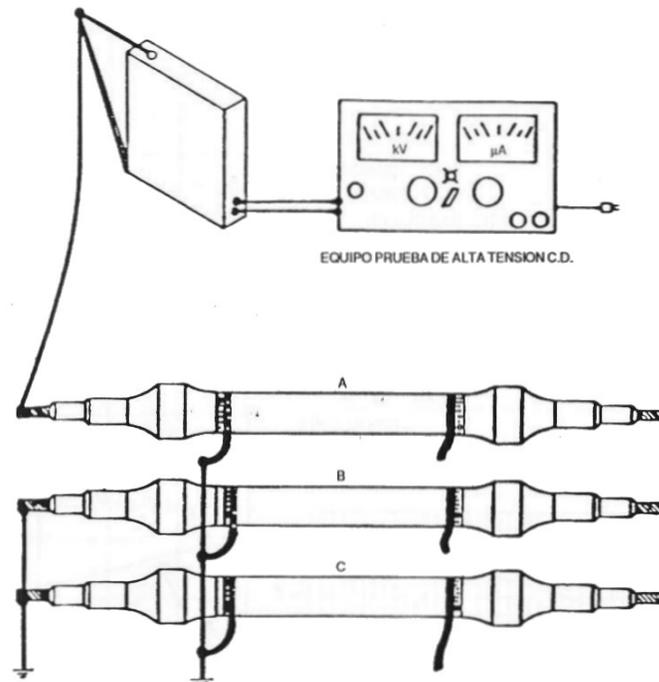


Figura III.42 Diagrama de prueba de High-Pot.

PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.

Para efectuar esta prueba a un cable se usa un probador de resistencia de aislamiento, el cual puede ser manual, eléctrico o digital. Conectando el cable de línea del equipo al conductor por medir y el cable de tierra a la pantalla del conductor y al sistema de tierras.

Los valores mínimos para cables monopolares, deben estar basados en la siguiente ecuación:

$$R = K \log (D/d)$$

Donde:

R = Megaohms por cada 300 metros de cable.

K = Constante para el aislamiento del material.

D = Diámetro exterior del aislamiento del conductor.

d = Diámetro del conductor.

Para cables del tipo multipolar, los valores mínimos de resistencia de aislamiento están dados por la siguiente ecuación:

$$R = K \log (D/d)$$

Donde:

D = $d + 2c + 2b$ Diámetro sobre el aislamiento del conductor de un cable monopolar.

d = Diámetro del conductor.

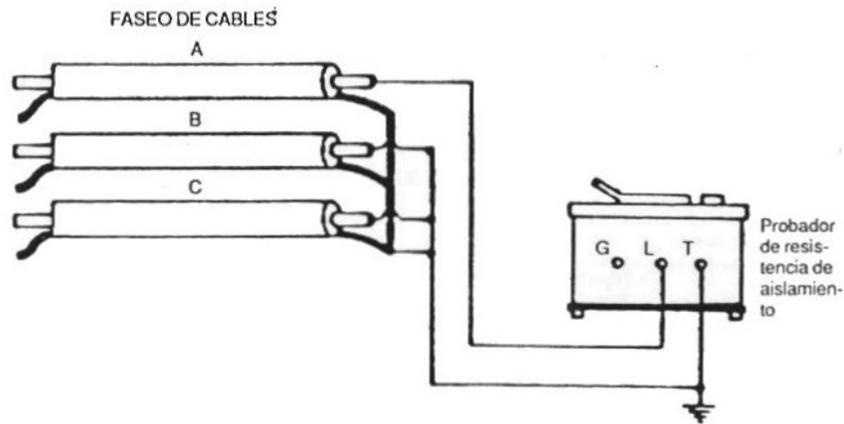
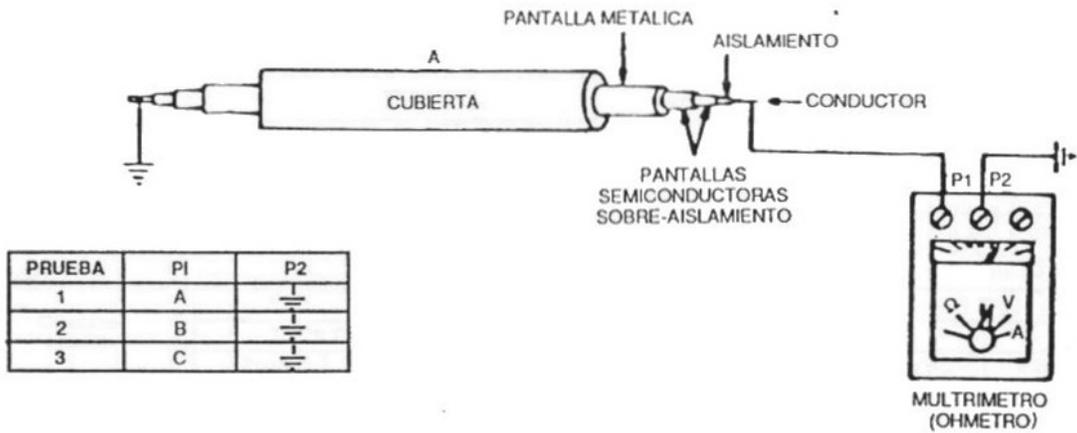
c = Película del aislamiento del conductor.

b = Película de la cubierta de aislamiento.

Los valores mínimos a 60 °F (15 °C) para la constante K son:

2,640 para papel impregnado.

50,000 para polietileno-termoplástico.



PRUEBA	CONEXION DE PRUEBA			
	L	G	T	
1	A	—	B-C	
2	B	—	C-A	
3	C	—	B-A	
4	ABC	—		

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Figura III.42 Diagrama de prueba de Resistencia de Aislamiento.

Concluidas las pruebas a los cables de 23 kv se realiza la puesta en servicio de los mismos, el retiro de los anteriores y el retiro de las charolas de aluminio que se encontraban en la malla de confinamiento de la línea.