



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**INSTALACION DE LA VIA  
SOBRE LOSA DE CONCRETO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A :**

**MANUEL FERNANDO AZNAR PAVON**



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.

**CAPITULO 1**  
**ANTECEDENTES**

19 de Abril de 1967, Decreto para crear el Sistema de --  
Transporte Colectivo "METRO".

29 de Abril de 1967, Aparición del Decreto en el "Diario  
Oficial".

Decreto por el que se crea el Organismo Público Descen--  
tralizado "Sistema de Transporte Colectivo", para construir, ope--  
rar y explotar un tren rápido, con recorrido subterráneo y super--  
ficial, para Transporte Colectivo en el Distrito Federal.

19 de Junio de 1967 (50 días después) Iniciación de las--  
Obras La historia de la Construcción del "Metro" en su primera --  
Etapa puede resumirse en muy pocas palabras: 40 Km. de líneas.

Línea 1: de Zaragoza a Tacubaya

Línea 2: de Tacuba a Taxqueña

Línea 3: de Tlatelolco a Hospital General

En el periodo del Presidente Constitucional de los Esta--  
dos Unidos Mexicanos, Lic. Luis Echeverría Alvarez ( 70-76) no--  
hubo construcción de nuevas líneas del Sistema de Transporte Co--

lectivo "Metro", solamente se terminó la construcción de la Estación Observatorio y se puso en Servicio el Tramo Tacubaya-Observatorio a principios del sexenio, y a fines de este se ampliaron -- los talleres de Zaragoza y Taxqueña.

En el periodo del Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos Lic. José López Portillo (76 - 82) acontece: 7 de Septiembre de 1977, Acuerdo 823, se crea la Comisión Ejecutiva del "Metro" como un Organismo descentralizado de carácter técnico.

27 de agosto de 1977. Iniciación de las Obras de Ampliación del "Metro" 2a. Etapa.

21 de Diciembre de 1977, Acuerdo 1097, en que se denomina "Comisión de Vailidad y Transporte Urbano", en lugar de la -- "Comisión Técnica Ejecutiva del Metro".

Decisión muy acertada del Gobierno de construir la 2a. etapa y parte de la 3a. etapa del "Metro" para resolver los problemas de transporte que día a día debido a la creciente población en la Ciudad de México se acrecentaban.

En la 2a. y parte de la 3a. etapa, se construyo y está construyendo.

Línea 3 - Ampliación de Tlatelolco a Indios Verdes, con-

Talleres en Ticomán, de Hospital General a Zapata, ampliándose actualmente en Zapata a Ciudad Universitaria (parte de esta ampliación, empleándose un sistema constructivo semejante al utilizado en el drenaje Profundo).

Línea 4 - De Martín Carrera a Santa Anita (única línea elevada en casi su totalidad ya en su operación).

Línea 5 - De Pantitlán a Instituto Politecnico Nacional (ya en operación).

Línea 6 - De instituto Mexicano del Petroleo a el Rosario y Talleres el Rosario (en proceso de construcción).

Línea 7 - De Tacuba a Barranca del Muerto (casi en su totalidad es empleado un sistema semejante al del drenaje profundo y la instalación de la vía será directamente sobre la losa de concreto).

Línea 5/1 - Liga de la Línea 5, con la Línea 1 (Pantitlán Zaragoza).

Línea 2 - Ampliándose de Tacuba a Cuatro Caminos.

Situación que en el aspecto de que cuando se está construyendo la obra, acarrea muchos contratiempos y molestias, ya que se tiene que suspender la Vialidad en el área de construcción.

ción elevado, superficial y subterráneo. No así en el área de -- construcción tipo drenaje profundo, que las molestias y contra--- tiempos vienen a minimizarse, debido a que los trabajos se hacen a través de lumbreras laterales, con las cuales se evita la suspensión de la Vialidad y se elimina la interferencia con las instalaciones municipales y muchas otras molestias.

Llegando a la conclusión de que al finalizar cada una de estas nuevas líneas o ampliaciones, se observa con agrado la aceptación del usuario para satisfacer su necesidad de transporte que al parecer no tenía solución.

La instalación de Vía sobre concreto en tunel profundo -- es una de las inovaciones utilizadas en la segunda etapa de Construcción de las Líneas del Metro de México.

Si bien ya se tenían algunas instalaciones de Vías fijas a una losa de concreto, estas han estado en Vías secundarias, -- Vías en las que el Convoy marcha sin pasajeros y unicamente sobre tramos no mayores de 150 metros. Uno de los requisitos insalvables para instalar Vía sobre concreto, es que el terreno donde -- se vaya a construir una línea debe de ser de una dureza tal que -- no permita movimientos diferenciales ni asentamientos del terreno.

Tomando en cuenta las recomendaciones anteriores y después de hacer los estudios correspondientes, se concluyó que era

factible construir una Línea del metro (L-7) con vía sin balasto en la parte poniente de la Ciudad de México, cuyas condiciones de terreno se ajustan a los requisitos solicitados.

Atendiendo a las condiciones del terreno se procedió a elaborar en primera instancia las especificaciones técnicas para el suministro del material y la especificación técnica para la instalación de vía sobre losa de concreto, así mismo se elaboraron todos los planos tipo del proyecto para la instalación de la vía, estos documentos fueron preparados por técnicos Mexicanos, y se contó con la asistencia técnica de la BTMI, de Canada.

Ante la situación de enfrentarse a la utilización de un sistema de fijación de vía totalmente nuevo para el metro de México, se planteo la necesidad de tener un tramo de prueba que tiene como objetivo principales, certificar la operación de los equipos necesarios, adiestrar el personal, y refinar los tiempos y rendimientos de colocación que se pueden lograr en el desarrollo de los trabajos. El tramo de prueba de vía sobre losa de concreto fue elegido en la interestación el rosario-tezozomoc de la línea 6 del Metro de México.

Algunos aspectos importantes de este tipo de Vía, en comparación con la Vía sobre balastro son los siguientes:

La Inversión en la construcción de este tipo de vía, es más elevada en comparación con la vía sobre balastro, mientras --

que el costo del mantenimiento es menor en la vía sobre concreto por el tipo de instalación.

### 1.1. ENTREGA DE OBRA CIVIL.

Esta se realiza formulando una acta de recepción Provisional y debe constar de los siguientes puntos:

Hora, día, mes y año que se formula.

No debe aparecer observación alguna de la entrega, pero en caso de presentarse, se asentará que tipo de trabajo o detalle queda pendiente, y tiempo de ejecución que a su vez se le fija la Compañía Constructora de Obra Civil.

Por último aparecen los nombres y firmas de las personas que estuvieron presentes en la entrega, siendo por parte de Obra Civil:

El Residente de la Línea:

La Supervisión,

Y el Contratista,

Por Obra Electromecánica,

El Residente de la Línea,

La Supervisión

Y el Contratista,



## 1.2. CONDICIONES QUE DEBERA TENER EL TRAMO ENTREGADO.

Se relacionan las condiciones que se deben cumplir para la entrega del tramo.

- 1.2.1.- Checar medidas de Galibos.
- 1.2.2.- Prueba Hidrostática.
- 1.2.3.- Colocación de registros con sus etapas.
- 1.2.4.- Colocación de Coladeras.
- 1.2.5.- Sistema de Tierra.
- 1.2.6.- Sellamiento de Filtraciones.
- 1.2.7.- Carcano de Bombeo.
- 1.2.8.- Limpieza General.

### 1.2.1. CHECAR MEDIDAS DE GALIBOS.

Esta consiste en verificar que las dimensiones del CA---JON" están dentro de especificación y de acuerdo al proyecto.

### 1.2.2. PRUEBA HIDROSTATICA.

Esta prueba se realiza en los drenajes laterales en tramo superficial, limpieza manual del drenaje comunmente llamado --"RATONEO", se realiza introduciendo en la tubería una gufa de acero que lleve en uno de sus extremos una bola de estopa, forrada esta por una tela para evitar que se deshilache, esta gufa debe correr libremente a lo largo de la tubería, en caso que la tubería estuviera espolvada se limpiará esta y se repetirá la prueba.

de ratoneo, posteriormente se procede a descargar agua en la tubería, por medio de una pipa para agua, esto es que el agua corra libremente y verificar su pendiente y su conexión de tubo a registro.

### 1.2.3. COLOCACION DE REGISTROS CON TAPAS

Los registros se localizan a cada 30.00 Mts., uno de otro, en tramos de interestación, la función de estos es facilitar la limpieza de los drenes laterales del tunel.

### 1.2.4. COLOCACION DE COLADERAS.

Las coladeras se encuentran instaladas a cada 10 Mts., una de otra y por ambos lados del cajón, cuya función es la de aceptar las aguas de filtración de los muros, que a su vez descargan a los drenes laterales.

### 1.2.5. SISTEMA DE TIERRA.

Se localiza las varillas cooperweld de 5/8 "X3.05 metros a cada 50 Mts., en el mismo sentido que lleva la tubería de drenaje, la varilla debe quedar a 30 Cms., del nivel de losa de piso terminado.

### 1.2.6. SELLAMIENTO DE FILTRACIONES.

Este trabajo lo realiza Obra Civil, de hecho estas filtraciones son difíciles de abatir, el procedimiento de estas se

canalizan hacia algún registro.

#### 1.2.7. CARCAMOS DE BOMBEO.

.. Localizados en las cabeceras de estación e interestación, deben estar terminados al 100% para la recepción del tramo, en -- caso de no cumplirse esta condición, se llegará a un acuerdo con Obra Civil y a su vez ellos proporcionarán un bombeo provisional en caso de necesitarse.

#### 1.2.8. LIMPIEZA GENERAL.

El tramo por recibirse deberá estar limpio de escombros o material que sirvió para su construcción, así como andamios, cimbra, equipo o herramientas que fueron utilizadas por Obra Civil.

Toda y cada una de estas condiciones se deben realizar -- estando presentes los residentes de las líneas, la supervisión y los contratistas, tanto de Obra Civil como de Obra Electromecánica.

## CAPITULO 2

### PROYECTO Y TOPOGRAFIA

Istme fué quien tuvo a su cargo la elaboración de los diferentes planos del proyecto, así como la implantación de las referencias topográficas en el tunel, a continuación se dará una descripción de estos planos y de los trabajos topográficos realizados durante la instalación de la vía sobre concreto.

#### 2.1.- ELABORACION DE PLANOS TIPO.

En estos planos se da la información necesaria para tener una visión general de lo que es la fijación, plantillas de perforación, tirantes de sujeción y escantillones usados para el montaje de este tipo de vía.

#### 2.2.- PROYECTO DE IMPLANTACION DE VIA-TRAZO.

##### 2.2.1.- LEVANTAMIENTO DE GALIBOS.

Consiste en tomar las dimensiones reales entre muros, tomando como referencia el eje del trazo original.

##### 2.2.2.- PROYECTO DE EJES DE VIA.

Con el levantamiento de galibos se determina si es necesario modificar el proyecto original de los ejes de trazo y

vías, quedando como definitivo los que resulten de este tipo de análisis en el plano de implantación de vía trazo además de la ubicación de eje de entrevía que detiene la junta constructiva de las losas en las zonas de curvas.

### 2.2.3. IMPLANTACION DE EJES DE VIAS Y ENTREVIAS EN CAMPO

De acuerdo con los datos del proyecto de implantación de vía - trazo, se ubican los ejes de vía y entrevía en zona de curva y el eje de trazo en zona tangente con puntos sobre la losa estructural de piso a distancias convenientes según la zona.

## 2.3.- PROYECTO DE IMPLANTACION DE VIA-PERFIL.

### 2.3.1.- NIVELACION DE SUB-RENANTE.

Consiste en tomar los niveles de la losa estructural de piso e intrados sobre el eje de trazo original obteniéndose un perfil longitudinal real del cajón ya construido.

### 2.3.2.- PROYECTO DE RASANTE.

Teniéndose el perfil real de la sub-rasante y la ubicación de las preparaciones de instalaciones se procede a proyectar el lecho superior de la losa de fijación y la rasante de la vía - quedando como teóricos estos niveles en plano de implantación de vía-perfil.

### 2.3.3.- UBICACION DE NIVELES DE RASANTE.

De acuerdo a los datos del proyecto de implantación de -  
Vía- Perfil, se ubican las niveletas sobre los muros del cajón a -  
distancias convenientes, según sea, en zona tangente o curva (Hro  
o Ver) y a 0.700 M. arriba del nivel de rasante.

### 2.4.- PROYECTO DE SOBRE-ELEVACION.

En este plano se da la información adicional de las cur-  
vas horizontales como es la sobre-elevación y distancia entre rie-  
les.

### 2.5.- PROYECTO GEOMETRICO DE LOSA.

#### 2.5.1.-PROYECTO GEOMETRICO EN PLANTA DE LOSA.

Tomando en cuenta los datos de los proyectos de: galibos,  
implantación de vía-trazo, implantación de vía-perfil, sobre- ele-  
vaciones en curvas y requerimientos de preparaciones de instala-  
ciones, se determinan las areas y espesores de la losa necesarios  
para la fijación de vía y andadores. Los datos de este proyecto-  
se dan a cada 2,500 M sobre los ejes de vía.

#### 2.5.2.- PROYECTO DE NIVELES DE LOSA.

Estos niveles se calculan a cada 2,500 sobre el eje de -  
vía conciderandose dos niveles exclusivamente, uno sobre el eje -

de entrevía y otro en el límite del área de fijación y el área de andador, quedando este en horizontal, el proyecto se hace respetando los proyectos de implantación de vía-perfil, implantación de vía-trazo y proyecto de sobre-elevación; este proyecto de niveles de losa se realiza en zona de curva horizontal, en planos individuales para cada curva, abarcando las dos vías.

#### 2.6.- UBICACION DE PREPARACIONES PARA INSTALACIONES.

Antes de colar la losa de fijación, se harán las preparaciones indicadas en los proyectos de instalaciones electromecánicas, siendo chequeadas estas por la supervisión de la obra.

#### 2.7.- CONTROL DE LOS NIVELES DE CIMBRAS PARA EL COLADO DE LOSA.

Después de haber colocado las guías de reglado niveladas y cimbradas, se hará la revisión de los niveles por la parte de la supervisión de la obra.

#### 2.8.- REIMPLANTACION DE EJES DE VIA CAMPO.

Después de haber sido colada la losa y tener un tiempo de fraguado, se hará la reposición de los ejes de vía y la revisión de el eje de entrevía en curva para determinar si es necesario las zonas por debastar o rellenar asegurando así la posición exacta de los aisladores. Esta actividad se hará por parte de proyecto ( ítem ).

### 2.9.- NIVELACION DE LOSA BAJO RIEL.

Este levantamiento se hace con respecto al eje de vía y A.O. 75 M., a ambos lados del mismo eje para detectar las zonas en donde sea necesario desbastar o rellenar por defectos de la construcción de la losa de fijación de esta actividad se hará por parte del proyecto.

### 2.10.- PROYECTO DE RECTIFICACION DE LOSA.

Con el levantamiento de los niveles de la losa de fijación se hace el análisis modificando los niveles de rasante proyecto Y/O rectificar estos desbastando o en el plano de rectificación de losa y los niveles de proyecto implantación de vía-perfil como nivel teórico.



## CAPITULO 3

## CARACTERISTICAS, COLOCACION E INSTALACION DEL CONCRETO

Para llegar a colocar el concreto se tienen que hacer va rios pasos anteriores a estos los cuales son:

3.1.- TRABAJOS INICIALES.

El proceso constructivo para este tipo de vía, parte de un tunel el cual tienen adherido a la losa del piso del mismo, -- parte de los residuos propios de una construcción de Obra Civil, -- por lo que antes del colocado de la losa de apoyo de la vía se to maron las precauciones necesarias para asegurar una adherencia -- perfecta entre el concreto para colar y el concreto endurecido.

3.2.- LIMPIEZA GRUESA.

Como primera actividad previa al colado de la losa secun daria, todas las superficies sobre o contra las que será realiza do el colado quedarón libres de agua encharcada lodo, escombros y de otras sustancias extrañas, al ser retiradas estas.

3.3.- RETIRO DE TECATAS.

Realizada la limpieza gruesa, se procedio a remover y re

tirar toda porción suelta o mal adherida a la losa, principalmente las superficies expuestas al nuevo colado.

#### 3.4.- LIMPIEZA FINA.

Una vez retiradas las tecatas de la losa primaria, esta se harrío hasta limpiarla perfectamente, y posteriormente se aplicó una solución de ácido muriático, y se retiró con agua los residuos del ácido aplicado dejando de esta forma la superficie saturada con agua.

#### 3.5.- CIMBRADO.

Con el fin de obtener un nivel de losa aceptable, el contratista utilizó candeleros y guías de rellado que permitían ajustarlos según el proyecto de niveles de losa.

Después de fijar los candeleros a la losa primaria y haber colocado las guías de rellado niveladas se procedió al cimbrado por medio de polines.

#### 3.6.- APLICACION DE LATEX PARA UNION DE CONCRETO NUEVO VIEJO.

Una vez realizada la limpieza y el cimbrado, antes del colocado se aplicó uniformemente una capa delgada de liga, compuesta de una mezcla de consistencia cremosa de cemento portland-

y de un aditivo a base de latex líquido, este aditivo se utilizó para mejorar la adherencia del concreto nuevo con el concreto viejo.

### 3.7.- ANTECEDENTES DEL CONCRETO

Como ya se mencionó anteriormente este nuevo sistema tiene como principio la fijación de los materiales de vía en una losa de concreto, dicho concreto no debe de tener una resistencia menor a los  $300 \text{ Kg/cm}^2$  y este se cuela directamente en sitio mediante bomba y tubería que permiten llevarlo a el lugar del colado.

Para la correcta nivelación del firme, se emplea cimbras metálicas con dispositivos niveladores que permiten que la superficie no tengan variaciones de más de 5 MM. en cada 3 metros de longitud, haciendo el acabado final de andadores laterales con reglas vibratorias y allanadoras metálicas. Cabe señalar que el revimiento especificado en un principio para el concreto del piso de la vía, fué de 5 cm., permitiendo la inclusión de un aditivo fluidificante para facilitar el bombeo de la mezcla pero sin rebasar un revimiento de 12 cm., una vez adicionado en producto, sin embargo, al inicio de los colados se presentaron problemas de taponamiento de las tuberías y mangueras de bombeo, debido al bajo revimiento solicitado y a que el bombeo se estaba efectuando de arriba hacia abajo. Por dicha razón se acordó aceptar un valor de revimiento sin fluidificante, de  $10 \pm 2.5 \text{ cm.}$ , buscando --

que al aplicar el aditivo el revenimiento no rebasara los 18 cm..

Cabe señalar que el cambio en el valor del revenimiento ayudó en forma considerable, pero todavía se presentaron algunos problemas de taponamiento de bombas para concreto, principalmente cuando las longitudes de bombeo rebasaron los 50 m..

El aspecto interesante en el colado de las losas lo fué el forjado de los andadores y de las canaletas laterales de drenaje que van junto a los muros del tunel; los primeros colados efectuados indicaron que resulta mejor y es más sencillo hacer el colado de las zonas de andador y el forjado de las canaletas en forma posterior al colado del resto de la losa; el tiempo aproximado de espera entre una y otra etapa resultó de una hora y media. Como última operación del colado de la losa, se procedió a la aplicación del producto de curado, el cual formaba una membrana impermeable que impedía la pérdida de humedad del concreto y lograda para éstas mejores condiciones para su adquisición de resistencia.

3.8.- ESPECIFICACIONES GUALES. P/LA FABRICACION DEL CONCRETO QUE SE EMPLEARA EN LA CONSTRUCCION DE LA LOSA DE PISO, PARA LA FIJACION DE LA VIA SIN BALASTO, DEL METRO DE LA CD. DE MEXICO.

La elaboración, colocación y calidad del concreto que se utilice para la construcción de la losa de piso, para la fijación de la vía sin balasto, deberá cumplir con las normas de calidad -

de los materiales correspondientes, de elaboración, transporte, - colocación, acabado y curado que se describen a continuación, además de cumplir las tolerancias y secuencias constructivas que contempla el proyecto estructural.

### 3.8.1. CEMENTO.

Deberá usarse cemento Portland de una marca de calidad - reconocida y con garantía del fabricante. La Dirección de la -- Obra, a través de la Supervisión Técnica, podrá realizar mues-----treos del cemento para verificar la calidad del mismo, rechazando las partidas que no cumplan con dichas normas.

#### A.- ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO.

Todo el cemento deberá almacenarse en estructuras prote- gidas contra la intemperie, apropiadamente, para impedir la absor- ción de humedad con las ventilas. Las instalaciones de almacena- miento para cemento a granel deberá incluir comportamientos sepa- rados para cada tipo de cemento que se utilice.

El interior de un silo de cemento debe ser liso, con una inclinación mínima con 50 grados respecto a la horizontal en el - fondo, para un silo circular, y desde 55 a 60 grados para un silo- rectangular. Los silos que no sean de construcción circular de-- ben de estar previstos de cojines de deslizamiento que no se atajquen, por lo cuales se puedan introducir a intervalos, pequeñas - cantidades de aire a baja presión de hasta 5 psi ( aproximadamen-

te 0.2 - 0.4 Kgf/cm<sup>2</sup> ), para soltar el cemento que se haya impactado dentro de los silos.

Los silos de almacenamiento deben ser vaciados con frecuencia, preferentemente una vez por mes, para impedir la formación de costras del cemento.

El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre plataformas, para impedir la apropiada circulación del aire. Para un periodo de almacenamiento de menos de 60 días, se recomienda evitar que se superpongan más de 14 sacos de cemento y para periodos mayores no deben superponerse más de 7 sacos.

#### B.- CONTROL DEL CEMENTO.

1.- La Supervisión Técnica podrá en cualquier momento ordenar, muestrear el cemento para su ensaye con anticipación, -- con respecto a la fecha en que sea empleado; de acuerdo con el resultado que se obtenga en el laboratorio, podrá aceptarlo o rechazarlo, independientemente de las decisiones anteriores.

2.- La Supervisión Técnica comprobará que el cemento cumple con los requisitos químicos y físicos especificados, debiendo exigir a los fabricantes periódicamente los reportes de los resultados de las pruebas de Control de Calidad, que ellos efectúan durante la fabricación del cemento.

3.- Si el cemento que se utilice es proporcionado por varias fábricas, no se permitirá la elaboración de concreto mezclado de diferentes marcas o tipos.

4.- El cemento que se utilice en la obra deberá ser, preferentemente, de una marca de reconocida calidad. Ningún cemento de marca nueva o sin antecedentes de buena calidad será autorizado mientras no se hayan hecho en forma continua y durante 6 meses, por lo menos 12 ensayos por la Dirección de la Obra.

### 3.8.2.- AGUA.

El agua que se utilice en la fabricación del concreto deberá ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y demás sustancias que puedan ser nocivas.

Cuando a juicio de la Supervisión Técnica, exista duda sobre la calidad del agua, se elaborarán 2 mezclas comparativas de mortero. Dichas mezclas serán idénticas, excepto por la procedencia del agua. En la mezcla de prueba se usará agua de la fuente de abastecimiento en estudio; en la mezcla testigo, agua destilada. Se considerará que el agua estudiada es aceptable cuando sus especímenes produzcan a 7 y 28 días, resistencia a compresión, mayores del 90% de las correspondientes a los especímenes elaborados con la mezcla testigo, y los tiempos de fraguado inicial y final, no difieran en  $\pm$  60 Mins..

### 3.8.3.- AGREGADOS.

Los agregados que se empleen en la elaboración del concreto para la construcción de la losa deberán consistir de partículas sin fracturas, resistentes a la abrasión, limpios y libres de contaminaciones nocivas, con graduación adecuada y cuyo origen haya sido una roca dura. Deberá certificarse que los agregados -- se utilicen para elaborar el concreto no contienen sustancias -- que reaccionen desfavorablemente con los álcalis del cemento produciendo expansiones excesivas; si los agregados contienen cantidades excesivas de elementos reactivos con los álcalis del cemento, sólo podrán emplearse si se utiliza cemento que contenga no más de 0.6% de álcalis calculados como óxido de sodio o bien, con el empleo de un aditivo que prevenga la expansión dañina debido a la reacción álcalis-agregados. La Supervisión Técnica de la Obra podrá efectuar análisis para verificar la calidad de los agregados.

#### A.- ALMACENAMIENTO DE LOS AGREGADOS.

La contratista seguirá los sig. lineamientos generales -- para el almacenamiento de los agregados:

1.- NO se almacenarán los agregados directamente sobre -- el terreno natural, porque se producen contaminaciones al recoger los. Es recomendable preparar una plantilla de asfalto, suelo-cemento o concreto pobre, o bien colocar una capa de grava apisonada.



da antes de almacenar. Asimismo, conviene disponer una ligera -- pendiente en el terreno para facilitar el drenaje del agua que es curra a través de los agregados y propiciar la uniformidad en su contenido de humedad.

2.- Impedir que los almacenamientos de agregados diferentes se mezclen entre sí, nor quedar demasiado próximos. Si el espacio disponible para lamacenar es reducido, conviene colocar muros o mamparas divisorias entre almacenamientos contiguos.

3.- Evitar que el viento disperse la arena en el punto -- de descarga y esto se logra colocando un tubo o una pantalla de -- protección.

4.- Cuando los agregados se almacenen en montes, deberán construirse éstos en capas horizontales o suavemente inclinados y en ningun caso por volteo. Sobre los montones no deberán operarse camiones, bulldozers, u otros vehículos, puesto que, además de quebrar el agregado, a menudo sejan tierra sobre los depósitos.

#### **B.- MUESTREO, FRECUENCIA Y EJECUCION DE LAS PRUEBAS.**

La Supervisión Técnica, previo conocimiento de la Dirección de la Obra, en base a los análisis de verificación que juz-- quen necesarios, deberá rechazar los materiales que a su juicio -- no cumplan con los requisitos de calidad.

### 3.8.4.- ADITIVOS.

El concreto deberá contener un aditivo fluidizante y la dosificación de este aditivo determinará mediante pruebas en mezclas de concreto que contengan el aditivo en cuestión, hasta encontrar el óptimo rendimiento del mismo.

Se efectuarán ensayos en especímenes de concreto, obtenidos de una mezcla de prueba que contenga el aditivo propuesto, en la proporción indicada para lograr el efecto especificado, comparándose los resultados obtenidos, con los correspondientes de una mezcla testigo de referencia.

### 3.8.5.- ELABORACION DEL CONCRETO.

El concreto que se utilice en las diversas etapas de construcción adecuadamente de la losa de piso, estará de acuerdo con las especificaciones del diseño, debiendo cumplir para su elaboración con los requisitos de calidad establecidos para cada uno de sus elementos integrantes y con las siguientes especificaciones:

#### A.- PROPORCIONES DE MEZCLA.

Los distintos ingredientes que se utilicen, se mezclarán adecuadamente para obtener un concreto homogéneo y trabajable, que permita una colocación adecuada y los acabados indicados en -

el proyecto.

1.- Tamaño máximo del agregado. El tamaño máximo del agregado (s) en ningún caso será mayor de 20 mm (3/4").

2.- Consistencia.- La cantidad de agua empleada en la producción del concreto, se regulará para obtener la consistencia apropiada, debiéndose ajustar por cualquier variación de los agregados al penetrar a la mezcladora. Se requerirá uniformidad en la consistencia del concreto de revoltura a revoltura.

El peso volumétrico del concreto deberá estar comprendido entre 1.9 y 2.4 ton./m<sup>3</sup>, en estado fresco. La prueba de revenimiento se efectuará en el sitio de la descarga del concreto, antes de ser colocado y consolidado. Se efectuará la prueba de revenimiento cada vez que la Dirección de Obra lo juzgue necesario o por lo menos cada 5 m<sup>3</sup> de concreto.

#### B.- DOSIFICACION.

En el concreto hecho en la obra y premezclado, la base para medir el concreto será el metro cúbico al descargar la revolvedora. El concreto hecho en la obra y premezclado deberá cumplir con los requisitos de dosificación que a continuación se enuncias:

1.- Concreto hecho en obra.- Se empleará, únicamente en

casos que se requieran volúmenes pequeños, y para el cual, la --  
 Contratista requerirá la aprobación de la Dirección de la Obra. --  
 El equipo de mezclado será mecánico, y la medición de los agrega-  
 dos, podrá ser volumétrica, siempre que se dosifique en recipien-  
 tes de geometría y rigidez adecuadas. La dosificación del cemen-  
 to se hará por sacos completos y la del agua en recipientes gra-  
 duados.

2.- Concreto premezclado.- El suministro de volúmenes -  
 mayores, se hará en concreto premezclado, elaborado en planta, --  
 que cuente con el equipo necesario para garantizar la calidad uni-  
 forme y considerando los siguientes requisitos:

a) Ingredientes.- Las cantidades de cemento, agregados  
 y aditivos que intervengan en la fabricación del concreto, serán-  
 determinados por peso, en forma independiente para cada revoltura  
 de concreto; la cantidad de agua será determinada por volumen o -  
 peso.

El equipo para manejar el cemento estará construido y -  
 operado de manera que se evite mermas durante la medición, trans-  
 porte y descarga.

b) El equipo pesador y medidor, se ajustará a los sig. -  
 requisitos:

Cada unidad pesadora deberá incluir una caratula visible

con indicador, sin resortes, que marque la carga de la báscula en cualquier etapa de la operación de pesado, desde cero hasta la capacidad total de la báscula, e incluir un dispositivo que indique que si falta carga, si sobra o si la báscula está en equilibrio, tanto descargada como cuando está cargada por el peso marcado en la barra. Las tolvas de pesado deberán estar construidas de tal manera que permitan eliminar de ellas el material sobrante de una pesada, que esté en exceso de las tolerancias prescritas.

El equipo deberá poder ajustar fácilmente para compensar la variación de peso motivada por el contenido de humedad de los agregados y por los cambios en las proporciones de la mezcla.

El mecanismo de operación del aparato medidor de agua deberá impedir que haya escurrimiento cuando las válvulas están cerradas. El aparato medidor agua se construirá de manera que el agua sea descargada rápidamente y libremente al interior de la revolvedora. Cuando lo juzgue necesario, La Dirección de la Obra podrá, a través de la Supervisión Técnica, verificar las condiciones de funcionamiento de la planta, para la cual, la Contratista deberá otorgar las facilidades que se requieran.

El equipo que no llene los requisitos anteriores, será reparado o reemplazado satisfactoriamente, a juicio de la Dirección de la Obra.

### C.- MEZCLADO.

El equipo y método en la producción de concreto hecho en obra y premezclado, serán adecuados para obtener uniformidad en las mezclas, en cuanto a consistencia, contenido de cemento, agua y demás ingredientes, con las mismas proporciones de principio a fin de cada revoltura, en el momento de descargarse. Se proveerá del equipo suficiente para el mezclado, transporte y colocación del concreto, a efecto de evitar el máximo posible las juntas frías.

La elaboración del concreto hecho en obra y premezclado, deberá efectuarse con el agua de mezclado a una temperatura igual o menor de 20° C; los agregados tendrán una temperatura inferior a 30°C. La temperatura del concreto, deberá estar comprendida entre 5 y 27°C., en el momento de colado.

1.- Concreto hecho en Obra.- Cada revoltura se ajustará a los siguientes tiempos mezclados:

CAPACIDAD DE LA REVOLVEDORA	TIEMPO DE REVOLVEDORA
1.5 m <sup>3</sup> ó menos	1.5 min. mínimo
2.3 m <sup>3</sup>	2 min. mínimo
3.0 m <sup>3</sup>	2.5 min. mínimo

Todas las revolvedoras que se utilicen, independientemente de su tipo, serán capaces de descargar con facilidad el congre

to de menor revenimiento solicitado.

2.- Concreto premezclado.- Cuando se utilicen camiones-revolvedores, el tiempo de mezclado se medirá por el número de revoluciones del tambor, y estará comprendido entre el mínimo de 60 y un máximo de 100, girando el tambor a una velocidad de 8 a 12 - r.p.m.. Una vez completado el ciclo de mezclado, el tambor girará a una velocidad menor de 6 r.p.m.. Al descargar el camión re-volvedor, deberá evitar la segregación del agregado grueso, utilizando bandas o reflectores, de manera que el concreto caiga verticalmente o con cierta inclinación, en el recipiente que lo reci-be. Se desechará cualquier mezcla que presente segregación.

### 3.8.6.- COLOCACION DEL CONCRETO.

#### A.- PREPARATIVOS PARA COLADO

1.- Ninguna porción de concreto será colada hasta que todo el trabajo de cimbra, instalación de partes que estarán ahoga-das, preparación de las superficies de colado, así como el equipo para la colocación y manejo de la mezcla, ( artesas, bandas, de-flectores, tolvas, embudos, etc.), haya sido aprobadas por la Di-rección de la Obra.

2.- En caso de estar lloviendo se podrá colar, siempre y cuando la zona de trabajo se proteja de la lluvia.

3.- Todas las superficies de la cimbra y materiales ahogados, que hayan quedado cubiertas con pegaduras de mortero seco o lechada de concreto, se limpiarán antes de colar el concreto -- circundante o adyacente.

4.- Superficies de desplante y liga de colado.

a) Inmediatamente antes de efectuar el colado, todas las superficies sobre o contra las que se cuele concreto, estarán libres de agua encharcadas, lodo y escombros. Además, deberán estar limpias de aceite y sustancias objetables. Las superficies absorbentes contra las que se colocará concreto, deberán quedar saturadas de agua, previo al colado.

b) Se definen como juntas de construcción las superficies de concreto endurecido, contra los cuales se hará un nuevo colado. Se harán en los lugares y forma fijados por el proyecto, observandose las siguientes recomendaciones:

Las superficies de las juntas de construcción, estarán limpias y humedecidas, al ser cubiertas con concreto fresco. La limpieza consistirá en la remoción de toda nata, concreto suelto o defectuoso, pegaduras, arena o cualquier material extraño.

En caso de suspender el colado fuera de una junta de construcción, será necesario demoler el concreto hasta llegar a la junta anterior.



5.- En ninguno de los casos se usará revoltura que llegue a su destino después de los 60 min., siguientes a la incorporación del agua y el cemento a la mezcladora.

6.- Dentro de los 90 min., posteriores a la incorporación del agua y cemento a la mezcladora, las operaciones de dosificación, mezclado, transporte y colocación, deberán quedar concluidas, de manera que el concreto llene totalmente los moldes, sin dejar huecos dentro de la masa. Esto se obtendrá con alguno de los procedimientos siguientes:

Mediante el uso de vibraciones de inmersión según los elementos estructurales por colar. Deberán emplearse en número suficiente para asegurar un correcto acomodo de la revoltura, de acuerdo con el volumen correspondiente a la etapa que deba colarse, la Contratista deberá contar con vibradores de repuestos, cuyo número estará sujetado al criterio de la Dirección de la Obra y al volumen o estructura que esté colando.

7.- Cuando corresponda, los moldes de las cimbras, se construirán de acuerdo con lo fijado en el proyecto o bien, previa aprobación de la Dirección de la Obra, del proyecto que elabore la Contratista. En estos casos se observarán las recomendaciones siguientes

a) Podrán ser de manera, metálicos o de cualquier otro material autorizado por la Dirección de la Obra, y deberán tener-

la rigidez suficiente para evitar las deformaciones debidas a la presión de la revoltura, al efecto de los vibradores y a las demás cargas y operaciones correlativas al vaciado o que puedan presentarse durante la construcción.

b) Los moldes deberán limpiarse perfectamente antes de una nueva utilización. La parte interior de los moldes recibirá una capa de aceite mineral.

c) Todos los moldes deberán ser construidos de manera que puedan ser quitados sin martillar o palanquear sobre el concreto.

d) La remoción de cimbras se hará de acuerdo a los tiempos fijados en el proyecto, pero se podrá variar de acuerdo con la Dirección de la Obra.

#### B.- COLADO.

El concreto se depositará en todos los casos, tan cerca como sea posible de su posición final; no se obligará a fluir de manera que el movimiento lateral cause la segregación del agregado grueso, mortero o agua de la masa del concreto.

#### C.- VIBRADO.

1.- En ningún caso se demorará el colado tanto tiempo que la unidad vibradora no penetre fácilmente por su propio peso en el concreto previamente depositado, al reanudar el colado; el-

vibrador deberá penetrar en la capa anterior, revibrando el concreto depositado antes de la demora.

2.- La superficie de contacto entre ambos concretos deberá estar libre de materiales extraños al concreto, cuando se reanude el colado.

3.- La consolidación de las capas de concreto se ajustará al uso de vibradores que satisfagan los requisitos descritos anteriormente, así como al siguiente procedimiento:

Los vibradores se operarán en posición vertical; por ningún motivo se aceptará introducir el cabezal en posición horizontal. Cuando el concreto se coloque en diferentes capas, la cabeza vibradora deberá penetrar aproximadamente 5 cm., en la capa subyacente, la que estará en estado plástico, sin haber alcanzado su fraguado inicial.

#### D.- CURADO.

El curado se mantendrá el tiempo que requiera el concreto para asegurar que se alcanzará la resistencia del proyecto, y no será menor de siete días, conservando la humedad superficial mediante alguno de los procedimientos siguientes:

a) Manteniendo húmedas las superficies expuestas al aire en los moldes, mediante riegos adecuados de agua que se apliquen-

apartir del momento en que estos no marquen huella en dichas superficies.

b) Aplicando a las superficies expuestas una membrana im permeable que impida la evaporación del agua del concreto.

c) Cubriendo la superficie expuesta con arena, costales o mantas, que se mantendrán húmedas mediante riegos.

d) Mediante otros procedimientos previamente aprobados por la Dirección de la Obra.

#### **E.- DESCIMBRADO.**

1.- El decimbrado deberá hacerse de tal forma, que se logre la completa seguridad de la estructura.

2.- Previa autorización de la Dirección de la Obra, el descimbrado de los lados de la losa podrán retirarse después de 24 horas, siempre y cuando sea el concreto lo suficientemente resistente para que no reciba daño.

#### **3.8.7.- CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO.**

##### **A.- TAMAÑO DE LA MUESTRA.**

1.- Las muestras para pruebas de resistencias deberán --

ser cuando menos, de 281 T.. Pueden permitirse más pequeñas para pruebas rutinarias de contenido de aire y de revenimiento.

2.- Los procedimientos del muestreo deberán incluir el empleo de todas las precauciones que ayuden a obtener muestras -- verdaderamente representativas de la naturaleza y condición del concreto muestreado.

3.- Muestreo en revolvedoras estacionarias.- El concreto se muestreará a dos o más intervalos espaciados en forma regular durante la descarga de la porción intermedia de la revoltura. No deben tomarse muestras de la primera o de la última porción de la descarga.

4.- Muestreo en revolvedoras o agitadores montados en camiones.- Se muestreará el concreto en dos o más intervalos espaciados en forma regular durante la descarga de la porción intermedia de la revolvedora.

5.- Muestreo en revolvedoras abiertas en la parte superior, montadas en camiones, en equipo no agitador o en otro tipo de recipientes abiertos. Las muestras se tomarán por el procedimiento que sea más aplicable, bajo las condiciones que presente de los descritos anteriormente.

#### B.- PRUEBA DE CALIDAD.

El concreto que se emplee deberá cumplir tanto en las eg

pecificaciones de fabricación y normas de calidad citadas en los demás capítulos.

**C.- FRECUENCIA DE PRUEBAS.**

Debido a que el concreto empleado en la obra puede tener diferentes procedencias por lo que respecta a su fabricación, se realizarán determinaciones de la calidad del concreto, mediante los ensayos correspondientes, cada vez que la Dirección de la Obra lo solicite, pero con una frecuencia no menor a la señalada a continuación.

P R U E B A	FRECUENCIA, CADA
Consistencia de las mezclas mediante la prueba de revenimiento:	5 m <sup>3</sup>
Los primeros 5,000 m <sup>3</sup> para cada fuente de abastecimiento:	
Resistencia a la compresión:	
Una muestra de 2 cilindros 6	20 m <sup>3</sup> 6 fracción.
Una muestra de 4 cilindros 6	40 m <sup>3</sup> 6 fracción.
Después de 5,000 m <sup>3</sup> para cada fuente de abastecimiento:	
Una muestra de 2 cilindros 6	40 m <sup>3</sup> 6 fracción.
Una muestra de 4 cilindros 6	80 m <sup>3</sup> 6 fracción.

En las pruebas de resistencia a la compresión invariablemente se ensayarán 2 cilindros a la edad de 7 días y dos restantes a la edad de 28 días.

La dirección de la Obra podrá ordenar un mayor número de muestras para ensayes a menor edad.

Los resultados de pruebas de revenimiento y resistencia a la compresión de cilindros de concreto, serán entregados oportunamente a la Dirección de la Obra, con objeto de que si se da el caso de determinar una revoltura de mala calidad, se pueden tomar las medidas para corregir o bien demoler las partes que fueron coladas por dicha revoltura.

### 3.8.8.- RESISTENCIA A LA COMPRESION.

1.- Se admitirá que las características de resistencia del concreto correspondientes a un día de colado cumplen con las resistencias especificadas,  $f'c$ , sin ninguna pareja de cilindros da una resistencia media inferior a  $f'c$  menos  $35 \text{ Kg/cm}^2$ .

2.- Los materiales de concreto deberán proporcionarse -- para una resistencia,  $f_{cr}$ , mayor que la especificada  $f'c$ ; para -- tal fin, dependiendo de la desviación estándar ( $\delta$ ) que logre proveedor al elaborar su concreto, se deberá incrementar la resistencia proyectada  $f'c$ , de acuerdo con la sig. expresión:

$$f_{cr} = f'c + 1.343$$

Donde  $f_{cr}$  = Resistencia promedio que debe utilizarse como base para elegir las proporciones del concreto, en  $Kg/cm^2$

$f'c$  = Resistencia especificada según planos.

$\delta$  = Desviación estándar de las pruebas de resistencia a compresión del concreto, en  $Kg/cm^2$ . Su valor se determina a partir de antecedentes de no menos de 30 parejas de cilindros que representen un concreto cuya resistencia no difiera en más de  $70 Kg/cm^2$ , de la especificada para el trabajo propuesto, y fabricado con materiales, procedimiento y control similares a las del trabajo en cuestión.

### 3.8.9.- CURADO.

La Dirección de la Obra, puede solicitar pruebas de resistencia de muestras curadas en condiciones de campo, de acuerdo con el método de Fabricación y Curado en el Campo de Muestras de Concreto para Pruebas de Flexión y Compresión., a fin de comprobar el curado y la protección del concreto en la estructura.



## CAPITULO 4

INSTALACION DE LA VIA DEL METRO DE MEXICO, FIJADA EN  
FORMA DIRECTA AL PISO DE CONCRETO4.1.- GENERALIDADES.4.1.1.- OBJETO DE LA ESPECIFICACION.

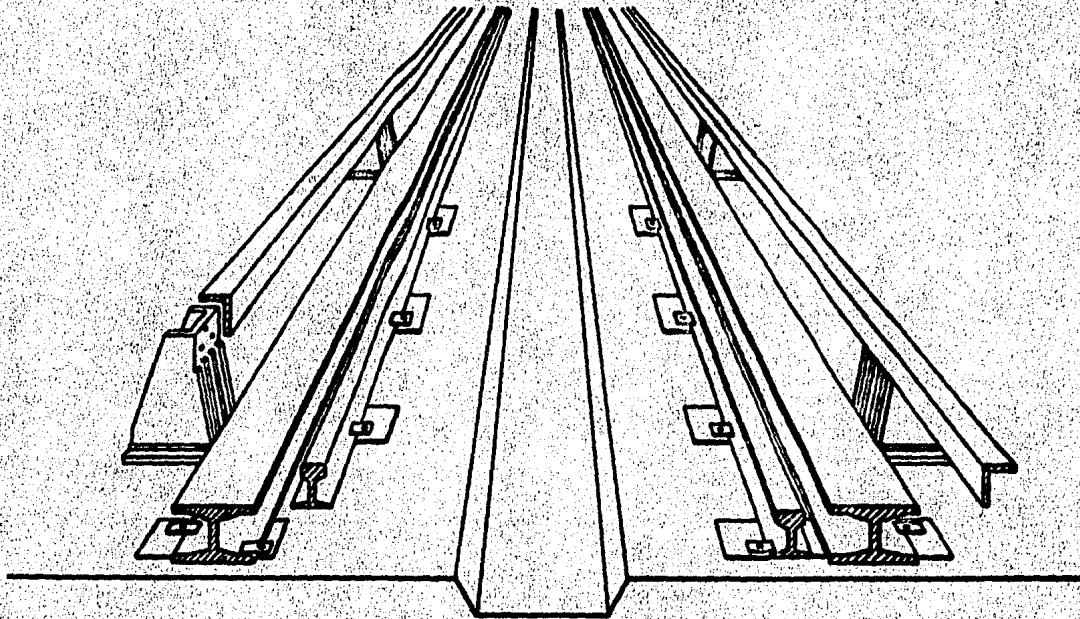
Esta especificación tiene por objeto definir las condiciones y precisar los resultados a obtener, en la realización de los trabajos de instalación de las vías del METRO en aquellas Líneas subterráneas, donde se anticipe que no habrá desalineamientos ni desnivelaciones en la vía y por lo tanto se le piensa fijar en forma directa al piso de concreto.

4.1.2.- CATEGORIA DE TRABAJOS A EJECUTAR.

Los trabajos de vía a ejecutar son clasificados en 3 actividades principales que difieren a su vez por la técnica de colocación y por los resultados a obtener, estas son:

- a) Colocación de la vía de rieles:
- b) Colocación de las pistas de rodamiento:
- c) Colocación de las barras gufa:

4.1.3.- DESCRIPCION SUMARIA DE LA VIA.



<b>UNAM</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	M. FERNANDO AZNAR PAVCA	ACOTA 500
	FIG. No. SISTEMA DE SUJECION DE VIA DIRECTA A LOSA DE CONCRETO	ESCALA 500
		FECHA JULIO 84

Vía destinada a la circulación con pasajeros.

Esta vía es colocada sobre losa de concreto y comprende:

a) Dos rieles de rodamiento 80 ASCE. Estos rieles son utilizados excepcionalmente para el rodamiento de vehículos sobre neumáticos en caso de falla de un neumático portador, y para la circulación de vehículos de trabajo equipados exclusivamente con ruedas metálicas.

b) Dos pistas de rodamiento paralelas, colocadas al exterior de la vía de rieles, constituidas por piezas de rodamiento metálicas. Estas pistas soportan la carga de los trenes de pasajeros y están aisladas del suelo para permitir al igual que los rieles, el retorno de la corriente.

c) Dos barras guía metálicas formadas en ángulo, colocadas sobre los exteriores de los rieles y de las pistas y que descansan sobre aisladores de soporte que a su vez están fijados por medio de tornillos al piso de concreto. Estas barras aseguran el guiado y la alimentación de los trenes de corrientes de tracción.

#### 4.1.4.- TOLERANCIAS ADMITIDAS PARA LA CONSTRUCCION DEL PISO.

El Contratista deberá respetar la tolerancia máxima de 5 mm., de desnivel por 3 m., de longitud de piso. Podrán hacerse correcciones cuando sea necesario sobre las fajas del piso que --

sirven de apoyo a los rieles y a las pistas de rodamiento.

#### 4.1.5.- ESTABLECIMIENTO DE MARCAS DE REFERENCIA PARA ALI NEAMIENTO Y NIVELACION.

A.- Marcas de referencia para alineación.

A.1.- Colocación de marcas de referencia en rectas:

Se colocará sobre el eje del túnel y a cada 30 m, marcas de referencia sinodo preferentemente estacadas de madera.

El Contratista podrá si lo juzga necesario, colocar marcar en los ejes de cada vía con referencia a la línea anteriormente trazada para el eje del túnel.

A.2.- Marcas de referencia para vías en curva:

En curvas y en los enlaces parabólicos o clotoides, sobre el eje de cada vía, serán colocadas marcas de referencia a intervalos regulares.

B.- Marcas para nivelación.

B.1.- Nivelación en rectas:

Los niveles de las vías en rectas serán logrados ayudándose de puntos colocados regularmente sobre los dos muros adyacentes a la vía, a una altura constante.

## B.2. Nivelación en curva:

Al igual que en recta, se marcarán sobre el muro correspondiente de cada vía los niveles a una altura constante según el nivel definido a obtener; estos niveles estarán referidos a la fi la baja de rieles para cada vía.

## B.3.- Condiciones Generales:

Al término de los trabajos, todas las marcas de referencia colocadas sobre el piso serán retiradas y las perforaciones hechas para este fin, serán convenientemente arregladas por el -- Contratista.

### 4.1.6. PLANOS DE COLOCACION.

Estos planos comprenden:

1.- Para la vía de rieles: la ubicación de las calzas y de las juntas aislantes, separación entre rieles, entre vía, etc..

2.- Para la pista de rodamiento: La ubicación de las -- calzas y de las juntas aislantes.

3.- Para la barra guía: La ubicación de los aisladores, -- de los cupones neutros de seccionamiento y la posición transver-- sal de la barra.

Todo cambio en los planos de colocación deberá ser aprobado por COVITUR.

#### 4.2.- VIA DE RIELES.

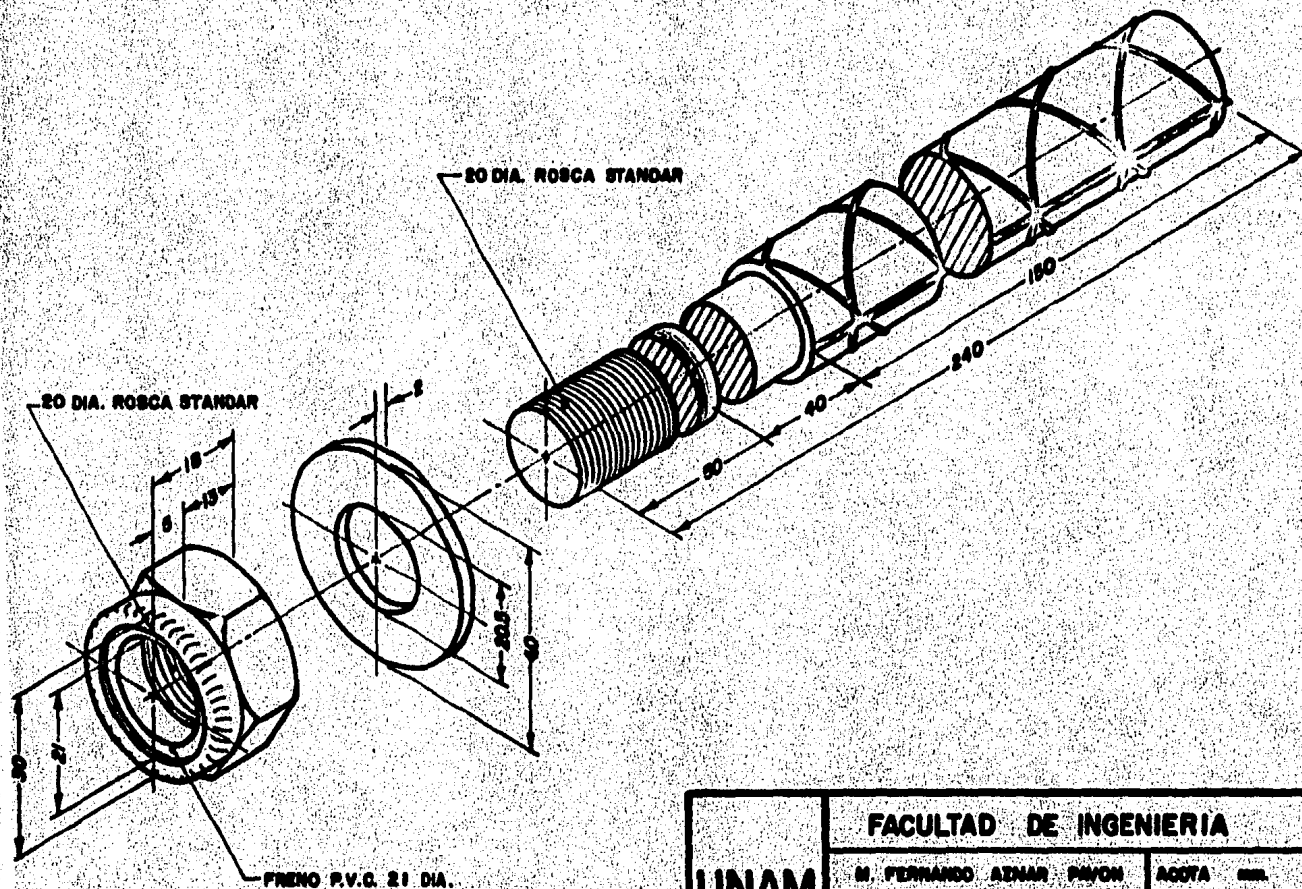
En línea recta como en curva, esta fase de los trabajos comprende las operaciones siguientes:

- a) Perforación de los agujeros en la losa de apoyo para las varillas de fijación de los rieles.
- b) Colocación de los rieles.
- c) Soldadura de los rieles por el método aluminotérmico.
- d) Colocación de calzas, grapas, tirantes y la realización del alineamiento y de la nivelación.
- e) Sellamiento de las varillas y relleno de las calzas con mortero.
- f) Retiro de los tirantes.
- g) Colocación de las juntas aislantes.

##### 4.2.1.- COLOCACION DE LA VIA DE RIELES.

Técnica de realización.

Colocación de la vía férrea en recta.



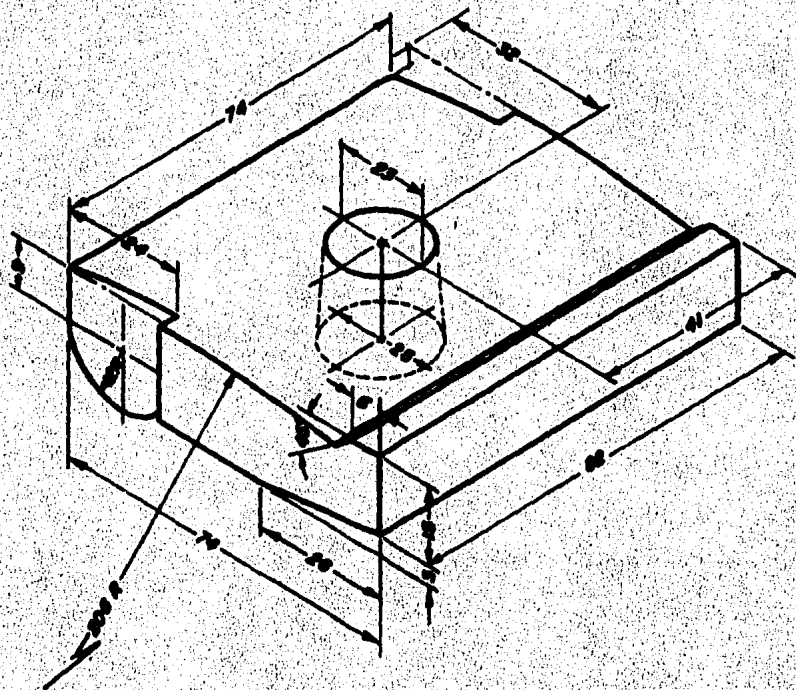
UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

M. FERNANDO AINAR PAVON ACOTA mm.

FIG. No. VARILLA DE FIJACION C/ROLDANA DE RESORTE Y TIERRA AUTOPRENADA ESCALA 1:1

FECHA ASES.84



**UNAM**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

DR. FERNANDO ADEAR PAVON

ADOTA. INEL.

FIG. No. GRAPA DE BILNECION  
DE RUEL Y PISTA  
- RP 60

ESCALA 1:1

FECHA ABOG. 64



Perforación de los agujeros para las varillas de fijación de los rieles:

Cada riel es colocado sobre calzas aislantes distantes entre sí eje a eje 0.75 m; cada una de las calzas es mantenida en su sitio por medio de dos varillas fijadas al piso de concreto.

Se realizará para cada vía 4 agujeros a cada 0.75 m. Cada agujero deberá tener 50 mm., de diámetro y 145 mm., de profundidad con respecto al nivel del piso.

Los cuatro agujeros necesarios para la instalación del par de rieles se realizarán en forma perpendicular con respecto al eje de la vía. Deberán ser perforados perpendicularmente al plano del piso por medio de una plantilla que sirva de guía y con los accesorios necesarios para lograr la longitud conveniente.

Todos los agujeros deberán ser limpiados retirando perfectamente el polvo y los desechos que se introduzcan en ellos durante su perforación e incluso podrán ser obturados hasta la operación siguiente.

Colocación de los rieles.

Los rieles deberán ser transportados y depositados en su lugar final sobre piezas de asiento provisionales. El Contratista deberá tomar en cuenta que las juntas entre los rieles deberán

quedar a más de 130 mm del eje transversal de las perforaciones - con el fin de que las soldaduras no interfieran con las calzas de asiento.

Los rieles serán entonces soldados por el proceso aluminotérmico descrito en otro capítulo.

Las calzas aislantes con las láminas de caucho acanaladas serán a continuación fijadas a los rieles por medio de las varillas de anclaje, de las grapas, de las diferentes rondanas y -- además por las tuercas autofrenadas, teniendo cuidado de repartir las calzas de asiento en el sentido longitudinal, de tal forma -- que las varillas se encuentren sobre el eje de los orificios. Antes de apretar las tuercas, las cuerdas de las varillas de fijación deberán ser aceitadas.

La varilla será mantenida en su posición evitando que gire durante el apretado de la tuerca para evitar que se dañe la calza aislante.

Los rieles serán colocados entonces en los tirantes metálicos.

Estos tirantes servirán para linear y nivelar el riel - con referencia a las diferentes marcas de nivelación y alineamiento colocadas anteriormente. Deberán estar bien apoyados en el piso de concreto con el fin de evitar los desplazamientos del riel-

durante la alineación y nivelación.

Los tirantes estarán espaciados entre sí 3.0 m.

Sellamiento de las varillas de fijación.

Antes de la introducción del mortero de sellamiento, el piso deberá ser cuidadosamente lavado, los orificios serán limpiados y el agua que se les haya introducido será extraída por medio de aire comprimido.

El sellamiento será realizado utilizando un mortero expansivo que será introducido por gravedad en el espacio comprendido entre las varillas y el orificio realizado.

El sellamiento será efectuado justo hasta el nivel del nivel del piso sin sobrepasarlo. Se deberá asegurar que la mezcla tenga la fluidez necesaria para llenar perfectamente los orificios.

La vía recién sellada deberá ser protegida contra choques eventuales.

-Relleno bajo las calzas aislantes.

El relleno bajo las calzas aislantes será realizado después del sellamiento de las varillas de fijación.

Antes de toda ejecución, la zona de apoyo deberá ser cuidadosamente limpiada de todas las asperezas presentadas.

El relleno será enseguida ejecutado por medio de un producto especial definido por la especificación correspondiente.

El producto deberá ser suficientemente plástico y consistente para introducirlo convenientemente y sin hundimientos bajo la calza aislante (altura libre: 15 mm., teórica).

La fijación se terminará mediante un corte franco del -- mortero especial en el sentido vertical de las calzas.

-Retiro de los tirantes de sujeción.

Una vez que los sellamientos y la fijación obtengan una resistencia suficiente, el apriete de las tuercas será ajustado.

Después, de esto los tirantes de sujeción serán retirados con cuidado, evitando los choques sobre los rieles y las partes selladas.

La nivelación y el alineamiento de la vía serán cuidadosamente verificadas después del retiro de los tirantes, conforme a las indicaciones.

#### 4.2.2.- MONTAJE DE LAS JUNTAS AISLANTES DE RIELES 80 --

##### ASCE.

##### A) Técnica de realización.

La vía férrea es cortada en un cierto número de tramos - que sirven para la señalización. Un tramo es separado del tramo adyacente por medio de juntas aislantes situadas en cada fila del riel.

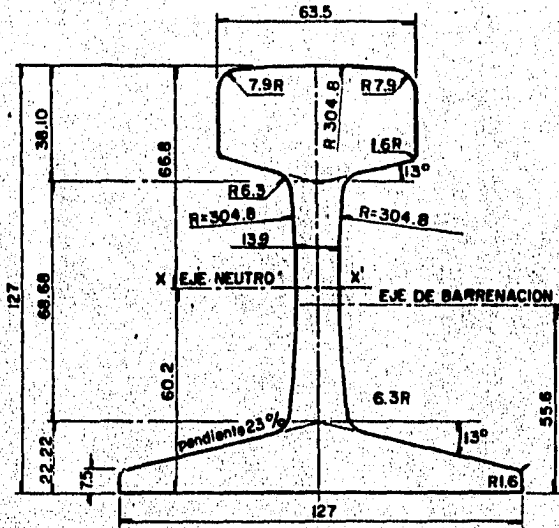
Las juntas aislantes se colocan en los puntos indicados - en los planos de colocación de las vías, entre dos calzas aislantes de riel. Las perforaciones en el piso se realizarán con una plantilla especial.

Una junta aislante de riel incluye un separador aislante (endpost), dos planchuelas aislantes (epoxi-fibra de vidrio) y -- dos plaquetas metálicas que unen los extremos de los rieles. Cada planchuela es fijada por seis tornillos con rondana y tuerca.

Para obtener una "junta perfecta", se realizará la junta aislante, mediante corte con sierra de un riel.

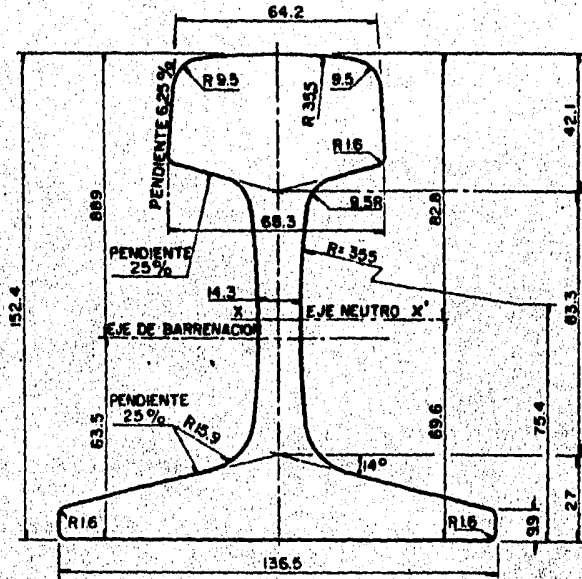
#### 4.3.- INSTALACION DE LAS PISTAS.

En la línea recta como en curva, esta fase de los trabajos comprende las operaciones siguientes:



RIEL DE 80 ASCE  
 SECCION: 5071 mm<sup>2</sup>  
 PESO: 39.807 Kg./m  
 MOMENTO DE INERCIA RESPECTO  
 AL EJE XX': 1098.9 cm<sup>4</sup>  
 DENSIDAD: 7.85  
 ESPECIFICACION TECNICA No 2

<b>UNAM</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	M. FERNANDO AZNAR PAVON	ACOTA: mm.
	FIG. No. 4 PERFIL DE RIEL DE 80 ASCE	ESCALA: SIN FECHA: JULIO 64



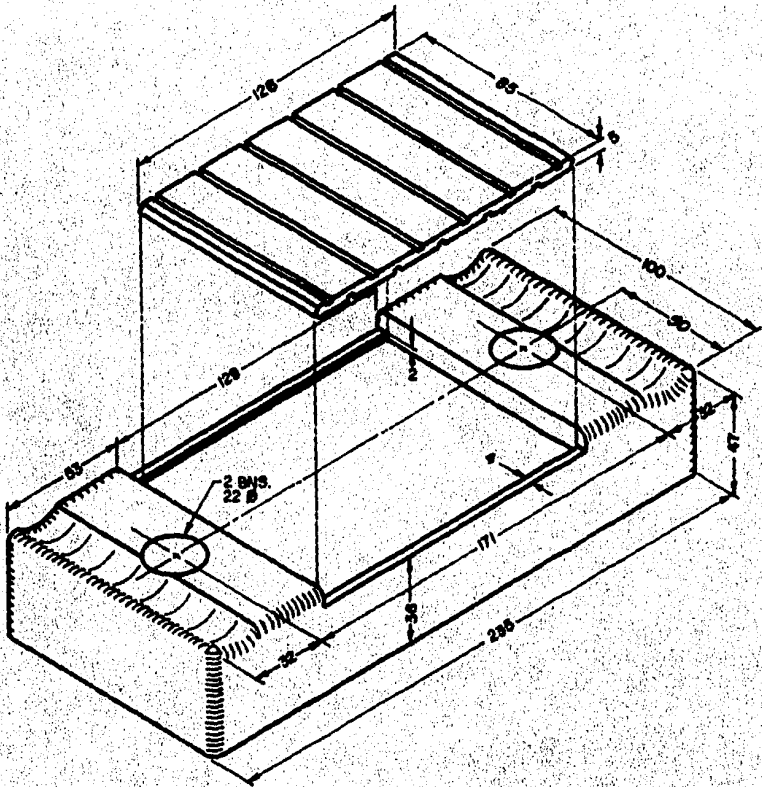
RIEL DE 100 RE  
 SECCION: 6420  
 PESO: 50.391 Kg/m  
 DENSIDAD: 7.85  
 ESPECIFICACION TECNICA No 2

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

M. FERNANDO AZHAR PAVON  
 FIG. No. 5  
 PERFIL DE RIEL  
 DE 100 RE

ACOTA: mm.  
 ESCALA: SIN  
 FECHA: JULIO 64



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

N. FERNANDO AZNAR PAVON

ACOTA 800

FIG No. CALZA AISLANTE  
6 Y ALMOHADILLA  
PARA RIEL

ESCALA 1:2

FECHA JULIO 84



- a) Perforación de los agujeros en la losa de apoyo para las varillas de fijación.
- b) Soldadura de las pistas por el método aluminotérmico.
- c) Colocación de las pistas.
- d) Colocación de calzas, grapas, tirantes y la realización del alineamiento y de la nivelación.
- e) Sellamiento de las varillas y relleno de las calzas con mortero.
- f) Retiro de los tirantes.
- g) Colocación de las juntas aislantes.
- h) Conexiones eléctricas.

#### 4.3.1.- COLOCACION DE LAS PISTAS.

Técnica de realización.

Colocación de las pistas en recta.

Las pistas serán colocadas sobre calzas aislantes distantes entre sí eje a eje 0.75 m. y colocadas entre 2 calzas para -- rielees cada calza es mantenida en su sitio por medio de dos varillas fijadas al piso de concreto.

Se realizarán para cada vía 4 agujeros a cada 0.75 m. --

Cada agujero deberá tener 50 mm. de diámetro y 145 mm. de profundidad con respecto al nivel del piso.

Los cuatro agujeros necesarios para la instalación del par de pistas se realizarán en forma perpendicular con respecto al eje de la vía. Deberán ser perforados perpendicularmente al plano del piso por medio de la misma plantilla utilizada para la perforación de los agujeros para fijación de los rieles por lo que se efectuarán entonces al mismo tiempo que los necesarios para estos últimos.

Todos los agujeros deberán ser limpiados retirando perfectamente el polvo y los desechos que se introduzcan en ellos durante su perforación e incluso podrán ser obturados hasta la operación siguiente.

#### -Colocación de las pistas.

Las pistas deberán ser depositadas en su lugar final, después de ser soldadas por el proceso aluminotérmico, sobre piezas de asiento provisionales.

Las calzas aislantes con las láminas de caucho acanalladas serán a continuación fijadas a las pistas por medio de las varillas de fijación, de las grapas, de las diferentes rondanas y de las tuercas autofrenadas, teniendo cuidado de repartir las calzas de asiento en el sentido longitudinal, de tal forma que las -

varillas se encuentren sobre el eje de los orificios. Antes de apretar las tuercas, las cuerdas de las varillas de fijación deberán ser aceitadas.

Las pistas serán colocadas entonces en los tirantes metálicos. Estos tirantes servirán para alinear y nivelar las pistas con referencia a los rieles colocados anteriormente. Deberán estar bien apoyados en el piso de concreto con el fin de evitar los desplazamientos de las pistas durante la alineación y nivelación. La separación máxima entre tirantes será de 6 m.

**-Sellamiento de las varillas de fijación.**

Antes de la introducción del mortero de sellamiento, el piso deberá ser cuidadosamente lavado, los orificios serán limpiados y el agua que se les haya introducido será extraída por medio de aire comprimido.

El sellamiento será realizado utilizando el mismo mortero expansivo que para los rieles y será introducido por gravedad en el espacio comprendido entre las varillas y el orificio realizado.

El sellamiento será efectuado justo hasta el nivel del piso sin sobre pasarlo. Se deberá asegurar que la mezcla tenga la fluidéz necesaria para llenar perfectamente los orificios.

Las pistas recién selladas deberán ser protegidas contra choques eventuales.

- Relleno bajo las calzas aislantes.

El relleno bajo las calzas aislantes será utilizado después del sellamiento de las varillas de fijación y después de un tiempo que será determinado de acuerdo con COVITUR y que dependerá del producto utilizado.

Antes de toda ejecución, la zona de apoyo deberá ser cuidadosamente limpiada de todas las asperezas presentadas.

El relleno será enseguida ejecutado por medio del mismo producto especial utilizado para las calzas de los rieles.

La fijación se determinará mediante un corte franco del mortero especial en el sentido vertical de las calzas.

- Retiro de los tirantes de sujeción.

Los tirantes de sujeción serán retirados con cuidado, evitando los choques sobre las pistas y las partes selladas. El apriete de las tuercas será ajustado.

La nivelación y el alineamiento de las pistas serán cuidadosamente verificadas después del retiro de los tirantes.

**Resultados a Obtener:**

Las tolerancias máximas admisibles son las siguientes:

**-Perforación de los orificios:**

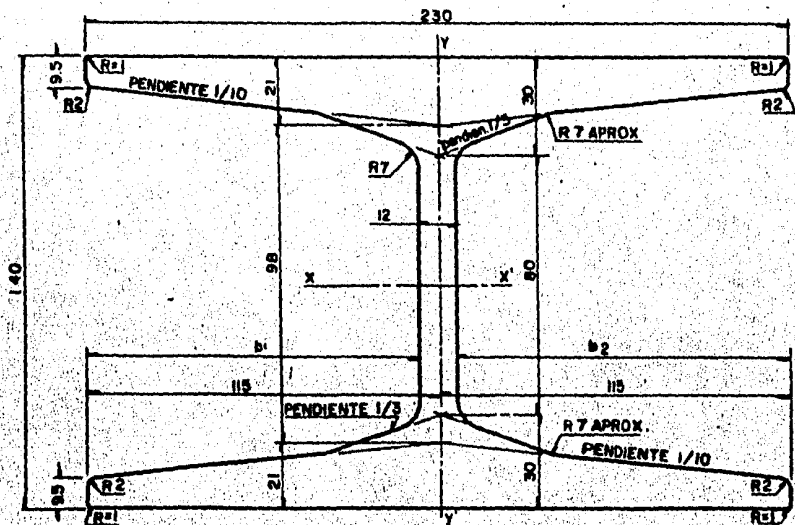
- a) Profundidad de los agujeros con respecto al nivel del piso --  
0 mm. + 5 mm.
- b) Posición transversal de los orificios con respecto al eje de -  
la vía:  $\pm$  3 mm.
- c) Posición longitudinal:  $\pm$  5 mm.
- d) Los dos orificios de una misma calza aislante deberán ser perfectamente perpendiculares al eje de la vía.

**- Alineación de las pistas:**

- a) Distancia del eje de las pistas respecto al borde interior del riel más cercano:  $\pm$  3 mm.

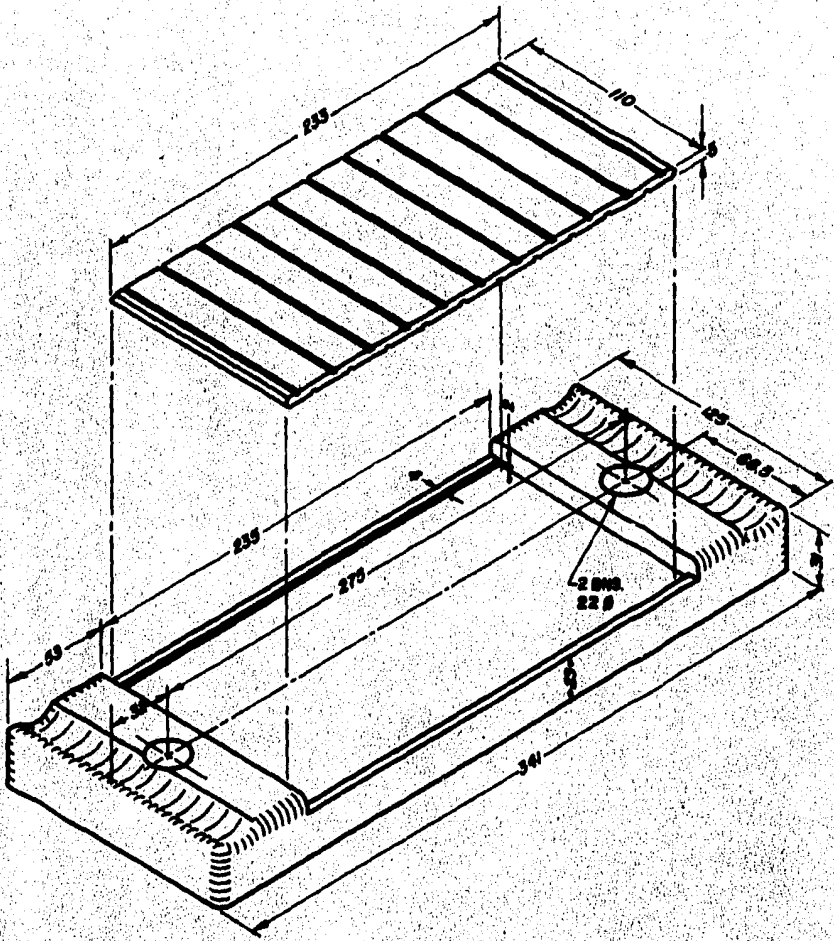
**-Nivelación de las pistas:**

- a) Nivel de la pista con respecto al riel más cercano: + 3 mm. -  
- 0 mm.
- b) Nivelación transversal de una pista con respecto a ella misma-  
 $\pm$  1 mm.



SECCION : 8705 mm<sup>2</sup>  
 PESO : 88.334 Kg./m.  
 MOMENTO DE INERCIA RESPECTO AL EJE XX'=2926 cm<sup>4</sup>  
 MOMENTO DE INERCIA RESPECTO AL EJE YY'=2528 cm<sup>4</sup>  
 DENSIDAD  $\rho$  = 7.85  
 ESPECIFICACION TECNICA No. 12 A

<b>UNAM</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	M. FERNANDO AZNAR PAVON	ACOTA : 11.11
	FIG. No. 7 PERFIL DE LA PISTA DE RODAMIENTO	ESCALA : 8/11 FECHA : JULIO 64



**UNAM**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

M. FERNANDO AZNAR PAVON

ACOTA mm.

FIG. No. **CALZA AISLANTE  
Y ALMOHADILLA  
PARA PISTA**

ESCALA 1:25

FECHA JULIO 84

c) Nivelación transversal de una pista con respecto a la otra -  
 $\pm$  2 mm.

#### 4.3.2.- MONTAJE DE LAS JUNTAS AISLANTES PARA LAS PISTAS.

##### A) Técnica de realización.

La pista metálica incluye juntas aislantes en los extremos de los tramos de señalización, que se sitúan a 0.43 m., de -- las juntas aislantes de rieles. Las perforaciones en el piso se realizarán con la plantilla especial.

Estas juntas en voladizo incluyen, de acuerdo con las indicaciones de los planos, un separador de material aislante (end-post) y dos planchuelas aislantes (epoxi-fibra de vidrio) que -- unen los dos extremos de la pista y los sujetan por medio de seis tornillos en total, con dos planquetas, roldanas y tuercas.

Una junta aislante se obtendrá por medio del corte con sierra, de una misma pista.

#### 4.3.3.- CONEXIONES ELECTRICAS ENTRE RIEL Y PISTA EN VIA- ORDINARIA.

Los rieles y las pistas están conectadas por elementos eléctricos del tipo "BURNDY" o similar, soldados sobre el pie de los perfiles.

Las conexiones son colocadas en la mitad de los extremos



del tramo de señalización y antes de la junta aislante.

#### 4.4.- COLOCACION DE LAS BARRAS GUIA.

Esta parte de los trabajos comprende:

- a) Perforación de los agujeros para la colocación de los tornillos en los anclajes con conos de plomo.
- b) Colocación de los tornillos en los anclajes con conos de plomo.
- c) Sellamiento del espacio anular entre los tornillos y las paredes de los agujeros.
- d) Revestimiento del piso en el sitio de asiento de los aisladores.
- e) Montaje de la calza y del aislador.
- f) Montaje provisional de las barras guía para el trazado de la posición de los pernos Nelson.
- g) Retiro de las barras y soldadura de los pernos Nelson.
- h) Montaje definitivo y ajuste de las barras guía.
- i) Soldadura de las barras guía.
- j) Discontinuidades de las barras guía: cupones neutros, crucetas.
- k) Esmerilado de las barras guía.

**4.4.1. EMPAREJAMIENTO DEL PISO EN LA ZONA DE ASIENTO --  
DEL AISLADOR.**

**A) Técnica de realización.**

Es conveniente verificar el nivel del piso en el sitio de asiento de los aisladores por medio de un escantillón y efectuar el emparejamiento necesario.

**B) Resultados a obtener.**

La distancia comprendida entre el plano de rodamiento -- del riel y el piso bajo el aislador deberá ser igual o superior a 175 mm.

**4.4.2.- COLOCACION DE LOS AISLADORES.**

**A) Técnica de realización.**

Perforación de los agujeros para la colocación de los -- tornillos en los anclajes con conos de plomo.

Los agujeros se harán en los diámetros y profundidades -- marcadas en los planos, es decir:

-38 mm., de diámetro y 100 mm. de profundidad con res--- pecto al piso (280 mm. con respecto al plano de rodamiento), pa-- ra los cuatro agujeros.

Los agujeros deberán ser perfectamente perpendiculares - al plano de la vía.

Es indispensable que el equipo de perforación sea correctamente guiado por una plantilla de precisión, sólidamente sujeta a la vía de rieles y formada por cuatro tubos largos para cada una de las dos filas de una vía simple, perfectamente colocados - unos con respecto a los otros.

Después de la perforación, los agujeros serán limpiados - tal como se hace para los de los rieles y pistas.

-Colocación de los anclajes con conos de plomo.

Antes de la colocación de los anclajes, la profundidad - de los agujeros será verificada por el representante de COVITUR - por medio de una escantillón que tome como referencia el plano de rodamiento de la vía de rieles.

Después de esto, los anclajes con conos de plomo serán - colocados según la técnica recomendada por el fabricante.

El representante de COVITUR podrá verificar para cada - agujero, el ajuste correcto de los anclajes.

-Sellamiento del espacio anular comprendido entre el tornillo y - las paredes del agujero.

Esta operación tiene por objeto evitar que los tornillos sean desplazados lateralmente bajo el efecto de las fuerzas laterales transmitidas por los vehículos a las barras guía y a sus soportes.

Esta operación será efectuada con los tornillos provisionales sin cabeza.

Los cuatro tornillos provisionales de cada soporte serán atornillados hasta la profundidad requerida en los orificios.

Después, un mortero especial será introducido en el espacio comprendido entre el tornillo y el agujero hasta el nivel del piso. Se tomarán todas las precauciones posibles para evitar que el mortero se introduzca en el anclaje y además para evitar que el mortero quede adherido al tornillo provisional. Por ejemplo; el tornillo podrá ser cubierto por un desmoldeante o provisto de una funda de cartón de poco espesor.

Cualquiera que sea el procedimiento adoptado y como medida de precaución, los tornillos serán aflojados en una vuelta en el momento en que el mortero inicie su fraguado.

-Revestimiento del piso para la colocación de los aisladores

Es esencial que la cara vertical del aislador contra la que se apoya la barra guía, sea perfectamente perpendicular al --

plano, de rodamiento de la vía, paralela al eje de la vía y situada exactamente con respecto al borde de rodamiento interior del riel más cercano.

Además, la parte superior del aislador, sobre la que descansa el ala horizontal de la barra, deberá también estar situada a la altura exacta con respecto al plano de rodamiento de la vía.

La perpendicularidad del aislador con su calza, con el plano de la vía y su nivel, serán obtenidos automáticamente con la aplicación de un producto especial sobre el piso en el lugar de colocación de los aisladores.

Las dimensiones y la posición del revestimiento por realizar son precisadas en el plano. Su espesor teórico es cercano a 13 mm., pero en realidad hay que tomar en cuenta el nivel real del piso en cada sitio.

El producto especial para el revestimiento será el mismo al utilizado para rellenar bajo las calzas de rieles y pistas.

-Montaje de los aisladores.

En el momento en que el mortero haya fraguado lo suficiente para soportar a la calza y al aislador, estos serán introducidos en el material de revestimiento utilizando como guía a los pernos provisionales sin cabeza, previamente sellados.

El aislador con calza alcanzará entonces su altura prevista con respecto a la vía férrea. Dicha altura, la perpendicularidad de la cara del aislador con respecto al plano de la vía y su paralelismo así como la distancia teórica del aislador con respecto al borde interior del riel más cercano, serán obtenidos mediante un escantillón que tome como referencia a la vía férrea.

La colocación de los tornillos permanentes de los aisladores y su apriete definitivo no será realizado hasta que los sellamientos y rellenos hayan adquirido la resistencia suficiente para soportar los esfuerzos sin daño alguno. Antes de su apriete, las cuerdas de los tornillos serán aceitadas.

#### B) Resultados a obtener.

Las tolerancias máximas permitidas son las siguientes:

##### a.- Perforación de los agujeros.

-Profundidad de los agujeros medida con respecto al plano de rodamiento:  $\pm 3$  mm.

-Eje de los agujeros en los dos sentidos:  $\pm 1$  mm.

-Distancia de los agujeros con respecto al eje de la vía:  $\pm 3$  mm.

- 0 mm.

b.- Posición de los tornillos de fijación.

- Eje de los tornillos en los dos sentidos:  $\pm$  1 mm.
- Distancia teórica de los tornillos con respecto al eje de la vía + 3 mm, - 0 mm.

c.- Montaje del aislador.

-Distancia teórica del aislador con respecto al borde interior del riel más cercano: + 5 mm, - 2 mm.

-Paralelismo de la cara del aislador con respecto al borde interior del riel más cercano:  $\pm$  1 mm.

-Altura del aislador con respecto al plano de rodamiento:  $\pm$  2 mm.

4.4.3.- COLOCACION PROVISIONAL DE LAS BARRAS GUA PARA --  
TRAZADO DE LA POSICION DE LOS PERNOS NELSON.

Las barras guía descansan sobre los aisladores. En situación definitiva, éstas son fijadas sobre los aisladores por medio de tuercas autofrenadas atornilladas a los pernos Nelson.

La soldadura de los pernos Nelson sobre las barras guía, consiste en una soldadura con arco eléctrico por acercamiento. -- Para que esta soldadura se realice en las mejores condiciones la especificación impone que los pernos Nelson, sean soldados verticalmente y que la soldadura se encuentre en la parte inferior del

perno.

- Barras guía en línea recta.

Las barras guía serán colocadas en forma provisional sobre las cabezas de aisladores y serán sujetas en esa posición firmemente por medio de prensas manuales o cualquier otro modo de fijación, a elección del contratista.

Varias barras serán colocadas una tras otra, dejando entre cada una, igual que para los rieles de rodamiento y en la misma forma, la separación necesaria para la soldadura aluminotérmica.

Entonces, la posición de cada cabeza de aislador será -- marcada y trazada de manera precisa en las barras, por medio de -- una plantilla que podrá servir también, si el contratista lo juzga útil, para la soldadura de los pernos Nelson.

La primera barra guía deberá colocarse de manera que su extremo quede entre dos aisladores y a 0.2 m., ó más de la parte más cercana del aislador.

Dado que las barras tienen 18.0 m., es decir una longitud múltiple de la distancia entre aisladores, o sea 3.0 m, la -- soldadura siguiente será ubicada en principio, en la misma posición relativa entre dos aisladores.

Sin embargo, debido a las tolerancias y a las separacio-



nes en las uniones soldadas,, puede ocurrir que en un momento dado la distancia del aislador más cercano sea inferior a 0.2 m.. En éste caso, la barra será recortada para lograr las condiciones antes señaladas.

#### 4.4.4.- RETIRO DE LAS BARRAS, SOLDADURAS DE LOS PERNOS - NELSON.

Después del trazado, las barras serán desmontadas y descansarán en la vía, de tal manera que los pernos puedan ser soldados verticalmente, con la soldadura en la parte inferior.

La ubicación de los pernos se obtiene automáticamente mediante el asiento de la plantilla mencionada anteriormente.

Esta plantilla deberá permitir la colocación exacta de los pernos Nelson, no solamente en el sentido longitudinal, sino también en el sentido vertical con respecto a la horizontal de la barra guía.

#### 4.4.5.- MONTAJE DEFINITIVO Y AJUSTE DE LAS BARRAS GUIA.

##### A) Técnica de realización.

Antes de colocar las barras, el Contratista deberá colocar la calza permanente de 5 mm., de espesor con 3 barrenos. Se colocará la barra sobre los aisladores con sus rondanas y tuercas

y se procederá al apriete de éstas.

Una vez colocadas las barras, se verificará con un escantillón la posición de la cara vertical de la barra guía interior con respecto al borde interior del riel más cercano. En caso necesario se colocarán calzas de ajuste fino, separadas en dos partes para facilitar su colocación, de 1, 3 y 4 mm., de espesor.

**El Contratista deberá asegurarse:**

-Que el ala vertical de las barras sea perpendicular al plano de rodamiento.

-Que las barras hayan sido colocadas respetando las tolerancias definidas en la parte B de este inciso.

**B) Resultados a obtener:**

**Tolerancia en la colocación de las barras guía:**

-Separación entre la barra guía interior y el borde interior del riel más cercano: + 2 mm, - 1 mm.

-Separación entre las dos barras guía con respecto al nivel de los rieles:  $\pm$  5 mm..

#### 4.4.6.- SOLDADURA DE LAS BARRAS GUIA CON EL METODO ALUMINOTERMICO.

Las barras guía se sueldan en el sitio con el método aluminotérmico.

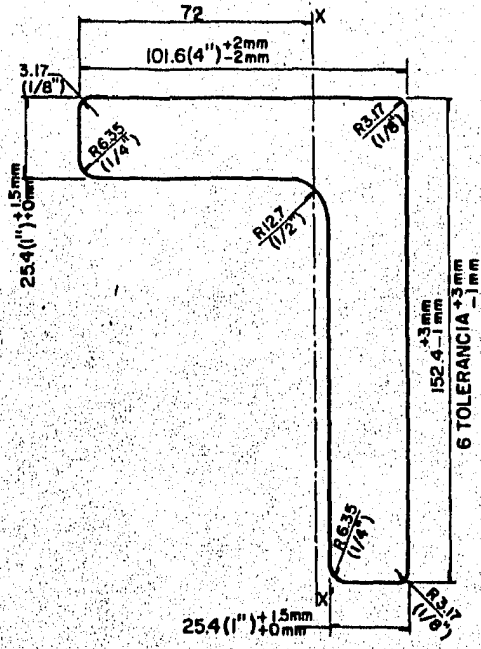
Será necesario al efectuar una soldadura, aflojar las -- tuercas autofrenadas y retirar las posibles calzas de ajuste fino que ahayn sido colocadas, en al menos el aislador más cercano a la soldadura, para permitir más facilmente la alineación de los -- tramos de barra por soldar y evitar daños a las calzas de ajuste.

#### 4.4.7.- DISCONTINUIDADES DE LAS BARRAS DE CORRIENTE: CUPONES NEUTROS Y CRUCETAS.

Las discontinuidades en las barras guía o de corriente, se realizan en dos formas:

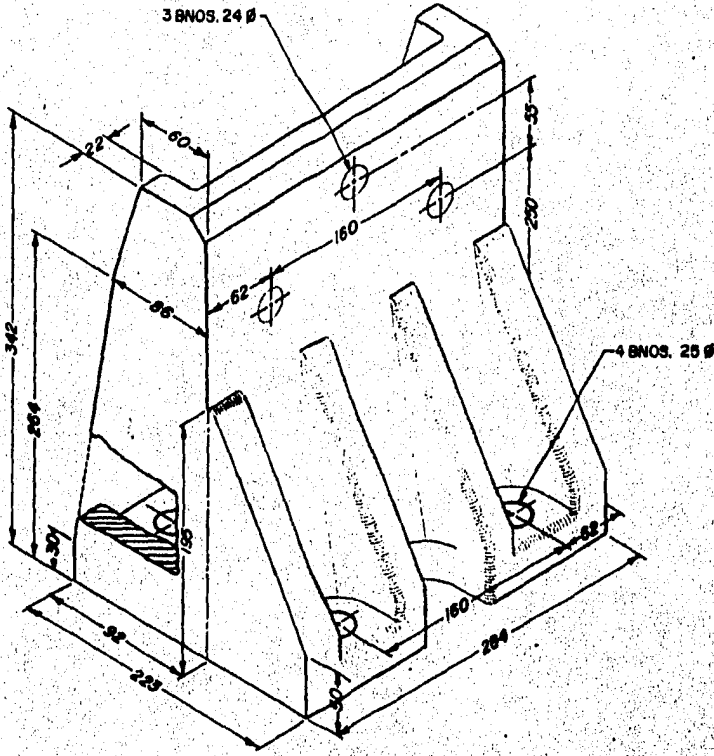
- a) Mantenimiento la continuidad del guiado.
- b) Interrumpiendo el guiado, como ocurre al franqueo de los aparatos de vía.

En el primer caso, la discontinuidad en la barra de corriente se logra por medio de un cupón neutro que comprende la -- instalación de tres bloques aislantes.



SECCION : 5824 mm<sup>2</sup>  
 PESO : 45.718 Kg/m  
 MOMENTO DE INERCIA RESPECTO  
 AL EJE XX' = 447.45 cm<sup>4</sup>  
 MODULO DE INERCIA  $\downarrow$  62.17 cm<sup>3</sup>  
 DENSIDAD 7.85

<b>UNAM</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	M. FERNANDO AZNAR PAVON	ACOTA: mm.
	FIG. No. 9 BARRA DE TOMA DE CORRIENTE 4x6x1	ESCALA: SIN FECHA JULIO 84.



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

M. FERNANDO AZNAR PAVON

ACOTA mm.

FIG. No 10 AISLADOR DE TUNEL

ESCALA 5/11

FECHA JULIO 84

En el segundo caso, la barra de corriente finaliza con una cruceta, permitiendo a la escobilla un alejamiento o un acercamiento progresivo a la barra de corriente.

Los bloques aislantes se coloban en línea recta y excepcionalmente en curva de radio superior o igual a 300 m.. Los cortes se harán con sierra y en una misma barra.

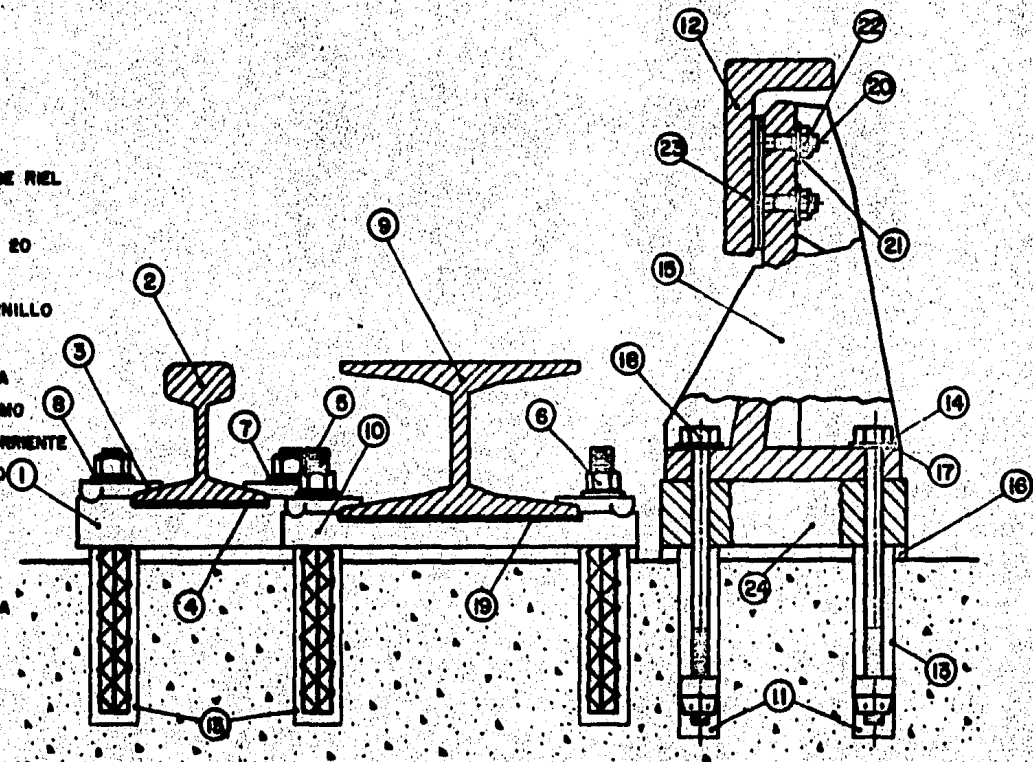
#### 4.4.8.- ESMERILADO DE LAS BARRAS GUIA.

Las barras guía se entregan en estado de laminado. La cara vertical de la barra en la que ruedan los neumáticos guía y se deslizan las escobillas positivas, tiene irregularidades o puntos de óxido que pueden ser molestos en el momento de la puesta en servicio.

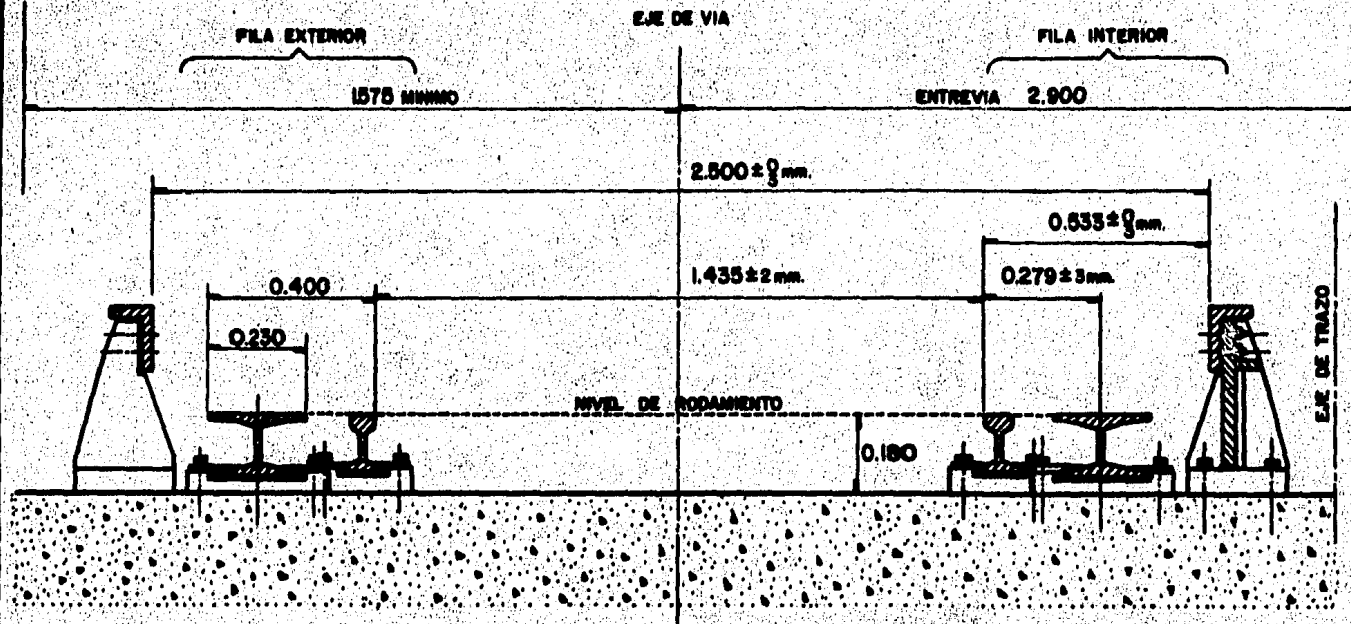
Por lo tanto, esta cara deberá esmerilarse. Los puntos de ataque de las escobillas, es decir, las crucetas, deberán esmerilarse hasta obtener el pulido. El resto de la barra guía deberá esmerilarse en forma más moderada, hasta retirar las irregularidades.

Después del esmerilado, a la cara vertical de las barras guía, se les aplicará una capa de grasa grafitada.

- ① CALZA AISLANTE DE RIEL
- ② RIEL
- ③ GRAPA
- ④ ALMOHADILLA AISLANTE DE RIEL
- ⑤ VARILLA DE FIJACION
- ⑥ TUERCA AUTOPRENADA M 20
- ⑦ ROLDANA PLANA
- ⑧ ROLDANA ELASTICA P/TORNILLO
- ⑨ PISTA DE RODAMIENTO
- ⑩ CALZA AISLANTE DE PISTA
- ⑪ ANCLAJE C/CONO DE PLOMO
- ⑫ BARRA GUIA - TOMA DE CORRIENTE
- ⑬ PRODUCTO DE SELLAMIENTO
- ⑭ ROLDANA GROWER
- ⑮ AISLADOR
- ⑯ PRODUCTO DE RELLENO
- ⑰ ROLDANA PLANA ALARGADA
- ⑱ TORNILLO M 22 CAB. HEX.
- ⑲ ALMOHADILLA A/P. MET.
- ⑳ PERNO NELSON
- ㉑ ROLDANA DE PRESION
- ㉒ TUERCA AUTOPRENADA M M 18
- ㉓ CALZA AJUSTE PERMANENTE
- ㉔ CALZA DE AISLADOR



<b>UNAM</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	M. FERNANDO AZNAR PAVON	ACOTA SIN
	Pg. No. 11	ESCALA 1:5
	<b>DETALLE DE INSTALACION DE VIA SOBRE CONCRETO</b>	FECHA JULIO 84



<b>UNAM</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	M. FERNANDO AZNAR PAVON	ACOTA Mts.
	FIG. No. SISTEMA DE FIJACION DE VIA DIRECTA 12 SOBRE CONCRETO	ESCALA 1:150  FECHA JULIO 84



#### 4.4.9- TERMINACION DE LA VIA.

No podrá darse por terminada la vía hasta que se realice una completa revisión y limpieza de los drenajes previstos en la estructura. Deberán inspeccionarse y limpiarse todos los registros y tramos de tubería y drenes entre ellos y hasta los cárcamos previstos para desalojar las aguas drenadas.

Además deberá realizarse una inspección para certificar que se encuentran colocados y con sus tuercas, todos los pernos de fijación que forman parte del sistema de vía. De manera arbitraria se seleccionarán cinco de cada cien pernos de cada tipo colocado en la vía, para certificar que están debidamente apretados.

Previamente a la inspección para la entrega, la vía terminada deberá recorrerse en su totalidad para retirar todo elemento y material extraño a la formación de la vía, tales como: pernos sueltos, tuercas sueltas, herramientas, cascajo, restos de materiales, y en fin todo objeto ajeno a la vía.

## CAPITULO 5

SUMINISTRO DEL MATERIAL DE RELLENO BAJO CALZAS AISLANTES  
DE APOYO DE VIA, PARA EL SISTEMA DE VIA DIRECTA SOBRE --  
CONCRETO DEL METRO DE MEXICO5.1.- MATERIAL.

Para ser aceptado un producto, deberá pertenecer a la categoría de los morteros a base de pegamento para concreto y además cumplir satisfactoriamente los ensayos marcados en esta especificación.

5.2.- ENSAYES EN LABORATORIO.5.2.1.- RESISTENCIA A LA COMPRESION.

Los ensayos de compresión serán realizados en tres cubos de 50.8 mm., (2") por lado, fabricados con el producto a ensayar.

5.2.2.- RESISTENCIA A LA TENSION.

Los ensayos de tracción deberán realizarse en tres vigas hechas con el producto a ensayar.

5.3.- ENSAYES EN EL TUNEL ANTES DEL INICIO DE LOS TRABAJOS.

- Adherencia al Concreto Mojado del Piso del Túnel.

El ensaye se efectuará sobre una parte del piso que haya sido alisada con llana. Se aplicarán sobre el piso y con el producto a utilizar, bandas de 250 mm. de ancho y 10 milímetros de espesor. La superficie del piso podrá ser preparada según las recomendaciones del fabricante del producto, pero la misma preparación será enseguida exigida para los trabajos.

A los 28 días después de su aplicación, la adherencia de el producto al concreto será verificada por medio de un ensaye de arrancamiento con un aparato calibrado según el procedimiento descrito en el anexo No. 1 de esta especificación.

#### 5.4.- CONTROL DURANTE LOS TRABAJOS.

La calidad del producto utilizado será verificado de forma regular durante los trabajos.

#### 5.5.- RESULTADOS A OBTENER.

1.- Resistencia mínima a compresión después de 7 días:

( 200 Kg/cm<sup>2</sup> ).

2.- Resistencia mínima a tensión después de 7 días:

( 35 Kg/cm<sup>2</sup> ).

3.- Adherencia mínima al concreto:

( 12 Kg/cm<sup>2</sup> ).

## 5.6.- ANEXO No. 1

### 5.6.1.- ENSAYE DE ADHERENCIA DEL PRODUCTO DE RELLENO.

En las bandas de 250 mm., de ancho y 10 milímetros de espesor, aplicadas sobre la superficie mojada de concreto, el ensaye de adherencia se llevará a cabo de la siguiente forma:

1.- Después de que el producto haya endurecido, deberán cortarse en las bandas aplicadas y mediante una corazonada, al menos de 5 discos de 2" ( 5 cm) de diámetro. Dichos discos deberán quedar aislados del resto del producto aplicado pero no deberán desprenderse en ninguno de sus puntos de contacto con el piso de concreto.

2.- Deberá pegarse a los discos cortados, una tapa para tubo que haya sido maquinada para dejarla lisa y con una superficie de contacto con diámetro de 2". (5 cm). Se utilizará para pegarla, algún adhesivo epóxico de fraguado rápido que se consiga en el mercado; el pegamento deberá aplicarse tanto al disco de prueba, como a la tapa maquinada que se usará en el ensaye.

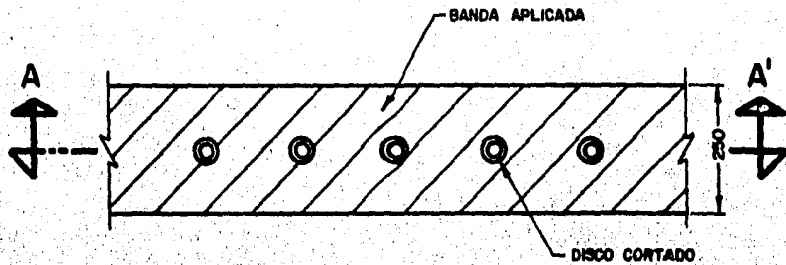
El disco, será ensayado aplicando una fuerza de tensión mediante un dispositivo igual o similar al mostrado en la figura No. 14. La fuerza de tensión será aplicada aproximadamente a razón de 10 Kg., por segundo.

Se registrará la carga a la que se obtenga la falla por arrancamiento teniendo cuidado en identificar adecuadamente la fa

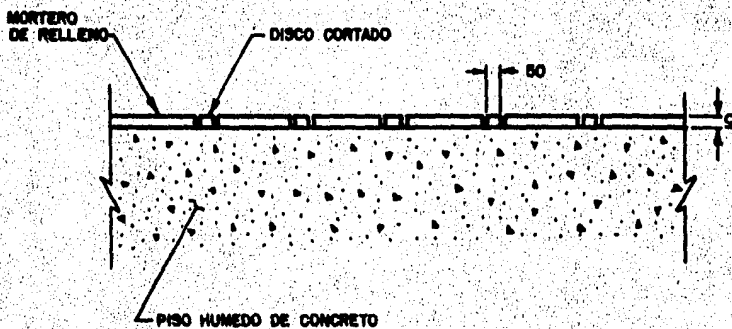
lla que se busca, puesto que hay 3 tipos posibles de fallas.

- a) Falla del concreto (Falla de cohesión del concreto).
- b) Separación del disco cortado de la superficie de concreto.
- c) Falla del adhesivo empleado para pegar la tapa al disco cortado.

El objeto de este anexo, es ensayar el producto utilizado para las bandas aplicadas sobre el piso de concreto, la falla a buscar será del tipo mencionado en segundo lugar en la clasificación anterior y será del tipo únicamente la que se considere para comparar con los valores mínimos exigidos en la especificación.



P L A N T A



C O R E A - A'

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

M. FERNANDO AZNAR PAVON

ADOTA mm.

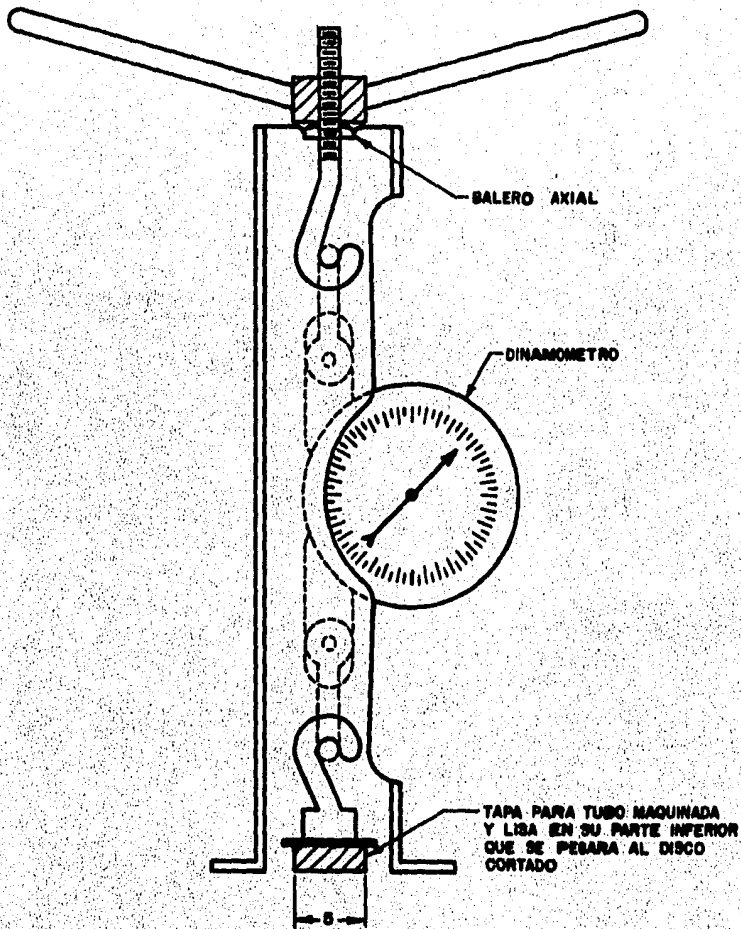
FIG. No.

ENSAYE DE  
ADHERENCIA

ESCALA 5/11

13

FECHA SEP. 64



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

M. FERNANDO AZNAR PAVON

ACOTA cm.

FIG. No. ENSAYE DE  
14 ADHERENCIA

ESCALA SIN

FECHA SEP 64

## CAPITULO 6

SUMINISTRO DEL PRODUCTO DE SELLAMIENTO PARA LAS FIJACIONES  
DE LAS VIAS DEL METRO DE MEXICO, COLOCADAS DIRECTAMENTE --  
SOBRE PISO DE CONCRETO6.1.- OBJETO.

La presente especificación técnica tiene por objeto, definir las características del mortero expansivo a utilizarse para el sellamiento de las fijaciones de la vía sobre concreto del -- METRO de México.

6.2. ENSAYES DE CONTROL.6.2.1. ANTES DEL INICIO DE LOS TRABAJOS DE INSTALACION-  
DE LA VIA.

Antes del inicio de los trabajos, el producto de sellamiento propuesto será sometido al ensaye siguiente:

En el eje de la vía o en un sitio elegido por COVITUR, fuera de ella con un piso de concreto igual al de la vía, es decir, f'c 300 Kg/cm<sup>2</sup> y 20 cm de espesor como mínimo, deberán realizarse seis perforaciones de 50 mm., de diámetro y 145 mm., de profundidad. En seguida, seis varillas de fijación de las que se -- usarán en la vía (25.4 mm., de diámetro), serán colocadas hasta -- una profundidad de 135 mm., en el agujero y posteriormente sella-



das con el mortero expansivo destinado para este fin.

### 5.3.- DURANTE LOS TRABAJOS DE INSTALACION DE VIA.

Con objeto de verificar la resistencia de los sellamientos al arrancamiento durante la instalación de la vía, el Contratista deberá realizar perforaciones de 50 mm., de diámetro y 145-mm., de profundidad, al centro de la vía en los sitios elegidos por COVITUR y al mismo tiempo que haga las perforaciones para las varillas de fijación de los rieles.

Se aceptarán 3 ensayos por 600 m., de vía simple para cada fase de los trabajos, es decir, para colocación de riel y para colocación de pista.

Según el proceso y avance de los trabajos, las varillas de fijación para ensaye serán selladas con el mismo producto y de la misma forma que las de la vía normal. Estas varillas para ensaye deberán protegerse contra choques y golpes eventuales que puedan ocurrir por los trabajos ejecutados en las zonas elegidas.

Las varillas de ensaye serán sometidas a la prueba de arrancamiento después de 3 días de selladas. La fuerza promedio de arrancamiento no deberá ser menor de 7 Ton.

Si la fuerza promedio es inferior al valor establecido, COVITUR decidirá en función de los resultados obtenidos si se realizan más ensayos o se repara la zona defectuosa.

**6.4.- RECOMENDACION.**

La mezcla para el sellamiento deberá ser preparada y utilizada según las indicaciones dadas por el fabricante del producto.

## CAPITULO 7

SUMINISTRO DE LOS ANCLAJES CON CONO DE PLOMO A UTILIZARSE EN LA FIJACION DE LOS AISLADORES SOBRE PISO DE CONCRETO EN LAS VIAS DEL METRO DE MEXICO.

7.1.- DESCRIPCION.

Cada anclaje está formado por cuatro elementos que son:

- 1 Cono de acero para tornillo con cuerda M22 ( 22 mm., ) y paso de 2.5 mm.
- 1 Cono de acero ordinario.
- 2 Conos de plomo.

## ENSAYES DE CONTROL.

7.2.- ENSAYES ANTES DE LA UTILIZACION EN SERIE.

Seis anclajes serán colocados para su ensaye. Los anclajes serán instalados según la técnica recomendada por el fabricante en agujeros de 38 mm., de diámetro y 100 mm., de profundidad en una losa de concreto de  $f'c = 30 \text{ MP a } ( 300 \text{ Kg/cm}^2 )$ .

Serán sometidos a ensayos de tracción colocado además un comparador. Deberá cumplirse lo siguiente:

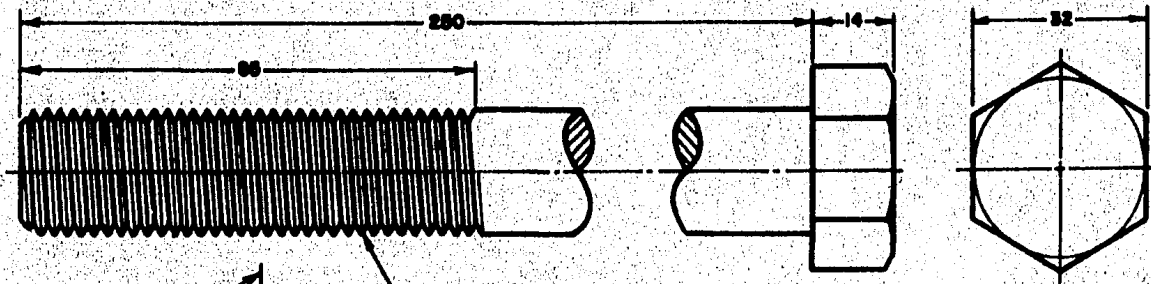
- Desplazamiento máximo a (7 ton.): 1.5 mm.

-Fuerza mínima al arrancamiento (7 ton.).

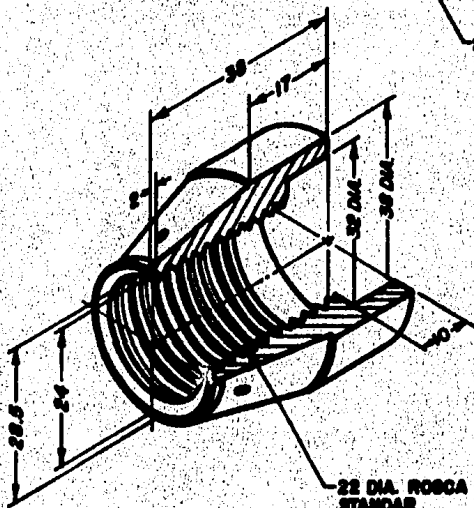
#### ENSAYES DURANTE LOS TRABAJOS DE INSTALACION DE LA VIA.

Un anclaje de cada mil será sometido a una fuerza de tracción de (4.5. ton.) El comparador deberá indicar un desplazamiento máximo de 1 mm..

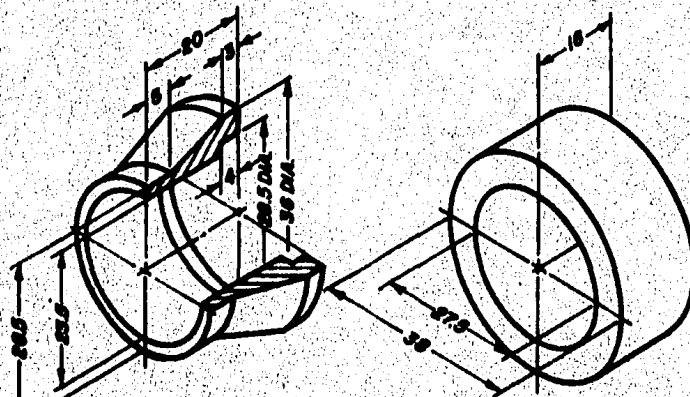
Todos los anclajes dañados serán a cargo del Contratista. En todos los anclajes en que se obtenga un desplazamiento superior a 1.5 mm., así como en los arrancados en los ensayos, el Contratista deberá aumentar la profundidad de los agujeros y la longitud de los tornillos en 75 mm..



22 DIA. ROSCA STANDARD



22 DIA. ROSCA STANDARD



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

M. FERNANDO AZNAR PAVON ACOTA mm.

FIG. No. 18 FIJACION DE AISLADOR DE VIA DIRECTA SOBRE CONCRETO ESCALA 1:1

FECHA ASES. 84

## CAPITULO 8

SUMINISTRO DE CALZAS DE AISLADORES DE BARRA GUIA Y DE  
TOMA DE CORRIENTE EN VIA SOBRE CONCRETO.8.1.- GENERALIDADES.8.1.1.- OBJETO.

La presente especificación define las condiciones impuestas para la recepción de las calzas de aisladores de la vía destinadas a la fijación de las barras guía y de toma de corriente de las vías del METRO de México, instaladas directamente sobre concreto.

8.1.2.- CALIDADES Y FORMAS DE LAS CALZAS DE AISLADORES.

La calza de aislador está constituida por un block aislante homogéneo capaz de proporcionar un aislamiento eléctrico perfecto y permanente en el tiempo, a pesar de los esfuerzos mecánicos a los cuales será sometida en servicios y las condiciones físicas -- reinantes o las que podrán presentarse ocasionalmente (calza de -- aislador mojada por aguas de infiltración cargadas de sales, cebaduras de cortos circuitos en la inmediata cercanía). El material será auto-extinguible. La calza de aislador será de poliéster armado con fibras de vidrio y no incluirá ningún entramado metálico-

incorporado.

Todos estos tipos o modelos deberán ser intercambiables.- Por eso las dimensiones definidas deberán ser rigurosamente respetadas, en particular las posiciones relativas a los orificios.

## 8.2.- CONDICIONES DE RECEPCION.

### 8.2.1.- SUPERVISION.

Los representantes de COVITUR tendrán libre acceso a los talleres del proveedor durante todo el tiempo que dure la ejecución del pedido. Podrán proceder ahí a todas las verificaciones que juzguen necesarias.

### 8.2.2.- EJECUCION Y GASTOS DE LAS PRUEBAS.

Las pruebas se ejecutan a cargo del proveedor.

Podrán llevarse a cabo en sus propios laboratorios en presencia del recepcionista, salvo por las pruebas de arco eléctrico y la prueba bajo infiltración de agua salada, que se efectuará en los sitios señalados por COVITUR.

Todos los gastos ocasionados por concepto de pruebas, incluso el transporte de las muestras, estarán a cargo del proveedor.

### 8.2.3.- MARCAS.

Las calzas llevarán las marcas siguientes:

-Marca del fabricante.

-El número del mes en cifras romanas y los últimos dos números del año de fabricación.

Además, las calzas serán numeradas a medida que sean fabricadas, empezando en el número 1 y continuando hasta que se complete el pedido sin ninguna discontinuidad en la numeración.

### 8.2.4.- PRESENTACION DE LAS PIEZAS PARA SU RECEPCION.

Las calzas de aisladores serán agrupadas por lotes de --  
500 piezas para su recepción.

### 8.2.5.- NATURALEZA DE LAS PRUEBAS.

La recepción dará lugar a:

- a) Exámenes visuales y verificaciones geométricas.
- b) Pruebas mecánicas.
- c) Pruebas eléctricas.
- d) Pruebas térmicas.



8.2.6.- PROPORCION DE LAS PRUEBAS.

Naturaleza de las pruebas:	Proporción de las pruebas.
a) Examen visual y verificaciones geométricas.	
1.- Aspecto exterior.	Todas las calzas de aisladores
2.- Verificaciones geométricas.	Sobre un cierto número; la cantidad se dejará a elección del receptorista.
b) Pruebas mecánicas.	
1.- Prueba de porosidad.	1 por lote.
2.- Prueba de comprnsión.	1 por lote.
c) Pruebas eléctricas.	
1) Medición de la resistencia de aislamiento en seco.	2 por lote.
2) Verificación de la no - variabilidad de la resistencia bajo 500 volts - durante 60 segundos.	A elección del receptorista.
3) Prueba de contorneo, en seco.	2 por lote.

- 4) Prueba de contorno  
bajo lluvia. 2 por lote.
- 5) Medición de la recuperacion de aislamiento después del mojado. 2 por lote.
- 6) Medición de la resistencia después de inmersión en el agua durante 24 horas. 1 por lote.
- 7) Prueba de perforación A elección del recepcionista.
- 8) Prueba del arco eléctrico. 2 por lote.
- 9) Prueba bajo infiltración de agua salada. 2 por cada 1000.
- d) Pruebas térmicas.
- 1) Verificación de la no programación de la flama. 2 por cada 1000.
- 2) Verificación de la resistencia a las variaciones bruscas de temperatura. 2 por cada 1000.

## 3) Prueba de envejecimiento

acelerado.

2 por cada 1000.

**8.3.- ENSAYES Y VERIFICACIONES.****8.3.1.- EXAMEN VISUAL Y VERIFICACIONES GEOMETRICAS.****A.- Aspecto exterior.**

Los materiales que forman la calza de aislador deben ser compactos, homogéneos y exentos de burbujas de aire o de porosidades.

Las piezas deberán presentar una superficie exterior uniforme sin cavidades, ranuras, grietas u otros defectos que pudieran disminuir su solidez.

**B.- Verificaciones geométricas.**

Las cotas se verificarán por medio de calibradores "máximo" y "mínimo" teniendo en cuenta las tolerancias impuestas. Estos calibradores son por cuenta del proveedor.

**8.3.2.- PRUEBAS MECANICAS.****A.- Prueba de porosidad.**

Las calzas se pesarán con precisión tanto en seco como -- después de 6 horas de inmersión en agua dulce a la temperatura ambiental y bajo una carga de agua de 1 metro.

El peso de cada calza no deberá presentar un aumento de más de 0.2%

**B.- Prueba de compresión.**

La calza se someterá a un esfuerzo de compresión de 7.5 MP a (75 Kg/cm<sup>2</sup>). El valor máximo se obtendrá aplicando gradualmente la fuerza en un lapso de 2 minutos y se mantendrá durante 30 segundos. Al retirar la carga no deberán presentarse grietas, fisuras ni deformaciones permanentes de la pieza ensayada.

**8.3.3.- PRUEBAS ELECTRICAS.**

Las mediciones de aislamiento se efectuarán entre un elemento de barra gúfa normalmente fijado sobre un aislador de cualidades eléctricas comprobadas con su calza y una pieza metálica fijada en la base de la calza según las condiciones de fijación previstas.

**A.- Medición de la resistencia de aislamiento en seco.**

Se efectuará una serie de mediciones sobre las piezas escogidas las cuales deben estar secas.

Ninguna de las calzas de aislador deberá tener una resistencia inferior a 100 megahoms medida con un megohmómetro a 1000 volts (Mager).

B.- Verificación de la no variabilidad de la resistencia bajo 500-volts durante 60 segundos.

Un cierto número de calzas, cuya cantidad se dejará a juicio del recepcionista, serán sometidas a una tensión de 5000 volts durante 60 segundos de corriente continua.

Durante este lapso de tiempo, prácticamente la resistencia interna no debe variar.

El proveedor deberá efectuar por sí mismo esta verificación y presentar al recepcionista un certificado de conformidad - amparando todas las piezas del lote presentado.

C.- Prueba de contorno en seco.

Se aplicará una tensión alterna de frecuencia industrial-entre dos electrodos, uno colocado en el lugar de la barra de corriente y el otro sobre la parte metálica donde apoya la calza del aislador.

El contorno no debe producirse para una tensión inferior a 10,000 volts.

D.- Prueba de contorno bajo lluvia.

La prueba se efectuará en las mismas condiciones que la -

anterior por la calza y el aislador se expondrán durante 5 minutos antes de la energización y durante el tiempo que dure la prueba a una lluvia artificial que caiga con un ángulo de 45° a razón de -- 3mm. por minuto.

El contorneo no debe producirse para una tensión inferior a 500 volts.

E.- Medición de la recuperación de aislamiento, después del mojado.

Después de haber sido sometidas a la prueba de resistencia del aislamiento en seco, las piezas se sumergirán en agua de lluvia durante dos minutos a la temperatura ambiente y bajo una carga de agua de un metro.

Tan pronto como sea posible, después de sacarlas del agua, y sin quitarles su humedad superficial, cada calza se colocará nuevamente en el dispositivo de prueba.

Luego, se efectuará mediciones de resistencia de aislamiento en la misma forma que para la prueba en seco, pero al ritmo de una prueba cada dos minutos, hasta que la recuperación de aislamiento coincida con el resultado obtenido en la prueba en seco.

Para todas las piezas, el porcentaje de recuperación de aislamiento al cabo de 30 minutos, debe ser como mínimo del 50% --

con respecto al aislamiento obtenido en seco por el mismo aislador y calza del aislador con una curva de recuperación que presente un incremento regular.

F.- Medición de la resistencia después de inmersión en el agua durante 24 horas.

Se sumergirán en agua dulce de lluvia, piezas secas durante 24 horas, a la temperatura ambiente y bajo una carga de agua de un metro. Después de esta inmersión, las superficies de las piezas se secarán cuidadosamente con trapos y de ser necesario soplaránlas con aire comprimido.

La resistencia obtenida no debe ser inferior a 100 megohms. Si esta condición no se cumple, el lote completo será rechazado.

G.- Prueba de perforación.

La prueba de contorneo en seco, será continuada para algunas piezas hasta la perforación de las mismas. El recepcionista fijará el número de piezas que deberán someterse a prueba en estas condiciones.

H.- Prueba al arco eléctrico.

La prueba se efectuará en una subestación sobre un elemento de vía especialmente montado.

El arco limitado a 1000 amperes bajo 750 volts, se inicia entre dos carbones distantes entre ellos 10 mm., y colocados como se indica en la figura No. 17 anexa.

El carbón inferior fijo está conectado por medio de placas de latón sobre la pista metálica. Su distancia de la barra guía es de 130 mm..

El carbón superior está armado sobre un brazo móvil que puede girar alrededor de un eje apoyado sobre la barra guía. La rotación se obtiene por medio de un cordón accionado por el operador.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- El arco se inicia por medio de un papel metálico colocado entre los dos carbones.
- Se mantiene durante dos segundos entre los dos carbones dejados en posición inicial.
- Luego, se gire el carbón superior lo que ocasiona normalmente el corte del arco.
- Si el arco se mantiene después de la rotación del carbón se cortará inmediatamente mediante un disyuntor al cabo de 3 segundos.
- Luego, se restablece la corriente, 5 segundos después del corte del arco.



No debe producirse ninguna reiniciación del arco.

-El mismo ciclo de operación se repite 5 veces consecutivas con un intervalo de 60 segundos entre cada ciclo.

No debe producirse ninguna reiniciación del arco al término de cada uno de los cinco ciclos.

1.- Prueba bajo infiltración de agua salada.

La prueba consiste en rociar con una mezcla especial definida a continuación, la barra gufa energizada y la pista metálica frente a un aislador y calza de aislador montados como se indicó en la prueba anterior. El líquido de aspersion se compone de una mezcla de agua dulce, más 0.30% de sal (cloruro de sodio) y 0.30% de detergente. Esta mezcla tiene la misma conductividad del agua de infiltración del túnel.

Antes de la energización, la barra gufa, la pista y el durmiente se humedecen con la mezcla antes mencionada.

La aspersion, realizada gota a gota, se orienta sobre la barra gufa y sobre la pista frente al aislador para que su cara de lantera sea salpicada.

Se verificará que la mezcla conductora sea bien derramada sobre toda la longitud de aislador. Si es necesario se modificará la posición del chorro para que pueda cumplir esta condición.

Los aisladores y calzas de aisladores bajo tensión eléctrica deberán someterse a esta infiltración de agua salada durante 6 horas, sin que se presenten inicios de arcos ni alteraciones en la superficie.

#### 8.3.4.- PRUEBAS TERMICAS.

A.- Verificación de la no propagación de la flama.

La prueba se efectúa en una probeta en forma de barra cuadrada de 25 mm. de lado y 125 mm. de longitud.

Las probetas se escogerán entre las calzas de aisladores que hayan sido sometidas a las pruebas de esfuerzo mecánicos hasta su ruptura.

La prueba se efectuará en un lugar protegido contra corriente de aire, a la temperatura ambiente y en una atmósfera cuya humedad relativa sea inferior al 65%.

El procedimiento será el siguiente:

-Se utilizará un mechero de 10 mm. de diámetro aproximadamente, alimentado con gas de alumbrado, cuya flama regulada en condiciones sin corriente de aire y en posición vertical tenga una longitud de la parte azul de la flama de 35 mm. aproximadamente. La probeta se colocará con una inclinación de 45°.

-Se aplicará la flama del mechero de tal forma, que la punta del cono esté en contacto con la probeta sobre la arista baja de la misma.

-Se aplicará la flama cinco veces consecutivas, durante 15 segundos, con intervalo de 15 segundos entre cada aplicación.

-Después de la última aplicación, se dejará quemar la materia aislante hasta que se extinga la flama.

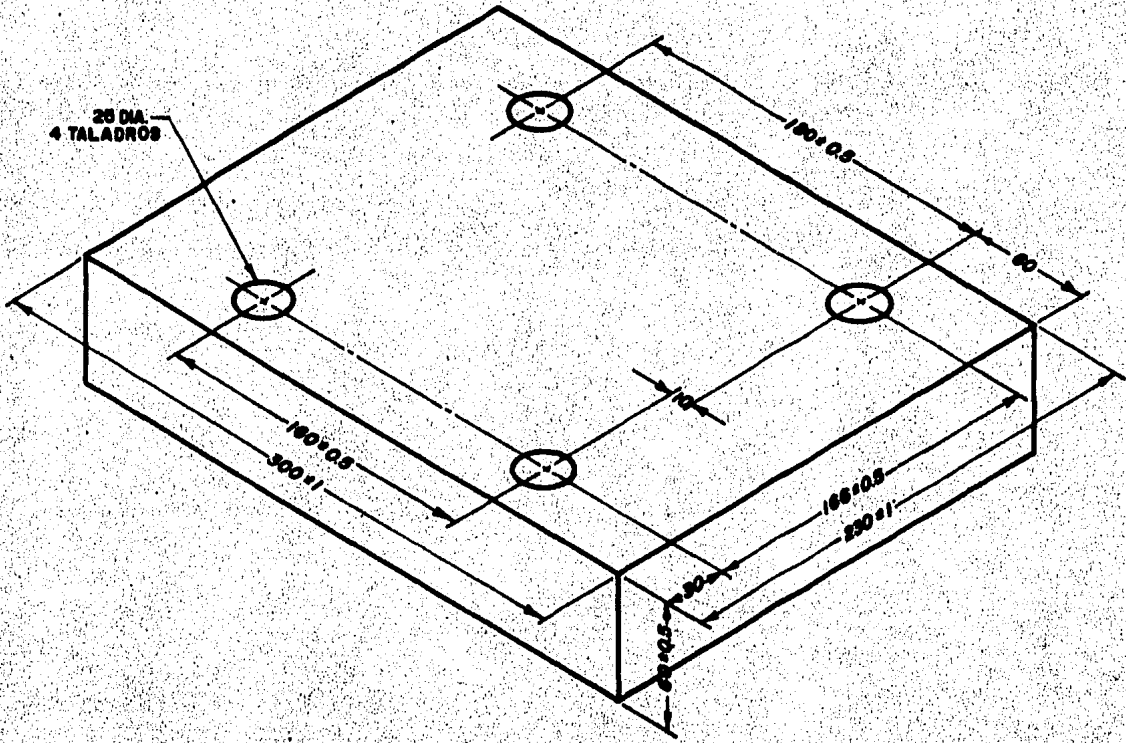
-Se anotará la longitud de la parte quemada y degradada.

El material aislante se considera no propagador de la flama. Si la longitud de la parte quemada y degradada de la probeta no excede de 60 mm.

B.- Pruebas de resistencia a las variaciones bruscas de temperatura.

Las calzas de aisladores se someterán cinco veces a un cambio alternado de caliente y frío por inmersión sucesiva y bruscas en agua, a una temperatura de 55<sup>a</sup> y en un baño frío a una temperatura de aproximadamente - 18<sup>a</sup>. La duración de cada baño será de 25 minutos y el tiempo de paso de un baño a otro deberá ser lo más corto posible (inferior a 20 segundos).

Después del quinto ciclo, las calzas no deberán presentar

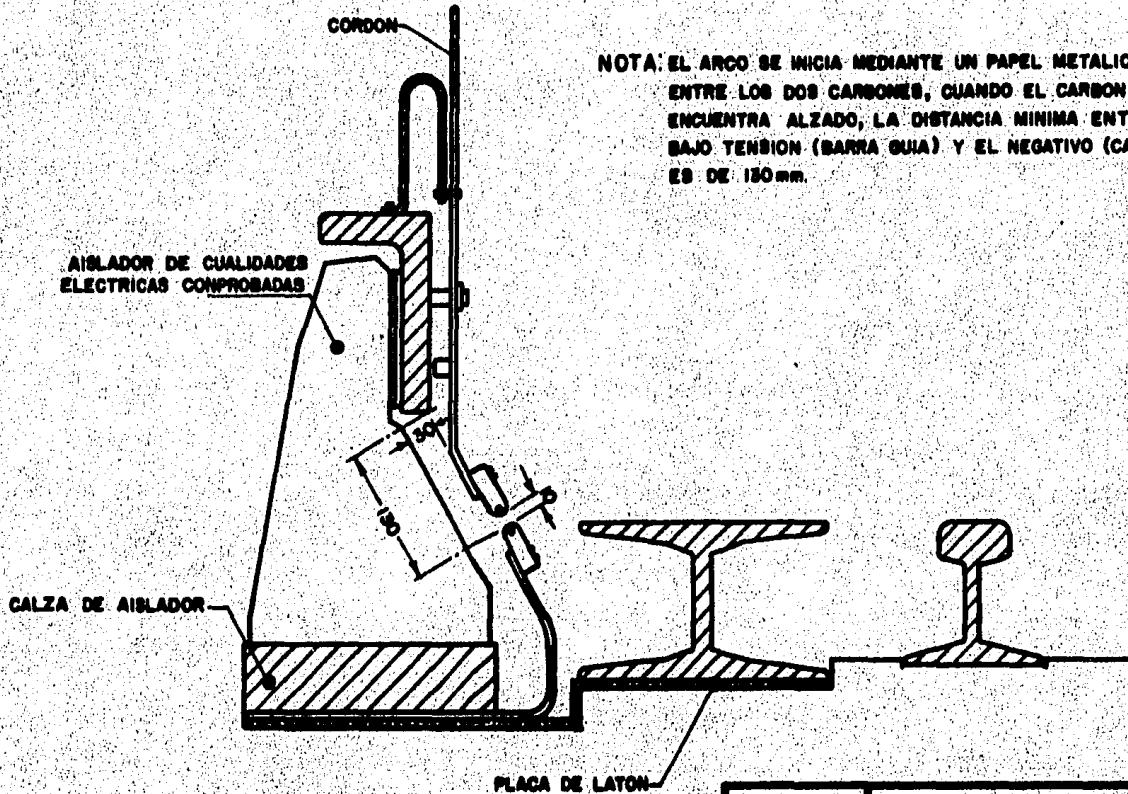


**UNAM**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

M. FERNANDO AZNAR PAVON	ACOTA M.B.
FIG. No. CALZA PARA ANLADOR EN VIA SOBRE CONCRETO	ESCALA 1:2.5
18	FECHA ASES. 84

NOTA: EL ARCO SE INICIA MEDIANTE UN PAPEL METALICO COLOCADO ENTRE LOS DOS CARBONES, CUANDO EL CARBON SUPERIOR SE ENCUENTRA ALZADO, LA DISTANCIA MINIMA ENTRE LA PIEZA BAJO TENSION (BARRA GUIA) Y EL NEGATIVO (CARBON INTERIOR) ES DE 150mm.



UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

M. FERNANDO AZNAR PAVON

ACOTA N.º.

FIG. N.º. MONTAJE PARA PRUEBA  
17 AL ARCO ELECTRICO DE  
UN AISLADOR D' POLIESTER

ESCALA SIN

FECHA JULIO 64

fisuras o roturas.

C.- Prueba de envejecimiento acelerado.

Las calzas por probar, se colocarán durante 4 días en una atmósfera refrigerada (aire ambiente), a una temperatura de  $-18^{\circ}$  C. Luego, sin transición, las calzas se colocarán durante 7 días en un horno, cuya atmósfera renovada se mantendrá a una temperatura de  $+70^{\circ}$  C.

No deberá presentar fisuras ni roturas.

## CAPITULO 9

TECNICA PARA MUESTREAR Y EFECTUAR EL CONTROL DIMENSIONAL  
DE LAS PIEZAS DESTINADAS A LA FIJACION DIRECTA AL PISO -  
DE CONCRETO DE LAS VIAS DEL METRO DE MEXICO.

9.1.- OBJETO.

Esta especificación tiene por objeto, establecer las condiciones del muestreo para el control dimensional de las piezas destinadas a la fijación directa al piso de concreto de las vías del METRO de México.

9.2.- MUESTREO SIMPLE.

El muestreo simple, está previsto para los lotes de 1000-piezas o menos:

TABLA No. 1.

NUMERO DE PIEZAS QUE FORMAN EL LOTE.	NUMERO DE PIEZAS MUESTREADAS.	CRITERIO DE ACEPTA- CION.
"N"	"M"	"C"
20 a 100	13	0
101 a 500	35	1
501 a 1000	55	2

La tabla No. 1, muestra la cantidad "M" de piezas que se deberán muestrear, en función del número de piezas que formen el lote.

Si el número de piezas rechazadas es igual o inferior al criterio de aceptación "C", el lote "N" correspondiente será aceptado. En caso contrario, el lote será rechazado.

### 9.3.- MUESTREO DOBLE.

El muestreo doble está previsto para los lotes superiores a 1000 piezas.

TABLA No. 2

NUMERO DE PIEZAS QUE FORMAN EL LOTE. "N"	NUMERO DE PIEZAS MUESTREADAS "M"	CRITERIO DE ACEPTACION	
		"C"	"C"
1001 a 2000	25	1	2
2001 a 5000	45	0	2
5001 a 10000	75	1	5
20001 a 20000	110	2	10
20001 a 20000	110	3	15
20001 a 50000	140	4	20

Igualmente, la tabla No. 2 muestra la cantidad "M" de piezas que se deberán muestrear, en función del número de piezas que forman el lote.

La interpretación de los resultados se hará de la forma siguiente:

1.- Si el número de piezas rechazadas es igual o inferior al criterio "C"<sub>1</sub> de la tabla No. 2, el lote "N" correspondiente será aceptado.



2.- Si el número de piezas rechazadas es superior al criterio " $C_2$ ", el lote será rechazado.

3.- Si el número de piezas rechazadas es mayor a " $C_1$ ", e igual o menor a " $C_2$ ", se procederá a un segundo muestreo con la misma cantidad de piezas "M".

4.- Si la suma de las piezas rechazadas en los dos muestreos es igual o inferior al criterio " $C_2$ ", el lote correspondiente será aceptado.

5.- Si la suma de las piezas rechazadas en los dos muestreos es superior al criterio " $C_2$ ", el lote correspondiente será rechazado.

## CAPITULO 10

## PROCEDIMIENTO O TECNICA DE LA SOLDADURA ALUMINOTERMICA

10.1.- INTRODUCCION.

La soldadura aluminotérmica, descubierta por el Dr. Hans-Golschmidt en 1894 tiene ciertas características que lo hacen destacar entre cualquier otro tipo de soldadura, principalmente se tienen:

El empleo de moldes, que permiten el enfriamiento de la zona afectada por el proceso de soldadura sea de tal duración que impide la posibilidad de un temple de metal, evitándose consecuentemente la concentración de los esfuerzos térmicos en la junta soldada que pudieran ocasionar su falla. La porción de soldadura, la cual se prepara en el laboratorio con las proporciones adecuadas de acero, aluminio y agregados especiales para cada tipo de perfil por soldar. Con esto se tiene un buen control sobre las propiedades mecánicas que deberá tener el metal de aporte y, al mismo tiempo, de la temperatura que puede obtenerse del metal en el momento del vaciado.

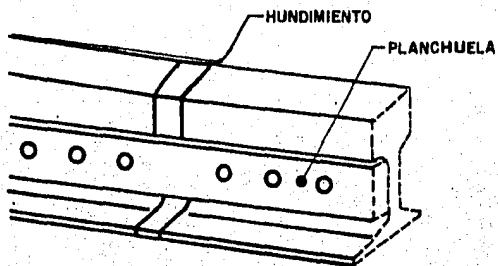
Otra característica no menos importante es que el proceso aluminotérmico, permite restituir integralmente el perfil original en toda su sección transversal y aún obtener áreas de refuerzo

en la junta soldada, la cual dan un mayor margen en la seguridad - de la misma.

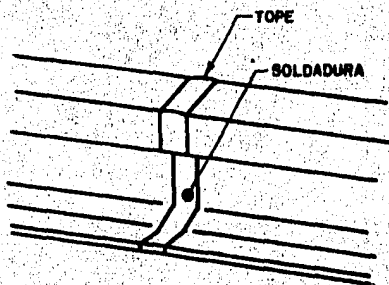
Aunado a lo anterior, se tiene que el equipo necesario para efectuar el proceso aluminotérmico es comparativamente ligero, - dado que el equipo más pesado es un pequeño compresor para los sopletes de precalentamiento. Debido a estas interrupciones sobre - la vía en etapa de construcción se reducen de manera muy importante. Se desprende así mismo, que la soldadura aluminotérmica es especialmente adecuada para soldar en el sitio definitivo de colocación de los perfiles, lo que permite su uso en piezas robustas de difícil montaje o desmontaje, además de que la preparación de la - junta antes de soldar es mínima.

#### 10.2.- ANTECEDENTES DE LA SOLDADURA.

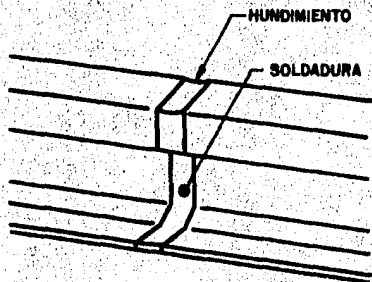
La soldadura aluminotérmica se viene aplicando en nues- - tro país desde hace 25 años, la cual era fabricada por una empresa alemana- francesa ahora estas dos naciones se han separado y la -- única compañía que fabrica soldadura aluminotérmica en México es - Elektro-Thermi, que ésta es francesa. A lo largo de la historia - de las vías se ha optado por soldar ya que surgía un gran problema al colocar planchuelas. En estos puntos de liga entre perfil y perfil, este es un punto débil, los perfiles en las puntas se deterioran y con esto se crea un ligero hundimiento en esta zona y al paso del tren se siente como si existiera un tope. (Ver Fig. A).



**A)**  
**HUNDIMIENTO TIPO. FORMADO EN**  
**ZONA DE PLANCHUELA**



**B)**  
**RESISTENCIA DEL PERFIL**  
**MAYOR QUE EL DE LA**  
**SOLDADURA.**



**C)**  
**RESISTENCIA DEL PERFIL**  
**MENOR QUE EL DE LA**  
**SOLDADURA.**

La soldadura que se aplique para la unión de dos perfiles debe ser tal que su dureza y resistencia sea igual a la de los perfiles a soldar, esto con el fin de que el desgaste del perfil y la soldadura sean paralelamente. De no ser así, que la soldadura fuera de mayor resistencia y dureza que los perfiles, entonces, se desgasta más rápidamente el perfil que la soldadura y aquí se forma un tene (ver fig. B) de otro modo si la soldadura fuese de menor dureza y resistencia que los perfiles, entonces, la soldadura se desgasta más que los perfiles y se produce un hundimiento (Ver fig. C).

Cualquiera de los dos casos anteriores son nosivos para la vía útil tanto de la vía como del mismo tren, por ello es de gran importancia, por eso es de gran importancia que se lleve a cabo una buena fabricación de la soldadura, un buen control de calidad y una buena aplicación de esta.

### 10.3. CARACTERISTICAS Y COMPONENTES DE LA SOLDADURA.

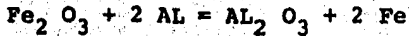
#### 10.3.1.- ¿QUE ES LA SOLDADURA ALUMNITERMICA?

Es una reacción químico metalúrgica entre oxido de hierro y aluminio puro, el aluminio es un metal reductor que al efectuarse la reacción nos producirá un oxido de aliminio y a su vez nos depositará una cierta cantidad de hierro, el cual es el que nos interesa para formar la soldadura.

Al efectuarse la reacción, esta desprende alrededor de 23,000 calorías y esto hace que exista una fundición. A la mezcla-

antes mencionada de los dos metales se le colocan aditivos, esto con el fin de que a la hora de la reacción se obtenga un acero resistente.

23,000 calorías



+ Aditivos = Acero.

### 10.3.2.- COMPONENTES DE LA SOLDADURA.

#### A.- CARGA O PORCION.

La carga o porción es la que nos dará por medio de la reacción el hierro esperado para la soldadura.

#### A.1.- OXIDO DE HIERRO.

Este es un hierro oxidado, es producto de las laminaduras y tiene Oxido Ferroso, Oxido Férico u Oxido Ferroso Férico.

#### A.2.- ALUMINIO.

Este es aluminio puro, su pureza debe ser del orden del 99% y es en polvo, es de gran importancia la granulometría dentro de ciertos margenes. Este es fabricado directamente por productores de aluminio en polvo, que es producto de moler el aluminio. A este se le hacen pruebas de granulometría mediante cribas para ver si es o no aceptable los tamaños de los granos.

### A.3.- ADITIVOS.

A la porción de soldadura se le añade carbón y manganeso, esto en cantidades o proporciones determinadas, es de gran importancia el control de su granulometría.

### B.- MOLDE.

Este requiere de una cierta resistencia, está compuesto de arena sílica pura del orden del 98% de pureza, aglutinante y -- productos químicos. La arcilla debe de tener una granulometría de terminada, la dureza que se le requiere dar a el molde se hace por medio de los aglutinantes, este es el Silicato de Sodio, que es -- una combinación entre el Sílice y el Sodio, al cual se le coloca -- agua para hacerlo fluido. Para el diseño de los moldes la forma -- de estos esta debidamente estudiada y calculada, así como también-- existen varios tipos de moldes.

### C.- PASTA DE SELLADO O PASTA FUSAL O PASTA REFRACTARIA.

Sirve para sellar los dos tramos de molde, esta compues-- ta de una mezcla de arcilla bentónica y arena sílica con alto pun-- to de fución, la arcilla debe de estar libre de materia orgánica,-- se debe de supervisar perfectamente bien la mezcla de la arena con la arcilla ya que esta pasta debe de ser lo suficientemente refrac-- taria y plástica.

## D.- EQUIPO DE APLICACION

### D.1.- CONO METALICO Y ANILLO.

El foro para crisol es una funda metálica que protege el crisol de magnesita, altamente refractario en donde se efectua la reacción aluminotérmica.

### D.2.- TAPA PESADA PARA CRISOL.

Sirve para tapar el cono metálico y anillo por su parte superior, permitiendo la salida de humo y gases, producidos durante a reacción aluminotérmica.

### D.3.- SOPORTE PARA CRISOL.

Sostiene el conjunto de piezas, que forman el crisol, forro, suplemento y tapa. Se apoya en el sujetador universal y permite mediante una pieza corredera centrarlo convenientemente, con el caso de vaciado. Su estructura, forma un triple que permite depositarlo en el suelo, para efectuar la preparación y limpieza del crisol.

### D.4.- SUJETADOR UNIVERSAL.

Es una pieza que fija al perfil, permitiendo mediante unos brazos móviles, sujetar los moldes en su lugar. Tiene también -- los apoyos que sirven para colocar el sujetador del quemador y el soporte del crisol.



**D.5.- SUJETADOR PARA QUEMADOR.**

Permite la fijación del quemador sobre el sujetador universal.

**D.6.- PIE DE CABRA CON BASE ANCHA.**

Es una palanca que utiliza el soldador, para auxiliarse en mover los perfiles, en el alineamiento.

**D.7.- VARILLA PARA DESTAPAR COLADA.**

Es utilizada por el soldador, para impulsar el clavo de obturación, hacia arriba y permitir el flujo de acero, dentro del molde.

**D.8.- VARILLA PARA PERFORAR.**

Es utilizada para limpiar la boquilla después de cada reacción.

**D.9.- REGLA DE UN METRO METALICA.**

Esta sirve para obtener el alineamiento necesario de los perfiles a soldar.

**D.10.- RECIPIENTE PARA CAZO DE VACIADO.**

Sirve para sostener el cazo de vaciado de la colada. Se sujeta a unas chapas portamoldes.

**D.11.- RECIPIENTE PARA ESCORIA.**

Una vez lleno el molde, del acero de la colada, fluye por el crisol el corindón. Este al encontrar lleno el molde, se vierte dentro de este recipiente. Se sujeta a la chapa portamolde, -- del lado contrario al cazo de basiado.

**D.12.- CHAPA PARA SOSTENER MOLDE.**

Protección para los moldes, permite su fijación alrededor de la zona a soldar. Cada tipo de molde requiere unas chapas, con las medidas adaptadas a el.

**D.13.- QUEMADOR DE RECAMBIO.**

**D.14.- TAJADERA PARA CORTE EN CALIENTE.**

Fabricada en acero forjado con tratamiento térmico. El tratamiento térmico de la parte anterior, permite el corte en caliente, de los excesos de soldadura.

**D.15.- ESMERILADORA DE PERFILES.**

Sirve para esmerilar los perfiles, equipado con transmisión flexible y cabezal para muela.

**D.16.- DESBÁBADORA HIDRAULICA PARA SOLDADURA.**

Esta tiene como función hacer los cortes de la soldadura en caliente.

**D.17.- EQUIPO DE PRECALENTAMIENTO A BASE DE AIRE COMPRIMIDO Y GASOLINA.**

Este es el que hace el precalentamiento para poder efectuar la soldadura.

**D.18.- FOSFORO DE IGNICION.**

Inicia la reacción aluminotérmica, presentado en botes de 100 unidades.

**D.19.- MATERIAL DE OBTURACION.**

Es un saquete, que contiene: el clavo, una arandela de asbesto y una porción de material altamente refractario, para asegurar el cierre por su parte inferior durante la reacción aluminotérmica.

**D.20.- FORRO DE CRISOL DE MAGNESITA.**

Crisol altamente refractario fabricado de magnesita y calcinado a alta temperatura. Resiste el choque térmico originado por la temperatura alcanzada en la reacción aluminotérmica.

**D.21.- BOQUILLA DE MAGNESITA.**

Parte recambiable del crisol por donde fluye el acero líquido.

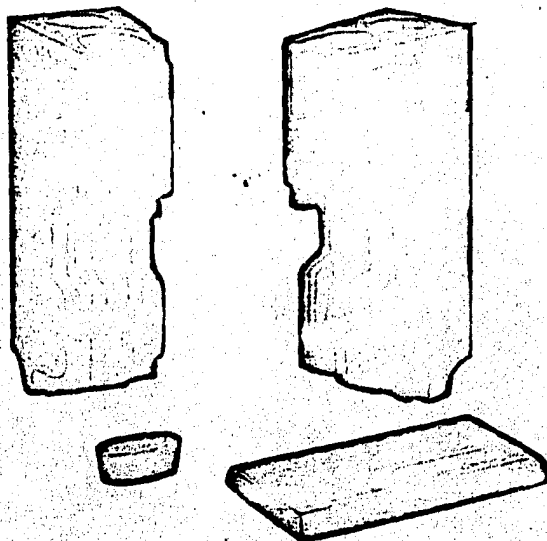


FIG. No. 18 MOLDE.

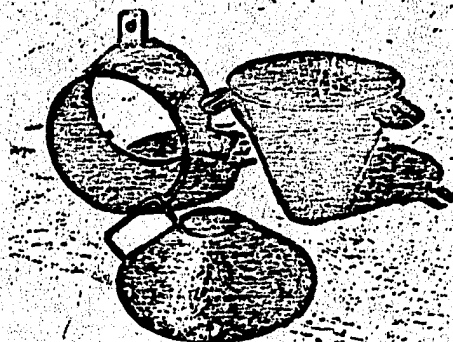
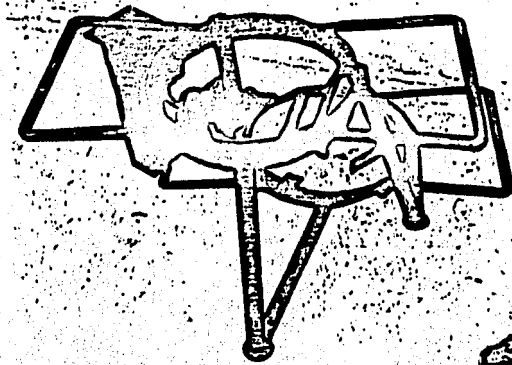
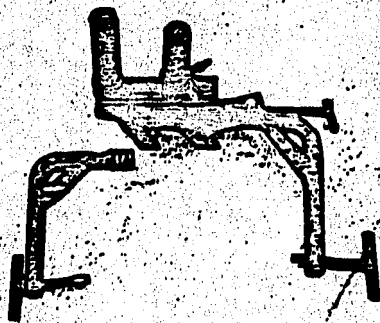


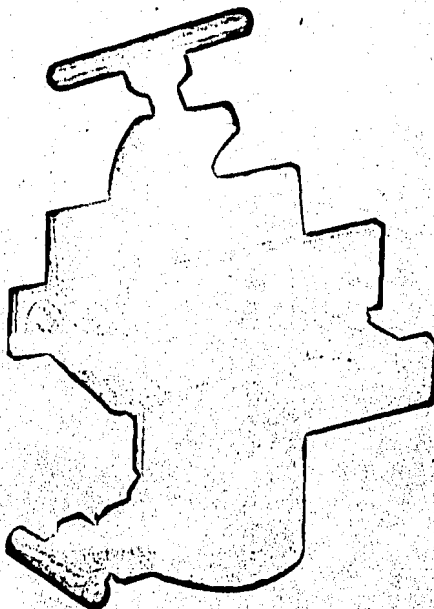
FIG. No. 19 CRISOL,  
CONO METALICO, ANILLO,  
Y TAPA PESADA PARA  
CRISOL.



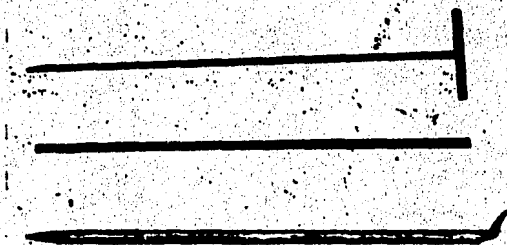
**FIG. No. 20** SOPORTE  
PARA CRISOL.



**FIG. No. 21** SUJETADOR  
UNIVERSAL



**FIG. No. 22 SUJETADOR PARA QUEMADOR**

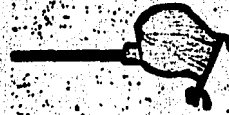


**FIG. No. 23 PIE DE CABRA CON BASE ANCHA, VARILLA PARA DESTAPAR GOLADA, VARILLA PARA PERFORAR.**

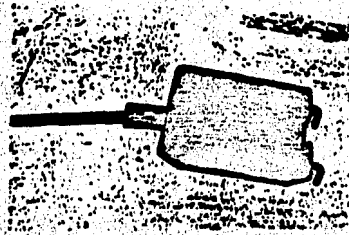


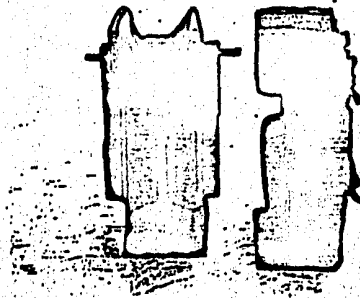
**FIG. No. 24 REGLA DE I M. METALICA**

**FIG. No. 25 RECIPIENTE  
PARA CAZO DE VACIADO.**

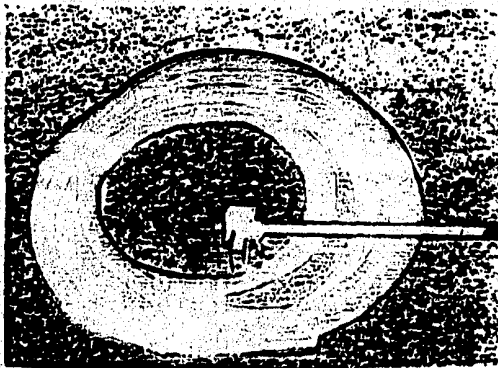


**FIG. No. 26 RECIPIENTE  
PARA ESCORJA.**



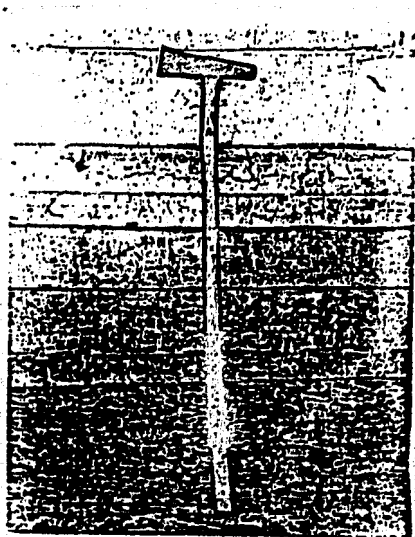


**FIG. No. 27 CHAPA PARA SOSTENER  
MOLDE.**

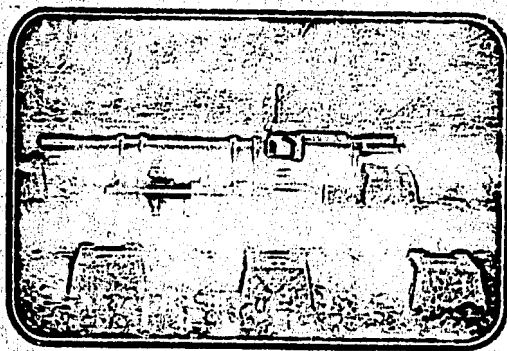


**FIG. No. 28 QUEMADORES DE RECAMBIO.**

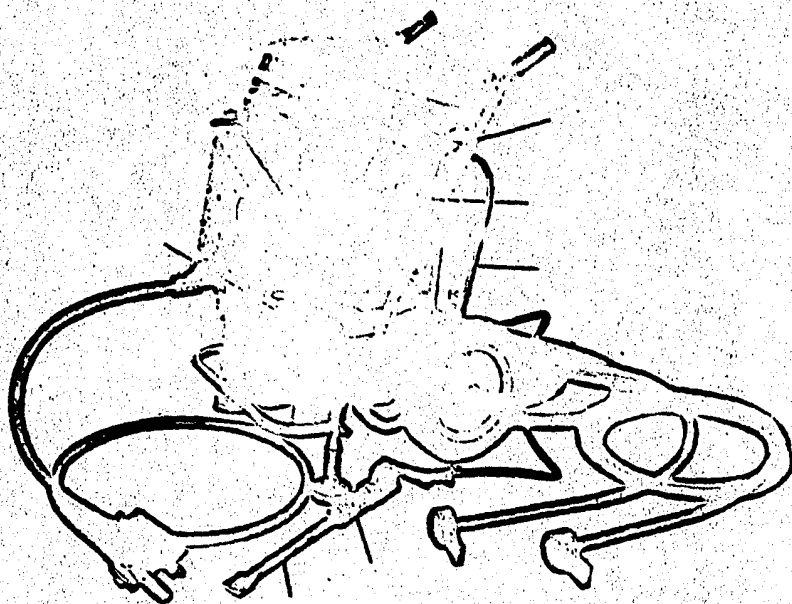




**FIG. No. 29** TAJADERA PARA CORTE EN CALIENTE.



**FIG. No. 30** DESBARBADORA HIDRAULICA PARA SOLDADURA ALUMINOTERMICA.



**FIG. No. 31    ESMERILADORA DE PERFILES.**

**D.2.- MARRO.**

Herramienta con la cual se golpea la tajadera.

**10.4.- FABRICACION DE LA SOLDADURA.****10.4.1.- CARGA O PORCION.**

El Oxido de Hierro se limpia en su totalidad de impureza y se criba para tener más o menos Oxido con la misma granulometría.

Este Oxido se pone en un horno giratorio a grandes temperaturas y se deja pasar el aire para que este se oxide más y se obtenga un cierto grado de oxidación, que mediante análisis químicos se determinan un cierto factor de oxidación. GRADO DE OXIDACION:- Es la cantidad de oxido por cada gramo de oxidación. El oxido después de sacado del horno se deja enfriar y se ponen en una criba para tener el oxido con cierta granulometría, se forman lotes o montones homogéneos de aproximadamente unos 500 Kg. c/u con determinado grado de oxidación; todos los montones se unen o se mezclan perfectamente para tratar de tener un solo lote grande con un grado de oxidación medio y una granulometría dada.

De un lote se sacan determinadas soldaduras y esto se hace con el fin de poder llevar un control de calidad eficiente. De cada uno de los lotes se hacen tres pruebas de grado de oxidación en puntos diferentes para ver si hay homogeneidad, si no la hay se tiene que seguir mezclando hasta que se logre esta. Una vez listo

el lote de óxido todos los componentes se pesan por separado, después se colocan en una mezcladora que los mezclará y colocará en un saco, luego se pesa el saco en una báscula de control, la tolerancia al peso debe de ser de 1/1 000 gr. Es de gran importancia el pesado para que se llegue a hacer una buena soldadura.

#### 10.4.2.- MOLDES.

Como ya mencionamos, los moldes están compuestos de arena sílica con aglutinantes, estos se revuelven en una mezcladora y se hace una pasta poco consistente, esta pasta se pone en un molde metálico y se hace pasar un tiempo determinado a que le de directamente Bioxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), esto para que tenga consistencia y sea manejable. Por último se hace pasar por un horno para eliminar el 75% de humedad.

#### 10.4.3.- PASTA.

Se mezcla la arcilla bentonítica y la arena sílica con agua, esto mediante una mezcladora, de aquí se obtiene una pasta la cual se coloca en moldes y de este se obtienen unos panes de pasta fusil, la cual va envuelta en poliestireno.

#### 10.4.4.- FORMA DE EMPAQUE.

La unidad con que se maneja las soldaduras es el "KIT", un Kit es una caja, la cual contiene:

Clavo

Opturador ----- asbesto

Porción o carga ----- fosforo

Moldes

Pan de pasta fusil

Esto se hizo así para que todo fuera más manejable en la obra directamente y no hubiese el problema de moldes rotos o falta o escases de algún otro elemento, ya que la caja o Kit trae el juego completo.

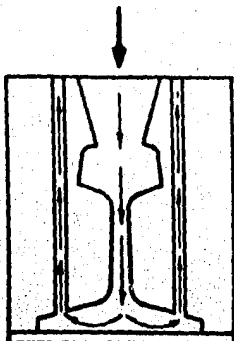
#### 10.5.- PRINCIPIO DE LA COLADA.

##### 10.5.1.- COLADA.

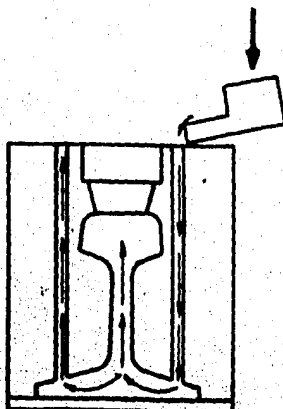
Se llama así a el vaciado de la soldadura aluminotémica en estado de fusión, que se encuentra en el crisol y que en un instante dado penetra en el molde para unir a los perfiles. Existen tres diferentes formas de hacer la colada en el molde y estas son:

##### A.- COLADA EN FUENTE.

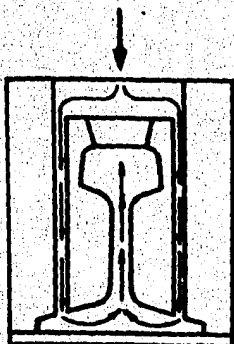
Este tipo de colada, la soldadura penetra por las tuberías en el molde y el colado se hace de la parte inferior del molde hacia arriba y es el molde llamado frances, el cual se utiliza en la vía de el metro.



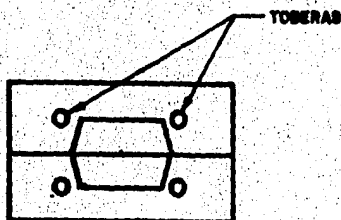
**FIG. 32**  
**COLADA EN CABEZA**  
**(MOLDE FRANCÉS)**



**FIG. 33**  
**COLADA TRADICIONAL**  
**(MOLDE ALEMÁN)**



**FIG. 34**  
**COLADA EN FUENTE**  
**(MOLDE FRANCÉS)**



**FIG. 35**  
**MOLDE**  
**(PLANTA)**

## B.- COLADA TRADICIONAL.

Este tipo de colada es en la que se utiliza con el molde aleman el cual el vaciado es lateral en un caso, Colocado a un lado del molde se vacia la soldadura, esta penetra en una tobera haciendo el colado de abajo hacia arriba. Este molde es el que sigue utilizando actualmente en la vía del ferrocarril aunque a la fecha se trata de introducir el molde de vaciado directo.

## C.- COLADA EN CABEZA.

Este tipo de colada es diferente que los dos anteriores, el vaciado de esta es por el centro, la colada se hace de arriba-abajo y la sobrante fluye en toberas formando el bosaje.

Bosaje: Es la soldadura que queda en la tobera como sobrante fuera de los perfiles.

## 10.6.- ETAPAS SUSESIVAS PARA REALIZAR UNA SOLDADURA DE BUENA CALIDAD.

### 10.6.1.- LA DISTANCIA MINIMA ENTRE DOS SOLDADURAS SERA DE 4.00 M. EN CUALQUIER TIPO DE PERFIL EN LA VIA

El corte con soplete en perfiles queda totalmente descartado, ya que este produce microfisuras las cuales pueden extenderse por la vibración y pueden llegar a romperse el perfil. Las paredes deben de ser paralelas y cortarse con una sierra.

La separación entre los perfiles será de:

Molde frances	25 $\pm$ 2 mm	_____
Molde aleman	18 $\pm$ 2 mm	_____

#### 10.6.2.- ALINEAMIENTO.

##### A.- ALINEAMIENTO BRUSCO.

Este es el primer alineamiento que se hace con el fin de que más o menos los rieles esten viéndose uno con el otro sin llegar a hacer un alineamiento fino.

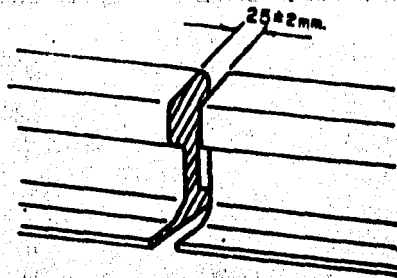
##### B.- ALINEAMIENTO LATERAL.

Este alineamiento se hace con el fin de que los perfiles esten alineados lateralmente, es decir, que las almas coincidan.- En este alineamiento, uno se ayuda con cuñas y con la regla de un metro para tratar de que este sea lo más exacto posible.

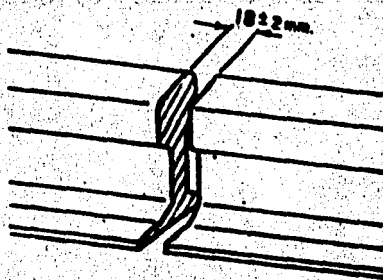
##### C.- ALINEAMIENTO DE LA TABLA DE RODADURA.

Este se hace también auxiliandose con cuñas y la regla de un metro, en esta se busca la horizontalidad del perfil en la parte superior y la cual el angulo que forme entre el perfil y la regla será como máximo de 1.5 mm de separación entre estos perfiles.

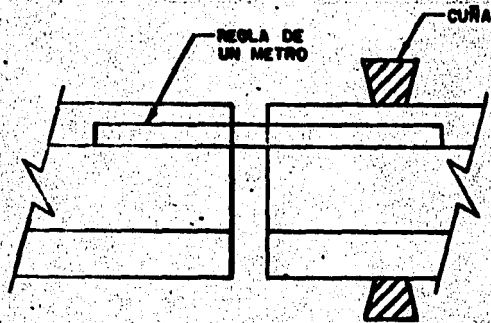




**FIG. 36**  
**SEPARACION**  
**(MOLDE FRANCÉS)**



**FIG. 37**  
**SEPARACION**  
**(MOLDE ALEMÁN)**



**FIG. 38**  
**ALINEAMIENTO**  
**LATERAL**

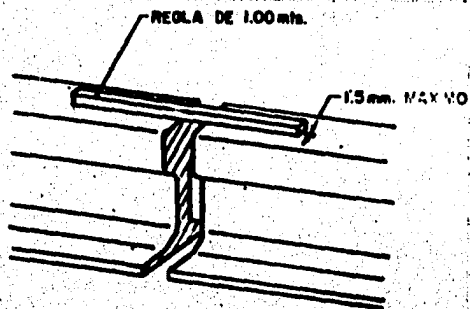


FIG. 39

ALINEAMIENTO DE LA TABLA DE RODADURA

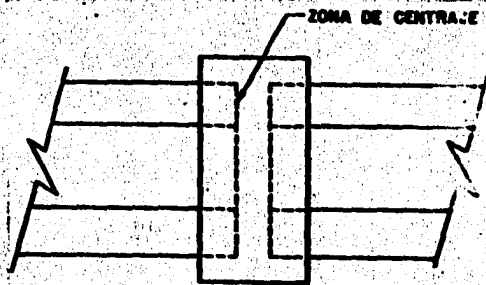


FIG. 40

PLANTA  
CENTRARSE DE MOLDES

### 10.6.3.- COLOCACION DE MOLDES.

#### A.- PRECAUCIONES.

Al recibir el molde debe de asegurarse:

- Los agujeros o toberas no esten tapados, en este caso deberán limpiarse o dejarlos libres.
- Revisar que el molde este en un buen estado, que no este roto; - en este caso si el molde esta roto se desachará y se utilizará otro.

#### B.- AJUSTE DE EL MOLDE A EL PERFIL.

#### C.- CENTRAJE DEL MOLDE EN LA CALA UNO CONTRA EL OTRO.

#### D.- FIJACION DE LOS MOLDES.

Los moldes se fijarán con el sujetador universal y con la chapa para sostener los moldes. Esto se hace con el fin de que los moldes no se muevan, permanescan fijos.

#### E.- SELLADO CON PASTA FUSAL EN LOS MOLDES.

Esto se hace para evitar que la soldadura en estado de fusión se derrame por los costados.

### 10.6.4.- PRECALENTAMIENTO.

Este precalentamiento se da con gas y oxigeno, la canti-

dad de gas que se requiere es de 500 gr. de gas propano, y el oxígeno será lo suficiente para que la llama salga de las chimeneas o toberas de 20 a 25 cm., por lo regular será de 1.5 a 1.8 Kg. de oxígeno. Los tiempos que aproximada y normalmente se le da a los perfiles para el precalentamiento son :

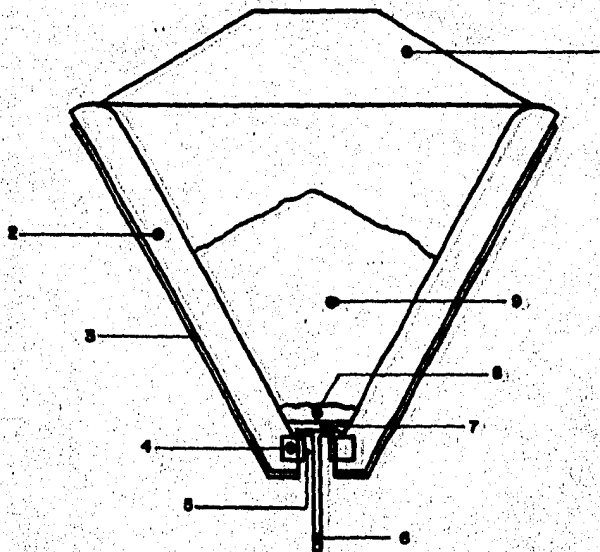
Riel 115 lbs.	5 min.
Riel 100 lbs.	5 min.
Riel 80 lbs.	4.5 min.
Pista metro	5 min.
Barra guía	4.5 min.

Estos tiempos de temperatura optima del precalentamiento los da el soldador viendo dentro de los moldes con unas gafas; lo que el verá es que en la zona de abajo el perfil tendrá un color rojo cereza claro y en la parte de arriba del perfil un color rojo cereza oscuro. En este momento se procederá a hacer la reacción y luego el vaciado.

Con este precalentamiento se le aplica temperaturas a los perfiles del orden de 800 a 900 °C.

#### 10.6.5.- PREPARACION DEL CRISOL.

Este crisol se debe de secar por las mañanas, ya que en las noches este adquiere humedad, este se seca con el soplete proporcionandole calor o haciendo una colada para eliminar la humedad que se adquiere durante la noche o durante el tiempo que este no se ocupo. El porta crisol se debe de cubrir con pasta fusil para recibir a el crisol, después de que esté colocado el crisol-



- |                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| 1. TAPA                | 6. CLAVO                |
| 2. CUERPO REFRACTARIO  | 7. ASBESTO              |
| 3. CHAPA               | 8. MAGNESITA            |
| 4. CORONA DE MAGNESITA | 9. PORCION DE SOLDADURA |
| 5. BOQUILA             |                         |

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

M. FERNANDO AZNAR PAVON

ACOTA SIN.

FIG. No  
41

CRIBOL

ESCALA SIN

FECHA: JULIO 84

en el porta crisol se coloca la boquilla que va en la parte inferior del crisol, la boquilla sirve para 4 ó 5 coladas y el crisol aproximadamente para 25 coladas o reacciones dentro del crisol. - Estos tiempos de duración de la boquilla y de el crisol dependen del uso que le dé el soldador a estos.

En la boquilla dentro del crisol se coloca el clavo y encima de este se desmenuza asbesto y se apizona este, y encima del asbesto se apizona polvo de magnesita. Hecho ya lo anterior se coloca la porción dentro del crisol para que después se haga la reacción. El crisol de magnesita soporta temperaturas del orden de 2 500 °C.

#### 10.6.6.- REACCION.

Dentro de la reacción existen varios tiempos:

##### A.- TIEMPO DE ENSENDIDO.

En este momento se prende el fosforo y se introduce dentro del crisol ya preparado, este tiempo es de aproximadamente entre dos y tres segundos.

##### B.- TIEMPO DE REACCION.

Este tiempo es el que tarda en reaccionar o fundirse la porción dentro del crisol y se estima entre doce y catorce segundos.

### C.- TIEMPO DE DECANTACION.

Este tiempo es de gran importancia ya que en este lapso, después de hecha la reacción el acero se separa del corindon o --escoria. El acero se va por debajo del crisol y la escoria o corindón queda en la parte de arriba por la cual se ve que el acero penetra primero el molde que le escoria. Este tiempo se estima - entre diez y doce segundos.

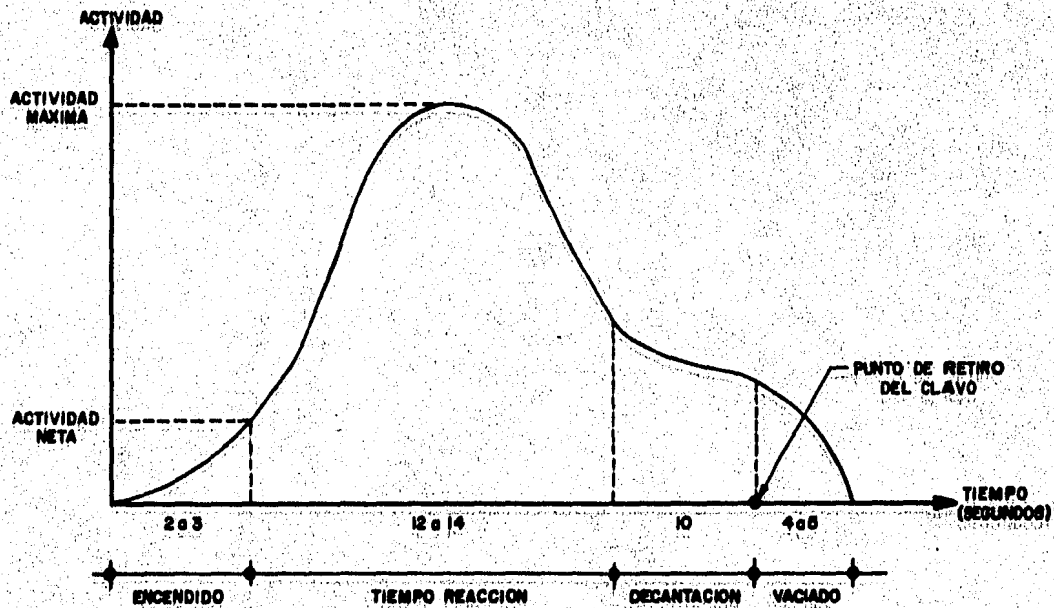
### D.- TIEMPO DE VACIADO.

Después que se deja el tiempo de decantación se quita el claro del crisol dejando pasar la soldadura hacia los moldes. Es te calvo se funde al tener contacto con la soldadura.

Al efectuarse la reacción de los elementos que componen a la soldadura aluminotérmica, estos alcanza temperaturas de --- 2 200°C a 2 300°C ya en estado de fusión.

### 10.6.7.- DESMOLDEO.

El soldador a los tres minutos de terminada la colada es te se corta a la altura de la cabeza del perfil, el molde, des---pués de limpiar la parte superior con la tajadera limpia los la--dos del molde; seguido a esto cepilla con un cepillo de cerdas de metal la parte superior de la soldadura que hay que cortar, des--pués viene el cortado ya sea con máquina o con tajadera y marro -



**UNAM**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

M. FERNANDO AZNAR PAVON

ACOTA: SIN

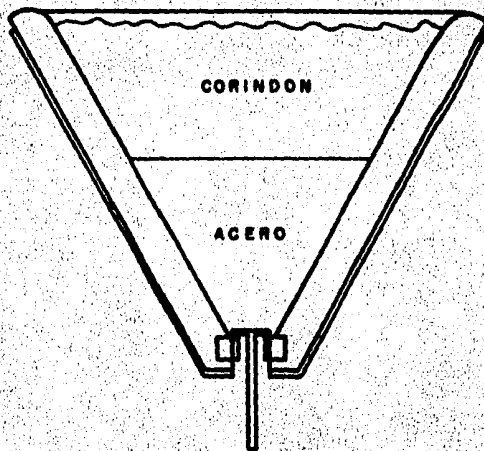
FIG. No.  
42

**GRAFICA  
DE  
REACCION**

ESCALA: SIN

FECHA: DIC. 84





<b>UNAM</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	<b>M. FERNANDO AZMAR PAVON</b>	<b>ACOTA. SIN.</b>
	<b>FIG. No. 43</b>	<b>DECANTACION</b>
		<b>ESCALA SIN.</b>
		<b>FECHA: DIC. 84</b>

todo esto se trabaja cuando la soldadura, esta todavia al rojo.

#### 10.6.8.- ESMERIALDO.

Esto se hace con esmeril de vaso, se debe de hacer cuando el perfil esta fijo completamente, es decir, en su posición definitiva.

Este esmerilado será de longitud entre treinta y cincuenta milímetros tomando como centro el eje de la soldadura.

30 mm.

E 50 mm

#### 10.6.9.- TIEMPO DE OPERACION.

Esta estimado que el tiempo de operación en el cual puede pasar un tren después de terminada la soldadura es de 20 minutos, ya que este tiempo sirve para que la soldadura se enfrie y vaya adquiriendo sus características.

#### 10.7.- ANOMALIAS GENERALES Y DEFECTOS.

##### 10.7.1.- ANOMALIAS GENERALES.

Cualquiera de los pasos que se explicaron anteriormente, no llegan a realizarse bien, esto dará producto a una soldadura mal aplicada y por lo tanto una soldadura de mala calidad ya que tendran riesgos de que esta falle a la hora de la operación. A -

continuación se presentan algunos aspectos generales:

-Si no se quita el óxido de los lados del perfil puede presentarse dos problemas:

1.- La capa puede incorporarse al metal y tendríamos exceso de óxido y se formarían burbujas.

2.- Donde haya una capa importante de este óxido, puede hacer que no se funda el metal y no pegue la soldadura.

-El aceite hace que se formen burbujas.

-Si no se quitan las rebabas hay mal acoplamiento de el molde y riesgos de fuga.

-Es de gran importancia la limpieza en general del perfil.

-Cuando no se deja la cala a la distancia requerida si fuera grande, el defecto sería que no alcanzaría el acero de la porción para llenar la cala de la soldadura del perfil.

-Es recomendable soldar a temperatura ambiente.

-La consecuencia de el mal alineamiento de moldes es que un perfil puede estar frío y el otro excesivamente caliente, hay lagrimeo y se forman bolas en el fondo, se pueden producir fugas, al estar frío un perfil nunca se llega a integrar la soldadura en estado de fusión a el perfil.

### 10.7.2.- DEFECTOS.

En si a los defectos los podemos catalogar de tres formas:

- Defectos pocos riesgosos para la soldadura, los cuales en un momento dado se pueden eliminar ya que no existe gran afectación para la soldadura.
- Defectos con riesgos moderados para la soldadura, los cuales en este caso se tendrán que interpretar la magnitud del riesgo y se someterá a observación a la soldadura.
- Defectos de riesgos importantes para la soldadura, en este caso hay que rechazar la soldadura sin averiguaciones ni contemplaciones.

Los tipos de defectos que hay son:

#### A.- AGUJEROS.

Es una burbuja de gas que se quedo atrapado dentro de el metal.

El primer tipo de agujeros tiene un diametro inferior o igual a 2 mm, tiene paredes lisas, la localización de este es que a veces se encuentra en la parte superior del hongo, son poco profundos y tienen de uno a cinco milímetros de profundidad, también se encuentran en los costados del hongo del riel y aqui presentan

una forma ovalada tiene una profundidad de uno a cinco milímetros y este defecto se considera poco riesgoso para la soldadura.

El segundo tipo de agujeros se encuentran uno o dos no más, desembocan en el eje de la soldadura, estos pueden tener de cinco a veinticinco mm., de profundidad y se considera este defecto poco riesgoso para la soldadura.

El tercer tipo de agujeros, son una multitud de estos que desembocan en la cabeza del riel y este se cataloga como un defecto de riesgo importante por lo tanto cuando aparezcan este tipo de agujeros se rechazará la soldadura.

La presencia de agujeros también puede ser por:

- Que exista grasa en las paredes de los perfiles, por soldar esto provocará un defecto de riesgo importante.
- La humedad del perfil se puede catalogar como un defecto poco riesgoso para la soldadura o defecto con riesgo moderado.
- La placa del fondo no ajustada puede tener un defecto de falla de soldadura.
- El crisol no seco nos puede dar defecto con riesgo moderado para la soldadura o un defecto con riesgo importante en el surge el rechazo de la soldadura.

-Las ranuras para el escape de gases que se encuentren tapadas - con pasta, nos puede dar defectos poco riesgosos o de riesgo moderado para la soldadura.

#### B.- INCLUSION DE ESCORIA.

Esto es un aporte de impureza como corindon, arenas pasta, que se quedan atrapadas en el metal y se mezclan con este.

La zona donde se presenta esto son tres:

-Una inclusión que tiene el tamaño de la cabeza de un alfiler, - esta se localiza en el hongo y no son muchas, estos defectos se catalogan como pocos riesgosos para la soldadura.

-La otra también se localiza en la cabeza del perfil es metal mezclado con escoria y este defecto se concidera como de riesgo importante. Se presentan multiples perforaciones en la cabeza, -- una adyacente de la otra y abarcando una zona.

-Esta se presenta como hueco o caverna, se localiza en el costado del hongo, esto es pasta fundida, la cual puede retirarse facilmente, es un defecto conconsiderable y se cataloga como de riesgo importante.

#### C.- CAUSAS.

C.1.- Cuando tenemos aporte o mezcla del corindon en el metal, se puede decir que las causas de esto son: ya sea que se -

haya ajustado mal el tapon, el olvido de la colocación del tapon-  
e incluso el destape del crisol antes de la decantación.

C.2.- En el caso de las cavernas estas provienen del aca-  
riamiento de pasta, por lo regular las causas es el descuido a la  
hora de moldear ya que hay ocasiones en las que se dejan caer pe-  
dazos de pasta dentro del molde y a la hora de hacer la colada es  
ta pasta se mezcla con el metal. Para evitar esto hay que tapar-  
los moldes con carton o cualquier otra cosa al alcance para evi-  
tar que en un descuido caiga algun pedazo de pasta dentro de el -  
molde.

C.3.- La mala colocación del molde es una de las causas-  
en donde también se puede originar una mala soldadura. Al tener-  
mal colocado el molde (no centrado), a la hora de hacer el pre-ca-  
lentamiento puede que caliente un lado del perfil más que el otro  
y al efectuarse la colada, en el lado donde el calor se aplico -  
menos, pueda que no se adhiera la soldadura a el perfil en su to-  
talidad ya que falta que el perfil alcanzará la temperatura ideal,  
esto a la larga hace que se desprenda la soldadura del perfil. --  
Para evitar esto hay que procurar centrar bien los moldes, sellar  
lo bien con la pasta, y obtener la verticalidad y horizontavili-  
dad de los perfiles a unir.

#### 10.8.- CONTROL DE CALIDAD.

Existen dos tipos de pruebas dentro de el control de ca-  
lidad:

### 10.8.1.- PRUEBAS DESTRUCTIVAS.

**Prueba de Impacto:** En esta lo que se busca es la resistencia de la soldadura, que esta sea buena y además se busca la cohesión del metal, ya sea la misma soldadura o en la adherencia al perfil. Esta prueba se hace en un aparato el cual esta compuesto de un ariete que pesa 300 Kg. y que esta amarrado a un maulacate que es el que lo levanta, en la zona inferior hay una prensa donde se colocan el perfil. Ya colocado el perfil soldado en la prensa y devidamente centrado se levanta el ariete a 50 cm. dejandolo caer desde esta altura, asi sucesivamente se deja caer el ariete desde 50 cm., hasta 3.0 Mts., incrementando la altura de 50 en 50 cm cm.. Si la soldadura aguanta el peso del ariete desde los 3.0 Mts. se dice que está en perfecto estado.

**B.- Prueba a la Flexión:** Esta mide la resistencia tanto al corte como a la flexión del perfil y de la soldadura, esta maquina consta de un gato hidráulico el cual aplica la presión y esta presión se lee en un monometro dado que esta integrado al equipo.

### 10.8.2. PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS.

#### A.- CONTROL DE DUREZA.

El control de la dureza proviene del metodo BRINELL., -- este consiste en que sobre una esfera de 10 mm., se aplica 3,000-ton durante 20 seg., esto al aplicarse al perfil o a la soldadura del perfil deja una huella se hacen dos o tres huellas y se toma-



# BRINELL

sobre carga 300 kg.		sobre carga 300 kg.		sobre carga 300 kg.	
$\emptyset$	R kg/mm. <sup>2</sup>	$\emptyset$	R kg/mm. <sup>2</sup>	$\emptyset$	R kg/mm. <sup>2</sup>
2.00	3 26	3.30	1 16	4.60	58
2.05	3 09	3.35	1 13	4.65	56
2.10	2 94	3.40	1 09	4.70	55
2.15	2 80	3.45	1 06	4.75	54
2.20	2 66	3.50	1 03	4.80	53
2.25	2 53	3.55	1 00	4.85	52
2.30	2 42	3.60	97	4.90	51
2.35	2 32	3.65	94	4.95	50
2.40	2 22	3.70	91	5.00	49
2.45	2 13	3.75	89	5.05	48
2.50	2 04	3.80	87	5.10	47
2.55	1 97	3.85	84	5.15	46
2.60	1 89	3.90	82	5.20	45
2.65	1 81	3.95	80	5.25	44
2.70	1 74	4.00	78	5.30	43
2.75	1 68	4.05	76	5.35	42
2.80	1 62	4.10	74	5.40	41
2.85	1 56	4.15	72	5.45	40
2.90	1 51	4.20	70	5.50	39
2.95	1 46	4.25	69	5.55	38.5
3.00	1 42	4.30	67	5.60	38
3.05	1 37	4.35	65	5.65	37
3.10	1 32	4.40	64	5.70	36
3.15	1 28	4.45	62	5.75	35.5
3.20	1 24	4.50	61	5.80	35
3.25	1 19	4.55	59	5.85	30

el promedio de los diámetros y con este diámetro se entra a las -  
tablas de BRINELL para ver la dureza de la soldadura y compararla  
con la del perfil.

Este control es imposible hacerlo en la obra, este se ha  
ce en laboratorio. Se trata de comprobar la dureza de la soldadu  
ra y del perfil para que ambos tengan desgastes uniformes.

#### B.- CONTROL ULTRASONIDO.

Este es por medio de una onda que penetra a el material y  
cuando encuentra un obstaculo se regresa, todo este recorrido se-  
representa en un tubo catódico mediante una grafica.

Para el control de ultrasonido se utilizan dos tipos de-  
ondas:

- a) Ondas longitudinales, cuya velocidad en el acero es de 5 850 -  
M/seg.
- b) Ondas transversales, cuya velocidad en el acero es de '3 230 -  
M/seg.

También existen dos sistemas o metodos de control y son-  
el sistema de eco directo y el sistema de reflexión.

#### C.- CONTROL POR RADIOGRAFIAS.

La radiografía o gammagrafia es una fuente que emite ra--  
yos a través de la soldadura y esto se imprimen en una placa.

Esto es poco usual ya que nadie a podido interpretar correctamente estas placas de soldadura.

## CAPITULO 11

## CONCLUSIONES

El metro es un sistema de transporte colectivo (STC) necesario para satisfacer la necesidad de transporte masivo, rápido seguro y eficiente, que se presenta como uno de los problemas -- principales en las grandes ciudades como son: Hamburgo, Berlín -- Oeste, Atenas, Estocolmo, Leningrado, Madrid, Milan, Montreal Moscu, Munich, Nueva York, Oslo, Osaka, Paris, Saporu, Sao Paulo, -- Sn. Francisco, Filadelfia, Tokio, México y varios más. La cons-- trucción de este se lleva a cabo de acuerdo a un "Plan maestro -- del metro", que consiste en un estudio a cerca de la cantidad y -- longitud de las líneas que serán necesarias en la Cd. de México -- con un tiempo determinado, el cual se debe de llevar a cabo paula-- tinamente debido a su alto costo pero de forma ininterrumpida.

No es recomendable suspender la construcción de nuevas - líneas o la ampliación de las ya existentes, debido a que no exis-- te otro medio de transporte que pueda satisfacer la demanda, aun-- cuando ya esta saturado y la población sigue en aumento.

Actualmente en México se instala la vía de dos técnicas, la tradicional, que es la vía sobre balasto y la vía sobre la lo-- sa de concreto. La vía sobre balasto es más económica para la -- construcción, pero a la larga es más costosa por su mantenimiento

actualmente se esta trabajando en la renivelación de la vía en la línea 1,2,3, y 4, que estas, sus trabajos se realizan por las noches, en los tiempos de inactividad de las líneas, en cambio la vía sobre losa de concreto su mantenimiento es mínimo y su costo a larga se reduce en comparación con el otro sistema.

La vía sobre la losa de concreto tiene el inconveniente que la mayor parte de los materiales que se usan son de importación ya sea franceses o canadienses, esto hace que el costo aumente y fluctue según la devaluación. Por otro lado, la vía sobre la losa de concreto se ha construido con tecnología canadiense y esto fué de costo alto, actualmente ya que se tiene la tecnología se esta tratando que la producción de los materiales se hagan en México, y esto pasa por dos cosas, para reducir costos y para desarrollar la industria del país.

Esta técnica de la vía sobre losa de concreto es buena, precisa y fácil de aplicar, aunque actualmente se prosigue estudiando los comportamientos de este tipo de vía en nuestro país.

## BIBLIOGRAFIA

## TESIS

PROBLEMAS EN LAS VIAS DEL METRO, 1982 ING. MECANICO

FRANCISCO SEGRESTE IPN.

+ Memoria de la instalación de la vía sobre concreto en la interestación El Rosario Tezozomoc Línea 6.

+ Especificaciones generales para la fabricación del concreto que se empleará en la construcción de la losa de piso, para la fijación de la vía sin balasto, del metro de la Cd. de México. Elaborado por: Ingeniería de Sistemas de Transporte Metropolitano, S.A. 81-EE- 90000-III-13-149-2.

+Especificación técnica para el suministro del material de relleno bajo calzadas aislantes de apoyo de vía, para el sistema de vía directa sobre losa de concreto del metro de México. 81-EE-90000-III-9-142-2. Anexo No. 1 81-EE-90000-III-9-142-2. Esta especificación es una adaptación de la especificación E9.13 de la BTM.

+ Especificación técnica para la instalación de la vía del metro de México, suada en forma directa al piso de concreto.- 81-EE-90 000-III-I-132-2.

+ Especificación técnica para el suministro del producto del sellamiento para las funciones de las fijaciones de las vías - del metro de México, colocadas directamente sobre piso de concreto. 81-EE-90 000-III-3-134- Esta especificación es una adapta---ción de la especificación técnica E9.19 de la BTM.

+Especificación técnica para el suministro de calzas de aisladores de barra gufa y de toma de corriente en la vía sobre - losa de concreto. 81-EE-90 000-III-II-144-e.

+ Especificación técnica para muestrear y efectuar el -- control dimensional de las piezas destinadas a la fijación direc- ta al piso de concreto de las vías del Metro de México. 81-EE-90 000-III-6-138-e. Esta especificación es una adaptación- de la especificación técnica E9. 26 de la ETM.

+ Libro, vías de comunicación.

Carlos Crespo Villalaz.

Editorial Limusa.

+ Tesis, soldadura aluminotermica en la construcción y - mantenimiento de la vía de la línea No. 1 del Metro de la Cd. de México 1973, Ing. Angel Angeles Santilla. IPN.

+ Electro-termit Mexicana.

Curso de capacitación sobre soldadura aluminotermica y - sus aplicaciones.