



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

INSTRUCTIVO PARA LA IMPLANTACION DE LA
VIA EN EL METRO

Tesis Profesional

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P r e s e n t a

ALEJANDRO PEREZ TAPIA

MEXICO, D. F.

1985



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

I.- <u>INTRODUCCION.</u>	1
I.1.- ANTECEDENTES.	1
I.2.- IMPORTANCIA DE LAS VIAS	3
II.- <u>ELEMENTOS PRINCIPALES DE VIA PARA EL METRO</u>	4
II.1.- BALASTO.	4
II.2.- DURMIENTES	5
II.2.1.- DE MADERA	6
II.2.1.- DE CONCRETO	9
II.3.- CONCRETO	13
II.4.- RIEL	15
II.5.- PISTA.	17
II.6.- BARRA GUIA	18
II.6.1.- AISLADORES.	18
III.- <u>CLASIFICACION DE LAS VIAS</u>	20
III.1.- SUBTERRANEA	21
III.1.1.- SOBRE BALASTO	23
III.1.2.- SOBRE CONCRETO.	37
III.2.- A CIELO ABIERTO	68
III.2.1.- SUPERFICIAL	69
III.2.2.- ELEVADA	74
III.3.- EN TALLERES	76
III.3.1.- FOSA DE PEQUEÑA REVISION.	77
III.3.2.- SOBRE LOSA.	81
III.3.3.- LAVADO Y SOPLETEADO	83
III.3.4.- FOSA DE FIN DE LINEA.	84
III.3.5.- NAVE DE DEPOSITO.	85

IV.- <u>ELEMENTOS ESPECIALES DE VIA.</u>88
IV.1.- APARATOS DE VIA88
IV.1.1.- SOBRE BALASTO.94
IV.1.2.- SOBRE CONCRETO98
IV.2.- SOLDADURA ALUMINOTERMICA.	106
IV.3.- JUNTA AISLANTE.	112
IV.4.- ROLADO DE PERFILES.	113
IV.5.- ELEMENTOS TERMICOS.	115
IV.5.1.- JUNTAS MECANICAS	116
IV.5.2.- APARATOS DE DILATACION	116
IV.6.- TOPES DE FIN DE VIA	120
V.- <u>CONCLUSIONES.</u>	122
BIBLIOGRAFIA.	123

I.1.- ANTECEDENTES.- La ciudad de México al igual que muchas de las grandes ciudades del mundo creció a un ritmo acelerado, y desgraciadamente sin una correcta planificación urbanística.

Esto ha dado lugar a grandes y numerosos problemas en el presente, tanto en las vías de comunicación, como en los servicios masivos de transporte.

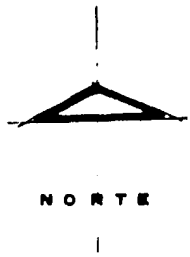
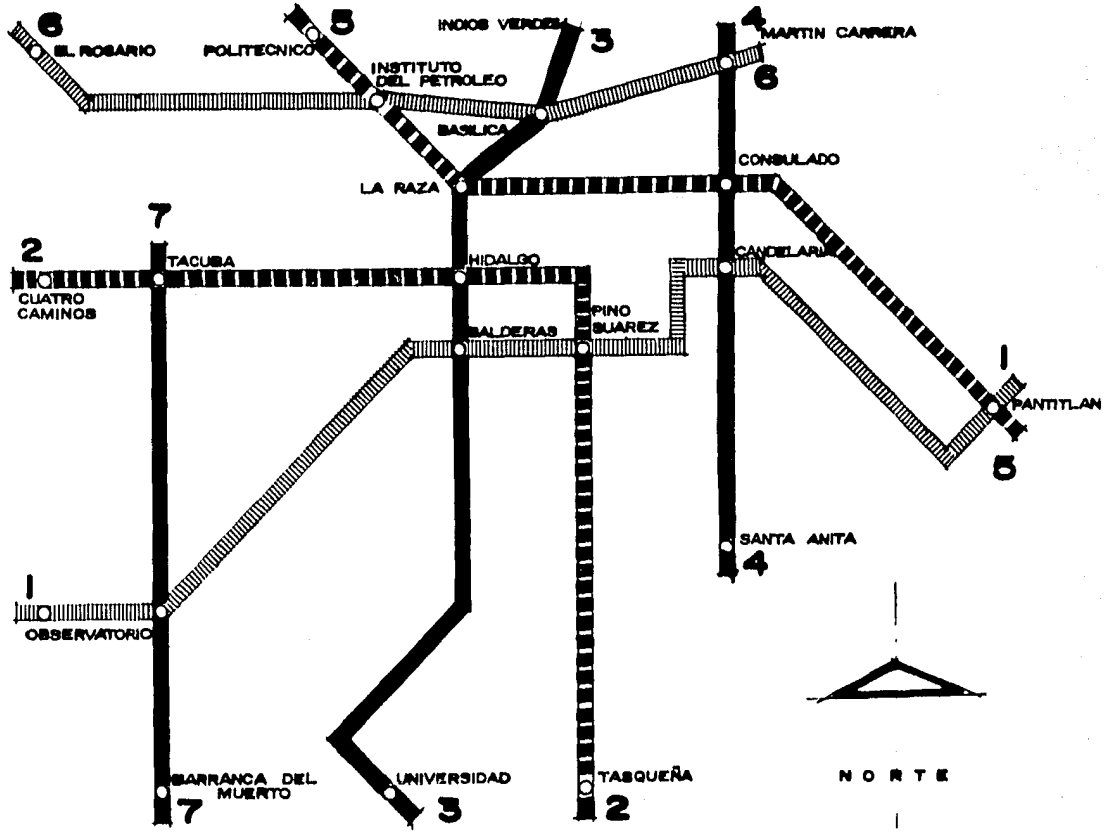
Las zonas habitacionales, de recreación, fábricas, centros comerciales, etc., se han dispersado por toda el área metropolitana, lo cual implica la necesidad de traslado y por lo consiguiente la necesidad de un medio de transporte masivo, rápido, eficiente y económico.

El insuficiente transporte colectivo ha provocado el uso excesivo del automóvil, trayendo como consecuencia una difícil circulación de vehículos por las arterias de la ciudad, así como una gran contribución para agravar la contaminación ambiental. Por lo anterior, existió la imperiosa necesidad de un medio de transporte que diera solución a la problemática de la zona urbana.

Después de haber realizado estudios a fondo, se encontró que el medio que reúne las características de seguridad, rapidez, economía y eficiencia, es el METRO. Actualmente el

AGENCIAS DE
LÍNEAS ACTUALES

Nº 144. I - I
U. N. A. M.



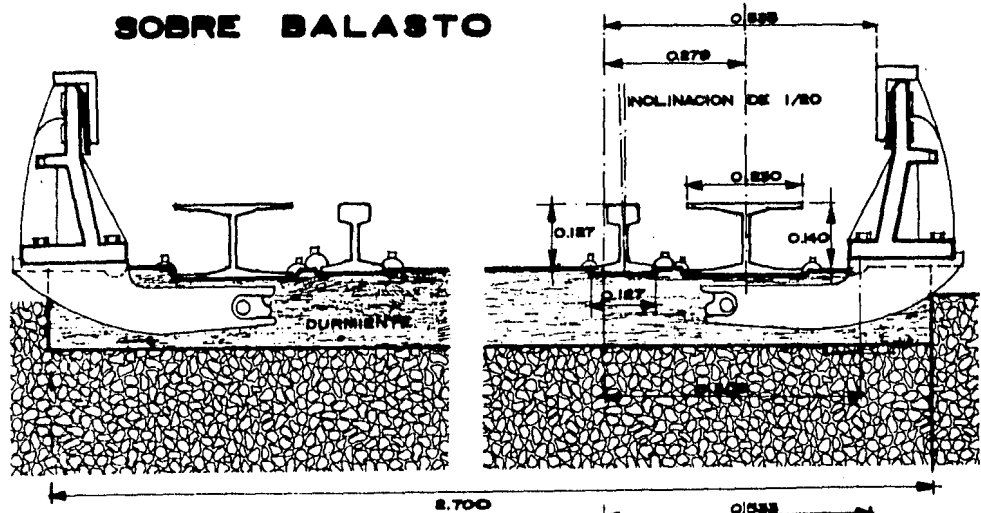
elemento de mayor importancia en la solución que se persigue.

Inaugurado en 1969, el METRO de la Ciudad de México es considerado dentro de los mejores del mundo, ya que cuenta con una avanzada tecnología en los sistemas de control y protección. En sus inicios se contó con asesoría francesa, pero poco a poco ha venido a ser desplazada y puede decirse que actualmente somos autosuficientes en este ramo, aunque gran parte del equipo continúe siendo importado.

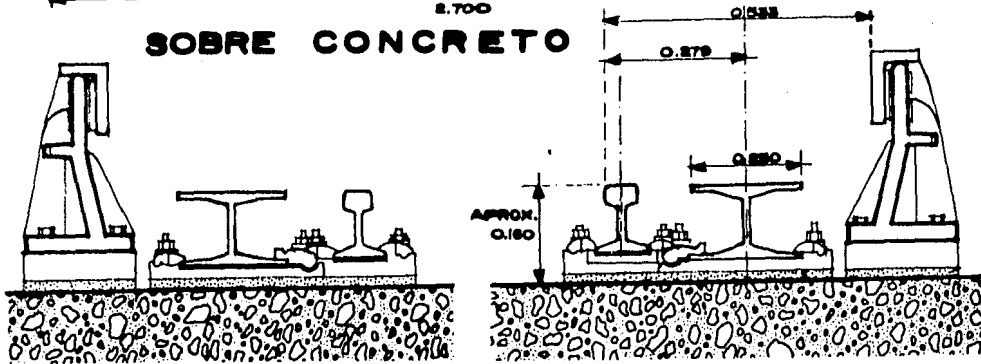
El Departamento del Distrito Federal, para resolver el problema del transporte masivo, creó la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR), la cual ha desarrollado un Plan Maestro de Vialidad y Transporte que contempla en conjunto todas las vías y medios de transporte necesarios para dar solución a los problemas a corto, mediano y largo plazo que se presenten en la ciudad. Es este organismo quien se encarga de la construcción, así como del proyecto de las nuevas líneas del METRO, para lo cual debe tomar en consideración varios factores importantes entre los que se destacan:

- a) Flujo de pasajeros
- b) Tránsito de vehículos
- c) Densidad de población
- d) Areas de servicio
- e) Uso del suelo
- f) Tipos de obra civil
- g) Obras inducidas
- h) Afectaciones

SOBRE BALASTO



SOBRE CONCRETO



Una vez establecidas las relaciones entre todos estos factores, es decir, ya planteada la matriz origen - destino y de acuerdo a los requerimientos a corto, mediano y largo plazo, se establecen las líneas del Metro así como las vialidades requeridas conforme a las prioridades.

El presente trabajo pretende dar a conocer el método constructivo de todos los tipos de vías que se emplean en el Metro de la Ciudad de México, tratando de dar un enfoque didáctico y con recomendaciones obtenidas de la práctica.

I.2.- IMPORTANCIA DE LAS VIAS.- Primeramente mencionaré que la vía es un conjunto de dispositivos necesarios para que el material rodante o convoy de METRO pueda desplazarse a lo largo de la línea, proporcionándole una base lo suficientemente rígida para permitirle un movimiento uniforme y confortable, un guiado continuo a lo largo de su recorrido; además de servir sus partes metálicas como conductores para la transmisión de energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del mismo.

La vía está constituida principalmente por tres elementos metálicos; riel, pista y barra guía, sujetos y soportados por durmientes y éstos a su vez por balasto, en el método tradicional, o por medio de calzas fijas a una losa de concreto.

II.1.- BALASTO.- Es el producto de la trituración en tamaño adecuado de rocas sanas, duras y estables, como lo son el cuarzo, granito, basalto, etc., capaces de tener un porcentaje de pérdidas inferior al 28% en la máquina "Los Angeles".

Sirve para transmitir y repartir a la estructura de piso, los esfuerzos concentrados que recibe el durmiente, del material rodante; así como un excelente sistema de fijación capaz de impedir el desplazamiento de la vía, tanto en sentido longitudinal por efecto de aceleración, frenado y de resistencia al movimiento uniforme, como en sentido transversal para soportar la inercia del material rodante al circular en curva. Además proporciona un buen drenaje de aguas pluviales en tramo superficial y de filtraciones en tramo de túnel. También constituye un amortiguador de vibraciones y permite hacer correcciones rápidas de nivelación y trazo, causadas por asentamientos o movimientos sísmicos.

En la cantera de extracción de balasto, se le hacen pruebas de densidad, granulometría, porcentaje de material de mala calidad y desgaste, según las normas correspondientes del ASTM (American Society for Testing Materials), dado el caso de obtenerse los resultados deseados, este material no podrá ser aceptado para su colocación en la vía.

Así mismo, donde se juzgue conveniente se tomarán muestras de balasto ya colocado en la vía y se le harán pruebas para determinar la degradación y contaminación sufridas durante la colocación y acomodo de la vía por medios mecánicos. Teniendo

que retirar el balasto ya colocado, si no llegara a cumplir con las especificaciones, principalmente de granulometría y contenido de material que pase la malla No. 200.

Se debe procurar que los lugares destinados al almacenamiento de balasto proporcionen las mejores condiciones para evitar al máximo la contaminación del mismo, eligiendo para éstos lugares limpios de basura y escombros, así como un suelo lo más compactado posible; también se debe tratar de apilar el balasto lo más posible para disminuir el contacto con el suelo y con esto su contaminación. Al apilar el balasto, todos los polvos y materiales finos se depositan en el fondo, debido a la marcada diferencia granulométrica del material; este material no debe ser colocado en la vía, ya que no tendría la función de drenaje para lo cual es requerido.

II.2.- DURMIENTES.- Sirven para sujetar los perfiles metálicos (riel, pista y barra guía) manteniendo una separación fija entre ellos, así como soportar las cargas que se desarrollan en los mismos para a su vez transmitir los esfuerzos al balasto. Existen principalmente tres tipos de durmiente, los que solo soportan el riel y la pista llamados ordinarios o tipo "O", los durmientes soporte o tipo "S" que además sujetan la barra guía por medio de un herraje metálico y por último los durmientes que soportan los aparatos de vía.

Originalmente todos los durmientes eran de madera de azove, madera originaria de la costa occidental de Africa que se caracteriza por lo cerrado de sus poros y su alta resistencia tanto a cargas como a degradación por efecto de intemperie. Pero

debido a su alto costo, se trató de remplazarlos por otro tipo de durmientes con las mismas cualidades pero de fabricación nacional, con lo que se abatirían considerablemente los costos. Después de numerosos estudios y pruebas se llegó a la aprobación de un durmiente con 2 cabezas de concreto unidas por un perfil metálico.

II.2.1.- DURMIENTES DE MADERA.- Se le hace un maquinado por el ancho de una de sus caras, donde se apoyan el riel y la pista de rodamiento, además 2 perforaciones cónicas al lado de cada perfil para que puedan penetrar los tirafondos y sujetarlos correctamente. Los durmientes tipo "S" cuentan además con 2 barrenos por cada zoclo, uno a lo ancho para permitir el paso de un perno que sujeta las bridas laterales del zoclo y otro que lo atraviesa por su espesor y sirve para fijar el zoclo por medio de un tornillo llamado de "candelero", ya que éste se acopla a una especie de tuerca ciega o "candelero" que se encuentra fija a la cara opuesta del durmiente (ver lamina II-1).

En vía, recta o curva con radio mayor de 500 m., se colocan con una separación de 75 cm. entre ejes, alternandose 3 durmientes ordinarios "A" entre dos tipo soporte "GA", quedando una separación de 3 m. entre los ejes de los durmientes "GA". En el caso de curvas con radio menor a 500 m., la separación entre durmientes será de 60 cm. medida en el borde del maquinado para riel de la fila de radio mayor, quedando más reducida la separación en la fila de radio menor, variando su valor según el radio de curvatura. A diferencia del tramo recto, en curvas con radio menor a 500 m., entre 2 durmientes soporte "GC" se colocan 2 ordinarios "C", teniendo una separación entre durmientes "GC"

de 1.8 m..

La diferencia de los durmientes colocados en recta ("A" y "GA") y los colocados en curva con radio menor a 500 m. ("C" y "GC"), es el maquinado que se les hace para recibir los rieles, ya que para tramo tangente o con radio mayor o igual a 500 m., la separación entre los hongos de riel debe ser de 1,435 mm., mientras que en curvas con radio menor a 500 m. esta separación es de 1,439 mm.. Lo anterior es para permitir una holgadamente la circulación del material rodante por las curvas.

TIPO DE DURMIENTE	LARGO mm.		ANCHO mm.		ESPESOR mm.	
	MEDIDA	TOLE	MEDIDA	TOLE	MEDIDA	TOLE
ordinario "A" "C" "T"	2600	+60 -30	240	+30 - 0	140	+15 - 5
soporte "GA" "GC"	2700	+ 0 -50	260	+ 8 -10	150	+10 -10

TABLA II.1

Para evitar el cambio brusco de separaciones entre rieles de 1,435 a 1,439 mm., se hace uso de 2 durmientes de transición, a los cuales se les ha dejado una holgura en el maquinado que permite un cambio gradual, lo mismo se hace a la entrada que a la salida de la curva. A estos durmientes de transición se les llama durmientes "T", y por no tener maquinado

para zoclo son ordinarios.

Además de los durmientes ya mencionados, existen otros 3 tipos que tienen características y medidas diferentes:

- TIPO "SA" durmiente maquinado para soportar riel, pista y un aislador en un extremo, es usado en recta.
- TIPO "SC" similar al anterior, solo que es usado en curva y donde la barra guía es interrumpida en uno de sus lados.
- TIPO "SACR1", "SACR2" y "SACR3" además de soportar riel y pista, tienen maquinado para zoclo en un extremo con la particularidad de ir alejando de la vía la barra guía en forma gradual. Se usa para sostener crucetas.

Todos los durmientes que se han mencionado, tienen maquinado para riel de 80 lb/yd, pero hay algunas zonas de aparatos de vía que tienen tramos con riel de 100 lb/yd, en los que se pueden presentar todas las situaciones mencionadas, debiendo tener el durmiente el maquinado adecuado para recibir el patín del riel que es más ancho, por lo que los durmientes reciben el mismo nombre anteponiéndole un 100 (Ejm. "100A", "100GC", "100T", etc.).

Por último los durmientes que soportan los aparatos de vía, tienen la misma sección transversal que los tipo "S" (26 X

15 cm.) solo que de longitud variable que va de 2.70 a 6.00 m. dependiendo de su posición en el aparato; además de poder tener maquinado o no, si éste no es necesario. Sus tolerancias son las mismas que las de los durmientes tipo "S".

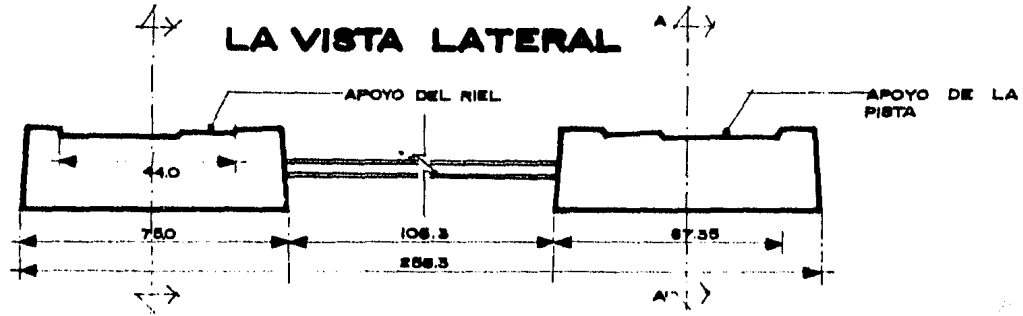
II.2.2.- DURMIENTES DE CONCRETO.- Estos durmientes fueron colocados en su etapa inicial en la LINEA 5, central y poniente; teniendo la misma función que los de madera con la diferencia de que no existen durmientes de concreto para soporte de aislador, ya que los diseños que se han probado, no han cumplido con los requisitos necesarios.

Están compuestos por un tirante metálico con sección de riel y cuyos extremos están embebidos en 2 bloques de concreto reforzado de sección transversal en forma de un tronco de pirámide, cuya base mayor se apoyará sobre el balasto.

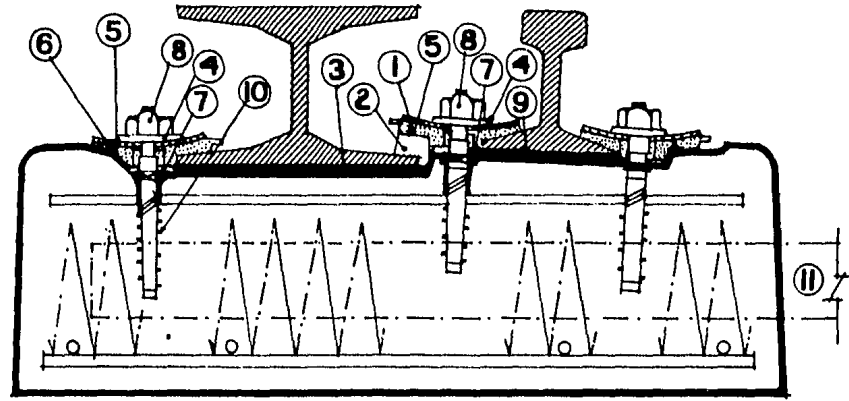
El concreto empleado no deberá tener una resistencia a la compresión menor a 400 kg/cm² a los 14 días de edad. Así como una resistencia de 40 kg/cm² a la tensión por flexión en el mismo período.

Los durmientes escogidos para prueba, serán sometidos a 2 condiciones de carga; uno de los bloques deberá soportar una carga máxima de 17 ton. en su posición de servicio, mientras que el segundo será cargado en posición invertida con una carga de 10 ton.. En ambos casos la velocidad de carga no deberá ser superior a 1 ton/seg, sin que aparezcan fisuras cuando la carga llegue a

LA VISTA LATERAL



COMPONENTES



ser de 13 y 10 ton. respectivamente para cada prueba.

El durmiente de concreto tiene una placa de neopreno que sirve como aislante en la superficie que está en contacto con el riel y la pista. El sistema de fijación de los perfiles metálicos es a base de grapas aislantes y pernos tirafondo embebidos en los bloques, 3 en cada uno, como se indica en la lámina No. II-1.

Este tipo de durmiente tiene una tolerancia de fabricación de ± 1 mm. de desviación en la correspondencia entre superficies de apoyo de riel y pista, aumentandose posteriormente para su instalación a $+ 3$ mm.

Los durmientes son marcados en una de sus caras verticales con 1 ó 2 puntos negros además de un signo (+) o (-), para indicar los milímetros que tiene en más o en menos sobre la tolerancia de fabricación, quedando sin marca aquellos durmientes que cumplan dicha tolerancia.

Para su instalación, deberán colocarse por grupos de durmientes que tengan la misma marca y evitando que un grupo sea adyacente a grupos con marcas de signo contrario o grupos marcados con 2 puntos negros enseguida de otro que no tenga marca.

Además de las marcas de color negro para indicar variaciones geométricas, todos los durmientes deberán tener un punto verde para indicar que pasaron satisfactoriamente las

pruebas de carga y extracción de pernos tirafondo, por lo que pueden ser colocados tanto en tangente como en curva; si además tiene un punto amarillo, solo podrán ser colocados en tangente, ya que indica que están en el límite de tolerancia de alguna de las pruebas.

Los durmientes con punto rojo, no serán colocados en las vías, pues significa que no pasaron alguno de los ensayos mencionados.

A diferencia de los durmientes de azobe, éstos no presentan problema para dar la separación entre rieles tanto en curva como en tangente, debido al tipo de moldeado que tienen para recibir estos perfiles.

Debido a la diferencia geométrica en los bloques de concreto antes mencionadas, la grapa aislante que va colocada entre riel y pista sujetando ambos perfiles, no puede ejercer suficiente presión sobre el patín del riel; es por ésto que existen varios tipos de grapas con diferentes espesores cada una para poder sujetar adecuadamente al riel, debiendo probar en cada durmiente todos los tipos de grapas, hasta encontrar la que corresponda satisfactoriamente.

COLOCACION Y CUIDADOS.- Estos durmientes pueden ser apilados para su almacenamiento hasta una altura correspondiente a 15 camas como máximo, debiendo colocarse separadores de madera entre cada cama con el fin de tener un apoyo uniforme en toda la pila, así como proteger los pernos tirafondos de ser doblados o

dañados en su cuerda.

Al igual que los durmientes de madera, éstos tienen un sentido de colocación de acuerdo con el recorrido que llevará el convoy, que es indicado por el perno tirafondo central de cada bloque (el vertice de la "V" formada por los 3 pernos de cada bloque).

Tanto en su transporte como en su manejo, se debe procurar que no sean golpeados los durmientes de concreto ya que pueden quedar inservibles por presentar fisuras considerables, desprendimientos de bordes en los bloques y deformaciones en los pernos tirafondo.

II.3.- LOSA DE CONCRETO.- Este sistema de fijación de vía, solo había sido empleado en tramos donde los carros corren vacíos y a bajas velocidades, habiendo sido necesarios en cruce de vías donde por espacio no podían usarse durmientes.

Actualmente este método de fijación de vía a losa de concreto es empleado en la LINEA 7 que va de Tacuba a Barranca del Muerto, en la interestación El Rosario - Tezozomoc y Estación Tezozomoc de la LINEA 6, donde el convoy circula cargado y a su velocidad de operación (máxima de 80 km/hr).

En este tipo de fijación, los perfiles van sujetos por calzas aislantes de fijación que sustituyen a los durmientes y que van ancladas a un firme de concreto que hace las funciones de balasto. Dicho concreto no debe tener una resistencia menor a 200 kg/cm² y es colado "in situ" con ayuda de un equipo de bombeo. En general el concreto que se emplea debe cumplir con las siguientes características:

Tamaño máximo del agregado	3/4"
Revenimiento	10 cm
f'c	200 kg/cm ²

Este tipo de equipamiento se hará en líneas subterráneas donde se anticipa que no habrá desnivelaciones ni desalineamientos de la vía por efecto de movimientos y hundimientos del suelo.

La losa de concreto que se tiene al hacer la obra civil y sobre la cual se colocará el firme definitivo, debe ser limpiada de todo material ajeno a ella, como pueden ser pedazos de varilla y madera, para después proceder a barrer y limpiar con agua para quitar la tierra y polvo que se encuentre sobre ella. Antes del colado, deberá de limpiarse con una solución de ácido muriático al 18% para quitar toda substancia química u orgánica dañina para el concreto. Además, poco antes del colado deberá de cubrirse la superficie de concreto viejo con una capa de latex líquido, para lograr una perfecta adherencia con el firme de fijación.

Para la correcta nivelación del firme, se emplean cimbras metálicas con dispositivos niveladores que permiten que la superficie no tenga variaciones de más de 1 mm por cada 5 m de longitud, haciendose el acabado final y forjado de andadores laterales con reglas vibratorias y allanadoras metálicas.

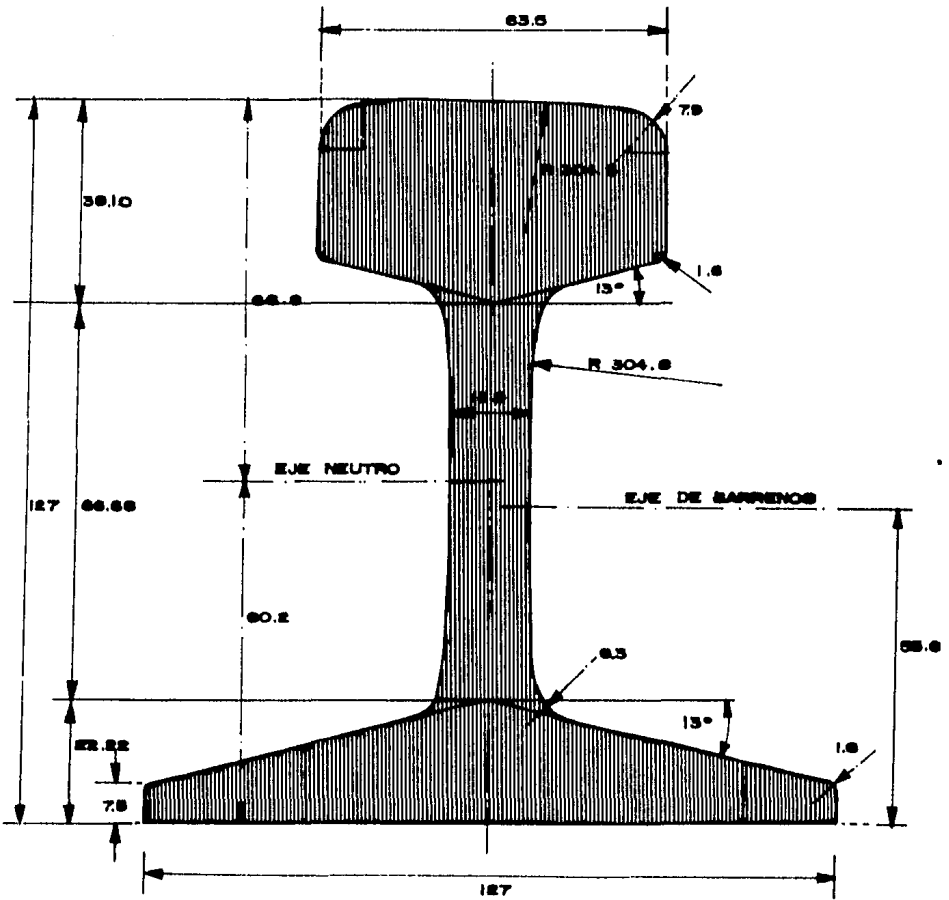
II.4.- RIEL.- Está construido por tramos de 18 m. unidos entre sí a tope, por medios mecánicos o por el método de soldadura aluminotérmica, con lo que se puede obtener una continuidad de longitud ilimitada.

Existen 2 tipos de rieles, el de 100 lb/yd (50.73 kg/m) que es usado en los aparatos de vía y sus conexiones con el resto de la vía que lleva riel de 80 lb/yd (39.73 kg/m). En ambos se distinguen 3 zonas; la superior llamada "hongo" o "mesa de rodamiento", la parte media llamada "alma" y el "patín" localizado en la base.

Los rieles van colocados sobre los durmientes que tienen un maquinado especial con un desnivel de 6 mm. hacia el lado interior, lo que permite que las cargas que les transmiten las ruedas metálicas sean soportadas de mejor manera por éstos.

Las funciones que realiza el riel son las siguientes:

- A) En el caso que los neumáticos portadores del material rodante pierdan presión, el riel lo soportará mediante sus ruedas metálicas.
- B) Las ruedas horizontales de los carros, son las que usualmente los guían, pero en zonas de aparatos y talleres hay discontinuidades o ausencia de la barra guía, por lo que el guiado se hace con la ceja de la rueda metálica apoyada en el riel. Lo mismo sucede en el caso que algún neumático guía tuviera algún desperfecto
- C) Asegura el retorno de corriente usada para la tracción del material rodante.



RIEL 80 ASCE (80 lb/yd)

C A R A C T E R I S T I C A S

SECCION: 5071 MM²

PESO POR METRO: 39.907 KG.

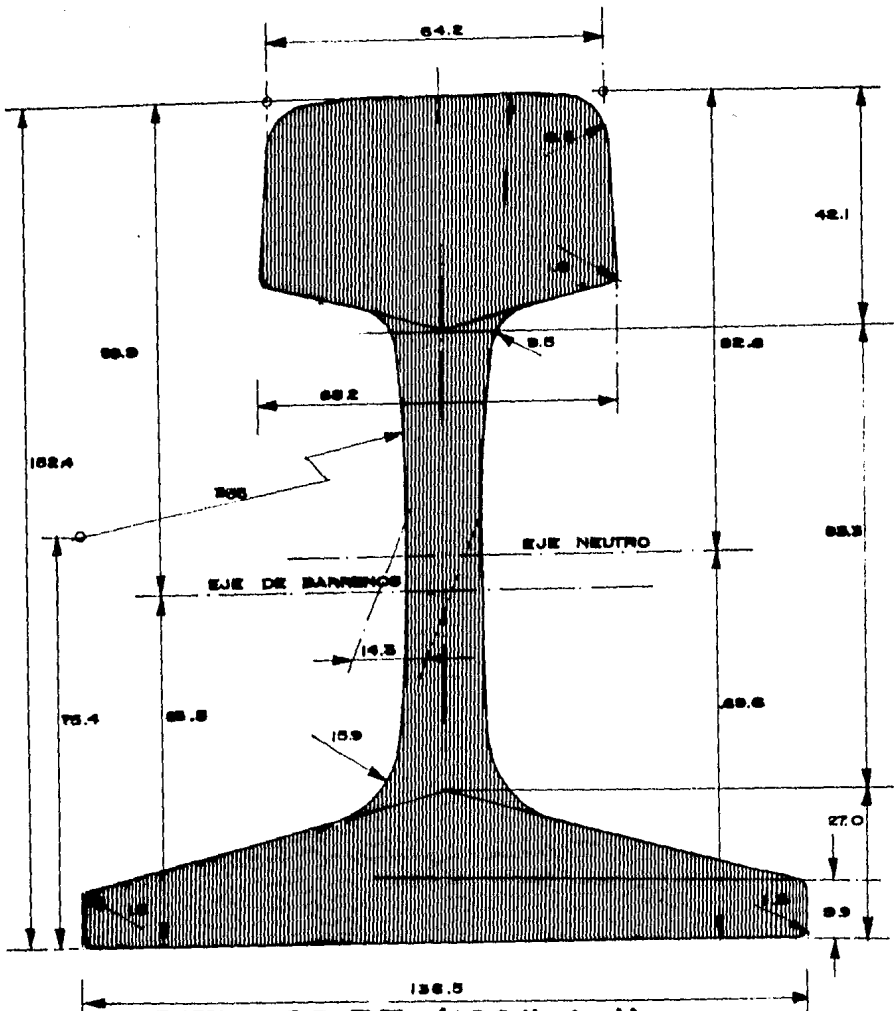
MOMENTO DE INERCIA CON RELACION A XX': 1099.9 CM⁴

DENSIDAD: 7.85

PERFIL DE RIEL
ACOTACIONES EN MM.

U N A M

Nº LAM. II-2



RIEL 100 RE (100lb/yd)

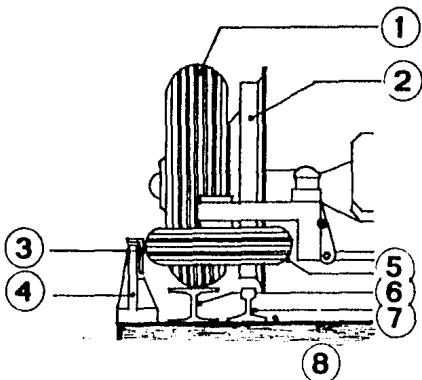
CARACTERÍSTICAS

SECCION: 6418 MM²
 PESO POR METRO: 60.369 KG
 MOMENTO DE INERCIA CON RELACION A XX': 2022.9 CM⁴
 DENSIDAD: 7.80

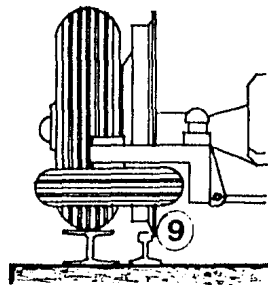
PERFIL DE RIEL
 ACOTACIONES EN MM.

U N A M
 Nº LAM. II-3

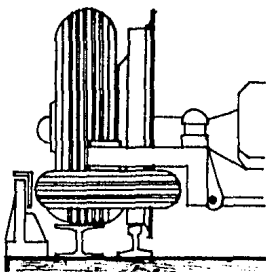
- D) Para detectar mediante el sistema de señalización la posición del material rodante.
- E) Para circulación de vehículos auxiliares y de mantenimiento que solo cuentan con ruedas metálicas.
- F) Durante la etapa de construcción, por ser la vía férrea la primera en su colocación, es usada para la transportación de los elementos restantes.



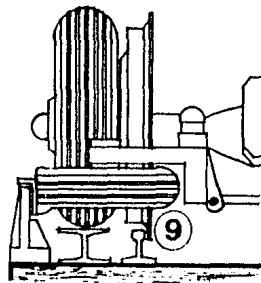
POSICION EN TRAMO RECTO



PASO POR UN CAMBIO DE VIA



PERDIDA DE PRESION EN NEUMATICO PORTADOR



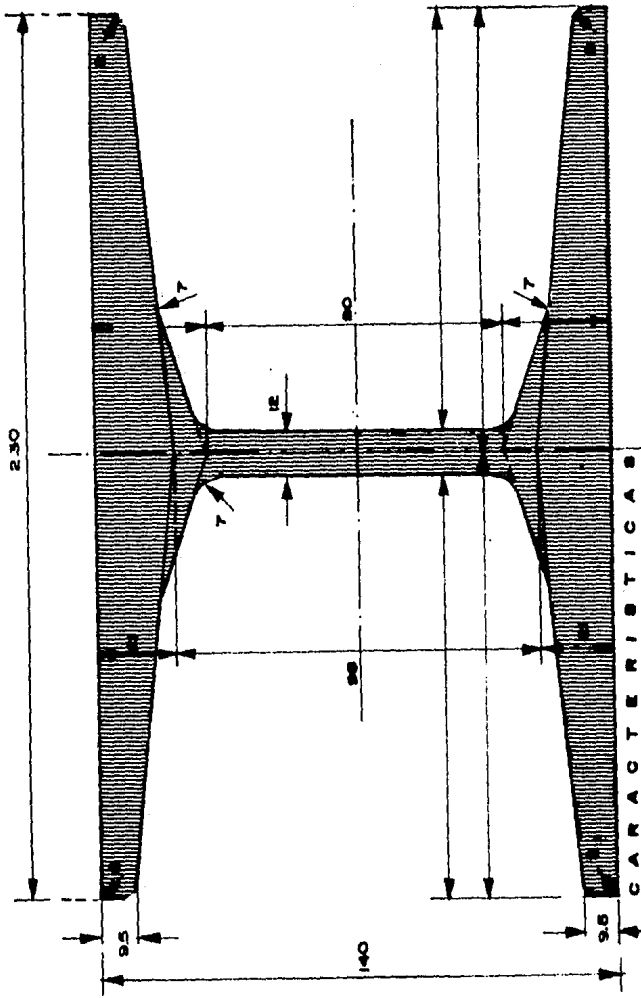
PERDIDA DE PRESION EN NEUMATICO GUIA

II.5.- PISTA.- Anteriormente había 2 tipos de pista, metálicas y de concreto; estas últimas eran usadas en las vías secundarias en zona de talleres, pero debido a su desgaste rápido han tenido que ser reemplazadas por pistas metálicas, quedando las pistas de concreto fuera de uso.

Viene en tramos de 18 m. y tiene un laminado especial en forma de "I" con patines anchos de mismas dimensiones (230 mm.), por lo que pueden ser usados indistintamente como mesa de rodamiento. La altura de este perfil es de 140 mm. y tiene un peso de 68.33 kg/m.. Al igual que el riel, los tramos son unidos entre sí a tope por medios mecánicos o por el método de soldadura aluminotérmica para lograr la continuidad.

Van colocadas sobre las cabezas de los durmientes y por fuera de la vía férrea, el tipo de fijación dependerá de que el durmiente que la soporta sea de madera o de concreto.

Tiene la función de soportar y recibir todas las cargas que transmite el material rodante en su recorrido, al igual que el riel, es usada como conductor en los circuitos de señalización y tracción, por lo que para evitar una diferencia de potencial entre perfiles de una misma fila, son unidos entre sí por conexiones tipo "Burdy" que van soldadas al patín de los perfiles.



C A R A C T E R I S T I C A S
 SECCION : 5708 MMS.²
 PESO POR METRO : 69.354 KG.
 MOMENTO INERCIA : I_{x-X'} = 2825 CM.⁴
 I_{y-Y'} = 2525 CM.⁴
 DENSIDAD : D = 7.85

PERFIL DE PISTA METALICA

ACOTACIONES EN MM.

U N A M

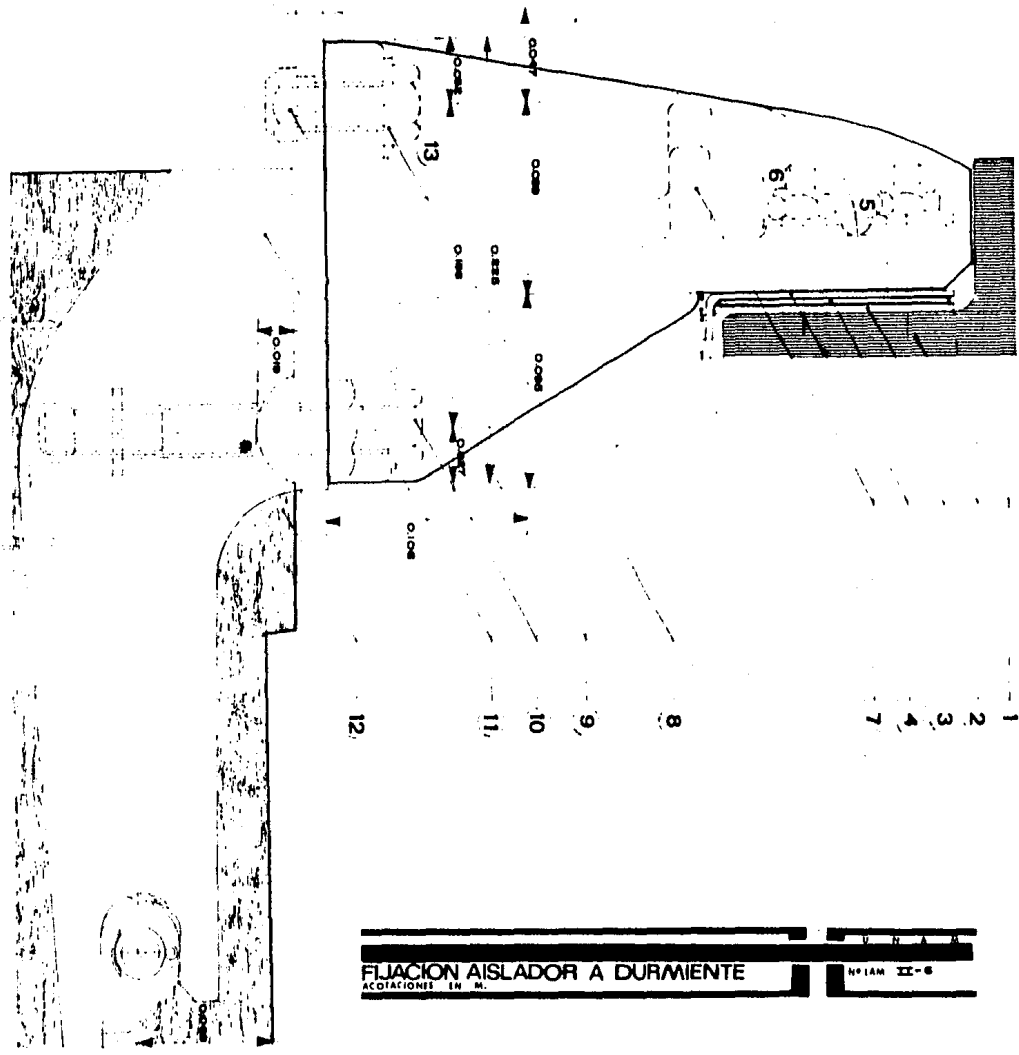
Nº LAM. II - 5

II.6.- BARRA GUIA.- Es un ángulo de acero con bajo contenido de carbono y silicio, que lo hace un excelente conductor eléctrico. Está cortada en tramos de 18 m. y tiene un peso de 40.4 kg/m.. Las alas del ángulo son desiguales, midiendo 152.4 mm. el lado mayor y el menor que va en posición horizontal 101.6 mm.. La barra guía es unida a tope entre sí únicamente por el método de soldadura aluminotérmica.

Su función es la de guiar el convoy en tramos rectos y curvos de vía por medio de los neumáticos guía, además de transmitir la energía eléctrica de 750 VCD necesaria para la tracción del material rodante. Al igual que la pista, va colocada en el exterior de la vía férrea y además soportada por unos aisladores de poliester que impiden la formación de un arco voltaico con los demás elementos metálicos de la vía. La altura del nivel de rodamiento de la pista al nivel medio de la cara vertical de la barra guía, es de 181 mm..

II.6.1.- AISLADORES.- En el caso de vía sobre balasto, los aisladores se colocan sobre los zoclos metálicos de bridas laterales que tienen en sus cabezas los durmientes soporte. La fijación de los aisladores al zoclo, se logra por medio de 4 tornillos galvanizados de 22 X 70 mm., colocados en su base (ver lámina No. II-6), mientras que en la vía sobre concreto, se hace por medio de anclajes de plomo y tornillos de 22 X 200 mm. (ver Cap. III.1.2.6)

La barra guía se sujeta de los aisladores por medio de 3 pernos autosoldables de 16 X 85 mm. por el método NELSON, que se colocan sobre el interior de la cara vertical, y que penetran



FIJACION AISLADOR A DURMIENTE

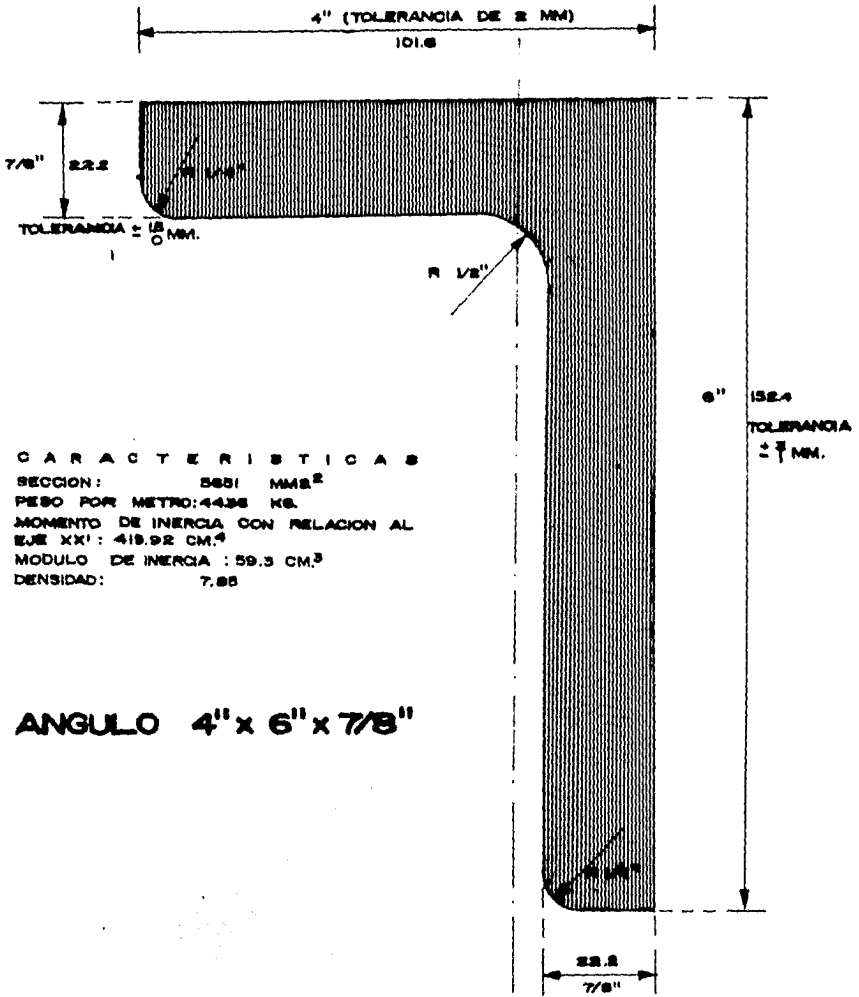
ACOTACIONES EN M.

NO 1 AM II - 6

en unas perforaciones que tiene el aislador en su parte superior, para ser sujetados por 3 tuercas autofrenadas M-16.

El conjunto así obtenido permite absorber los esfuerzos laterales principalmente en las curvas y zona de aparatos.

Existen 2 tipos de aisladores, el de tipo túnel con perforaciones circulares para el paso de los pernos, y el de tipo intemperie que tiene las perforaciones alargadas para permitir que se desplacen los pernos con la dilatación longitudinal de la barra.



C A R A C T E R I S T I C A S
 SECCION: 5881 MM²
 PESO POR METRO: 4436 KG.
 MOMENTO DE INERCIA CON RELACION AL EJE XX': 419.92 CM⁴
 MODULO DE INERCIA : 59.3 CM³
 DENSIDAD: 7.85

ANGULO 4" x 6" x 7/8"

III.- CLASIFICACION DE LAS VIAS.- De acuerdo a su localización y características de fijación, se puede hacer la siguiente clasificación de las vías de METRO:

VIAS	LINEA	SUBTERRANEA	SOBRE BALASTO SOBRE CONCRETO
		A CIELO ABIERTO	SUPERFICIAL ELEVADA
	TALLERES	SOBRE LOSA SOBRE FOSA DE LAVADO Y SOPLETEADO EN NAVE DE DEPOSITO	

Las características y funciones de todos estos tipos de vía, así como su proceso constructivo a detalle, serán mencionados a continuación.

III.1.- VIA SUBTERRANEA.- Reciben este nombre las vías que no se encuentran sometidas a los efectos de intemperie y que pueden estar localizadas tanto en túnel profundo como en la típica sección de cajón. En estas vías los cambios de temperatura y sus consecuencias en la dilatación longitudinal de los perfiles metálicos son despreciables.

La fijación de este tipo de vías puede hacerse en losa de concreto y sobre durmientes.

Un problema fundamental que se presenta en este tipo de vías, es la limitación que se tiene en cuanto a accesos de material y almacenamiento de los mismos.

Tanto las "alcancías" como las lumbreras están destinadas a dar ventilación y facilidad de acceso en el caso de un siniestro a la línea en servicio, por lo que al finalizar de introducir los materiales necesarios para la terminación del tramo de influencia, son tapadas con rejillas metálicas que permitan cumplir con dichas funciones.

Las zonas cercanas a dichos accesos son ocupadas para el almacenamiento de material, debiendo estar acomodado de tal manera que pueda ser alcanzado y manejado fácilmente por una grúa (usualmente de 20 ton.) que se coloca en uno de los costados del acceso, debiéndose prever las maniobras para las plataformas y vehículos que suministran los materiales.

El almacenamiento en el tramo, deberá ser restringido a materiales pequeños y equipo, ya que de otra forma se entorpecerán los trabajos y maniobras de manejo con estos materiales dentro del túnel.

III.1.1.- VIA SOBRE BALASTO.

III.1.1.1.- TRABAJOS PRELIMINARES.- Son todas las condiciones y datos necesarios para la implantación de la vía, siendo éstas la recepción de la obra civil y datos topográficos de proyecto.

RECEPCION DE LA OBRA CIVIL.- La empresa destinada a la obra civil (COMETRO), deberá entregar el tramo limpio, libre de tierra, polvo y materiales ajenos a la losa terminada, como polines, varillas, papeles, etc..

Para proporcionar un buen drenaje, deberá estar equipado el tramo con "tortugas" y registros. Estos son elementos prefabricados de concreto reforzado, que permiten tanto el acceso de agua como su conducción hasta los cárcamos. Se colocan a lo largo del tramo y a los lados, que es hacia donde la losa tiene la pendiente.

RECEPCION DE TOPOGRAFIA.- La empresa responsable del proyecto general del METRO (ISTME), deberá marcar en los muros a lo largo del tramo, puntos topográficos para determinar tanto la alineación como la nivelación de la vía, además de levantamiento de galibos (secciones transversales del túnel). Todos los datos y referencias deberán ser recibidos de conformidad por ELECTROMETRO S.A. (EMSA).

III.1.1.2.-TOPOGRAFIA.- Posteriormente las cuadrillas de topografía de EMSA marcarán sobre los muros los cadenamientos o puntos de referencia para nivelación, alineación, localización de juntas aislantes, cupones neutros, puntas de aparato de vía y puntos de enlace de tramo en clotoide con curva o tangente.

En recta, los puntos de referencia para la alineación llamados PST (puntos sobre tangente), serán marcados a cada 25 m. aproximadamente, mientras que en curvas y clotoides estas marcas se colocarán a cada 5 m. y se llaman PSC (punto sobre curva), dando referencia de alineación de la vía más cercana, por lo que estas marcas deberán estar localizadas sobre ambos muros del túnel.

Para la nivelación, las marcas de referencia (llamadas "palomas") se colocarán a cada 5 m. tanto en curva como en tangente, procurando que estén a una altura constante sobre el nivel de rodamiento. Las marcas darán referencia del nivel de la fila del riel mas cercano, teniendo que fijar el nivel de la segunda fila con la sobre elevación marcada en el proyecto.

Como detalle mencionare que en curvas, la fila baja de la vía de menor radio, está más abajo que la fila baja de la vía exterior o de radio mayor, por una diferencia de la mitad del peralte; esta condición es para evitar la excesiva pendiente de balasto en la entrevía.

III.1.1.3.- INSTALACION DE LA VIA FERREA.-

BALASTO la CAPA.- Será introducido al túnel por volteo, en las alcancías o rejillas, debiéndose tener en el túnel un cargador frontal para su transporte y tendido.

En el caso especial de túnel profundo (pjm. LINEA 3 SUR-II), el método por volteo presenta problemas por la excesiva nube de polvo que se forma, debiéndose buscar la solución óptima para esta actividad.

La primera capa de balasto deberá ser obligadamente compactada por ser un suelo grueso; el mejor método es hacer uso de un rodillo vibratorio. Usualmente se emplea un rodillo que es remolcado por el mismo trascavo empleado para manejar el balasto que ayuda a realizar un buen compactado debido a las vibraciones propias y a su peso.

La primera capa de balasto podrá tener un espesor variable, esto es porque la rasante y la losa que deja la obra civil, distan mucho de ser paralelas; debiéndose conservar una distancia de 38 cm. aproximadamente entre la primera capa compactada y el nivel de rodamiento, para poder hacer un buen calzado de la vía con la segunda capa de balasto. En el caso de las curvas, se puede colocar el balasto siguiendo las sobreelevaciones, pero cuidando de estar abajo de la rasante los mismos 38 cm..

DISTRIBUCION DE DURMIENTES Y RIEL.- Una vez tendida y compactada la primera capa de balasto, se procederá al armado de una de las vías, que servirá para transitar sobre ella con lorries y poder facilitar el transporte de los elementos que se emplean en la vía paralela.

La distribución de los durmientes se hace con la ayuda de un cargador frontal, en cuyo cucharón se colocan los durmientes tipo "O" y "S" en la proporción adecuada a la distribución indicada en los planos, ya sea para tangente o para curva.

En el caso de que se equipe con durmientes de concreto, éstos deberán manejarse adecuadamente para evitar que se dañen y puedan ser rechazados en su colocación en la vía. Los durmientes que irán en la segunda vía, podrán ser transportados sobre lorries que circulan sobre la primera vía armada, o con ayuda del trascavo. En ambos casos para su colocación definitiva se hará uso de "troncas para durmiente", que son pinzas para sujetar y ser transportados por los obreros distancias cortas.

La distribución de los durmientes se hará a partir de puntos obligados como lo son las juntas aislantes, que nos permiten tener una localización de los durmientes de acuerdo a los planos de implantación de vía. Se tomarán como referencia las marcas topográficas de alineación, localizadas en los muros para que el centro de los durmientes quede lo más alineado posible con el eje de la vía, y así facilitar la operación de la alineación

definitiva.

Con ayuda de un estrobo y del mismo trascavo, se podrán amarrar y jalar los rieles para dejarlos distribuidos a lo largo del tramo. En caso de no disponer del trascavo, este movimiento se hará jalando el riel con troncas o pinzas para riel y deslizándolo sobre rodillos de acero hasta llevarlo a su posición en la vía.

Para su colocación sobre los durmientes, se podrá hacer uso de pórticos de sustentación, que son marcos firmes sobre cuyo travesaño rueda un polipasto al que se le puede cambiar el dispositivo de sujeción llamado mordazá, dependiendo del perfil que se desee mover.

Para el transporte de los rieles que se colocan en la segunda vía, se hará uso de lorries equipados con pluma y polipasto que circulan sobre la primera vía armada. Estos se usan por parejas, tanto para cargar como para transportar los tramos de 18 m.; lo usual es cargarlos con 16 tramos de riel, aunque pueden cargarse hasta con 24 tramos sin sobrepasar su capacidad de carga. Por facilidad y seguridad cuando el recorrido con los lorries cargados sea muy largo o con mucha pendiente, se hará uso de un vehículo motorizado para remolcarlo, pudiendo ser éste un "track-móvil" o un "unilock".

Posteriormente se procederá a la fijación de rieles a los durmientes, procurando dejar el espacio necesario entre éstos para la ejecución de las soldaduras; no debiendo quedar ninguna

de ellas a menos de 10 cm. del borde de un durmiente; si se presenta este caso, se cortará el riel para que la soldadura quede dentro de la tolerancia especificada.

En el caso de durmientes de concreto, se hará una fijación provisional, ya que la grapa que sujeta al riel en su parte exterior, tiene una muesca o desvanecimiento longitudinal para sujetarlo mejor, por lo que se colocará girada 90°. Para los durmientes de madera, se untará de grasa la punta de los tirafondos para facilitar su introducción.

BALASTO SEGUNDA CAPA.- Antes de tender la segunda capa de balasto, la vía deberá estar completamente armada, en el caso de que las juntas aislantes que no se hayan efectuado deberán estar sujetas por planchuelas de un barreno, con lo que quedarán firmes y con la separación adecuada para la soldadura. Además en el caso de los durmientes de madera, las perforaciones previstas, tanto para los tirafondos que sujetarán la pista, como para la de los zoclos para fijar el aislador, deberán de taparse con papel o cartón para evitar que se introduzcan polvo y pequeñas piedras que dificulten la fijación de estos elementos.

El método de tendido de balasto segunda capa, variará dependiendo del tipo de pendiente con que se esté fijando la vía. Podrá emplearse el mismo método usado para tender la primera capa si se colocan solo durmientes de madera, ésto es por medio de un trascavo el cual dejará una capa al nivel que tenga el riel, el balasto empleado para este fin será introducido también por volteo. Se deberá procurar que los tirafondos que sujetan al riel estén bien apretados para evitar daños en los neumáticos; en el

caso de que se equipe con durmientes de concreto tipo "O", el suministro se hará con ayuda de una bacha que será transportada por una grúa, descargando dentro de unas balasteras (carro-tolva con ruedas metálicas que le permiten circular sobre los rieles). Debido a su gran peso éstas serán movidas por medio de un "track-móvil" haciendo un tendido contrario a como fué colocada la primera capa, dejando un espesor más o menos parejo al abrir las compuertas con la balastera en movimiento.

El motivo de este método es evitar que se dañen los tirantes metálicos y pernos tirafondos, además de posibles ponchaduras de los neumáticos del trascavo.

ALINEACION Y NIVELACION.- Una vez tendida la segunda capa de balasto se aplicarán las soldaduras faltantes ya que en la nivelación existe el peligro de que las planchuelas que sujetan los rieles se safen.

Se procederá a la nivelación de la vía para lo cual se colocan gatos a cada 3 m. (pueden ser tipo "rana" o "escalera") bajo el riel en sitios donde previamente se habrá sacado un poco de balasto para un mejor apoyo, debiendo quedar siempre frente a frente y evitar posibles deslizamientos, la vía se levantará simultáneamente.

El nivel de la vía se podrá dar mediante un aparato topográfico o "reventón" que se basará en las marcas dejadas en los muros; en el caso de curvas se dará nivel preferentemente a

la fila mas próxima a la referencia.

Una vez levantada la vía, se procederá al calzado de la misma, que consiste en compactar el balasto que queda bajo la cabeza de los durmientes por medio de "calzadoras" o "bateadoras" que trabajan con energía eléctrica y están provistas de una delgada hoja curva vibratoria que le permite realizar perfectamente su función.

El calzado se deberá hacer dirigiendo la punta de la hoja bajo el durmiente y diagonal al sentido del riel, calzando perfectamente toda la cabeza del durmiente hasta una distancia de 40 cm. al centro del riel a partir del cual, solo se dará un bateado ligero para evitar la formación de un punto duro en los durmientes de madera.

El número de calzadoras que comunmente se emplean es de 8; ésto se debe a que los motogeneradores o transformadores que las alimentan, pueden aguantar 4 u 8 cada una, con esta cantidad de calzadoras se puede tener además de un buen avance, fácil manejo de los cables de conexión.

La colocación de las calzadoras podrá hacerse de varias maneras, pero debiendo siempre trabajar diagonalmente al riel, dando el número de pasadas necesarias para dejar la vía a nivel, el cual estará 2 cm. arriba de la rasante ya que se considera que quedará en su posición con el paso de los carros. Antes de empezar con la alineación la vía deberá quedar completamente

armada para poder asegurar su posición definitiva.

Para la alineación de la vía, se hará uso necesario de un aparato topográfico (tránsito), que se colocará sobre la fila exterior de la vía, indicándonos la posición de la misma, que en caso de encontrarse fuera de línea, se pondrá en su lugar haciendo palanca con barretas apoyadas en el balasto. En caso de que el desplazamiento sea considerable y se dificulte la operación con barretas, se quitará balasto de la cabeza de los durmientes hacia donde tenga que moverse la vía, haciendo uso de gatos que se apoyarán en los muros; esa operación se hará a cada 3 m. a lo largo de la vía, teniendo que regresar a corregir puntos ya alineados que se movieron por los trabajos en puntos cercanos. En el caso de curvas se verifica la alineación en base a flechas de cuerda de 5 m. a cada 2.5 m.

Los trabajos que se mencionan en este inciso son repetitivos entre sí, esto es porque los trabajos de alineación afectan a la nivelación y viceversa, teniéndose desviaciones cada vez menores, hasta llegar al rango de tolerancia en cada una de ellas.

Una vez terminados los trabajos, éstos serán checados y recibidos por la empresa de supervisión, la cual indicará si hay puntos fuera de rango y corregirse.

AFINACION.- Terminadas las actividades de alineación y nivelación, ya no se tendrán trabajos por realizar con el balasto por lo que se procederá a la afinación que no es más que

repartir el balasto hasta dejar una capa uniforme de 3 cm. por debajo del patfn del riel.

III.1.1.4.- VIA DE RODAMIENTO.- De los 3 perfiles metálicos que se emplean en vías sobre balasto, la pista es la que presenta menos trabajo en su instalación, a pesar de ser el más pesado de los 3.

Su transporte y distribución se hace por medio de lorries con pluma, los que se cargan usualmente con 8 tramos de 18 m., para poderlos maniobrar fácilmente, aunque se puede cargar hasta con 12 tramos sin rebasar la capacidad de carga de los lorries; las pistas se introducen al tramo por medio de una grúa y son depositadas directamente sobre éstos.

Al igual que con los rieles, se deberá hacer uso de un trackmóvil para transitar los lorries cargados a lo largo de grandes tramos o con pendiente considerable, haciendo el trabajo ineficiente y peligroso si se hace con mano de obra.

La distribución se hace a partir de las juntas aislantes, colocando las piezas sobre los durmientes en su maquinado o moldeado correspondiente, los cuáles se limpiarán de piedras y material que pudiera haber quedado entre durmiente y pista ocasionando un desnivel y mal apoyo de ésta última, deberá dejarse entre ellas la separación para las soldaduras, que será la actividad a efectuar después de haber fijado las pistas a los

durmientes.

En el caso de los durmientes de azobe, se procederá igual que con el riel a fijar las piezas con tirafondos previamente engrasados (en la punta), mientras que en los durmientes de concreto, la operación es un poco más complicada, ya que la grapa que queda entre el riel y la pista deberá cambiarse por la que quede en posición definitiva y de dimensión apropiada al durmiente (como ya se había explicado en el capítulo II), quedando unicamente pendiente la revisión de la separación entre el hongo del riel y el ala patín de la pista, que será de 10 cm. y el apriete de las tuercas de los durmientes.

III.1.1.5.- VIA DE GUIADO.- Es la última en colocarse y la que merece mayores cuidados debido a la precisión y condiciones con las que debe ser colocada.

AISLADORES.- Se distribuirán en la vía donde se encuentren los durmientes tipo "S", a los que previamente se les quitará el papel o cartón que se les colocó en las perforaciones de los zoclos para protegerlos.

Se procederá a la fijación de los aisladores a los zoclos por medio de 4 tornillos de 22 X 65 mm. y 2 roldanas galvanizadas para cada uno, una de presión y la otra plana modificada TV-52 para mantener en posición al tornillo, debiendo apretarse los mismos, cuidando que el aislador quede en contacto con el tope trasero del zoclo; una vez colocados, se marcarán con la distancia que se tenga entre la parte interior del hongo en el

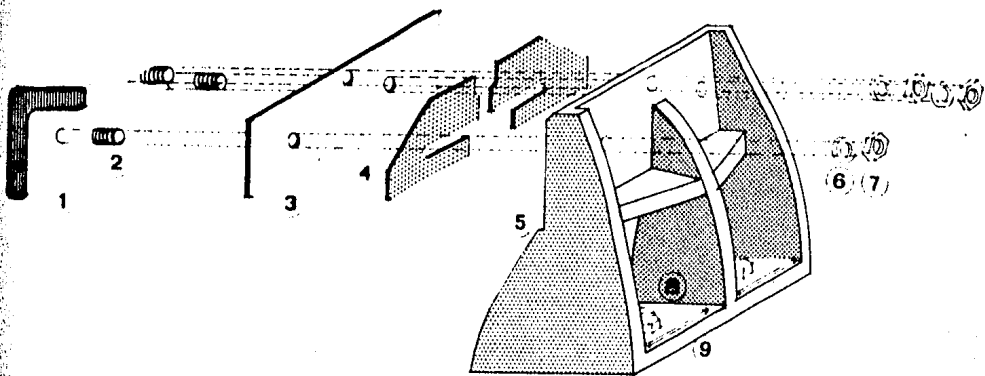
riel más cercano y la cara vertical del aislador, para poder determinar el espesor de las placas que se colocarán entre el aislador y la barra, dando el ajuste correspondiente; en caso de que esta distancia no sea suficiente, se aflojará el tornillo de candelero y se correrá hacia afuera el zoclo (se debiera revisar que este tornillo quede bien apretado, ya que en caso de quedar flojo, ocasionaría corrimientos posteriores de la barra).

COLOCACION DE LA BARRA GUIA.-

DISTRIBUCION Y COLOCACION PROVISIONAL.- Al igual que el riel y la pista, este perfil es transportado y distribuido por un par de lorries equipados con pluma, que podrán ser cargados con el mismo número de tramos que de rieles, debido a que su peso es similar; deberá cuidarse el sentido que tengan las barras al cargar los lorries, ya que por tratarse de un perfil asimétrico, no podrá ser colocado indistintamente en cualquiera de las filas.

La distribución se hará colocando las piezas directamente sobre el aislador y sujetandolas por medio de 2 prensas metálicas por tramo, o bien, con ayuda de polines apoyados en la pista que la presionarán contra el aislador, dejando entre sus puntas la abertura necesaria para realizar las soldaduras, que deberán quedar como mínimo a 20 cm. del borde de un aislador; éstas últimas se aplicarán al final estando montada la barra. Se marcará sobre ella la posición de los aisladores que la soportan para determinar la localización de los pernos Nelson que se le soldarán.

PERNEADO Y COLOCACION.- A continuación se colocará la barra con ayuda de 2 pórticos de sustitución por tramo,



BARRA A AISLADOR PARA TUNEL

ACOTACIONES EN

U N I T A D

Nº LAM III-1

apoyandola sobre maderos encima de la pista de tal manera, que los pernos que se le soldarán queden en posición vertical.

Los pernos son soldados por el método "Nelson", que es a base de una descarga eléctrica y efecto de arco voltaico que funde la soldadura en la punta del perno, logrando con ésto su perfecta adherencia. La soldadura de estos pernos se prueba doblando uno de ellos, hasta pegar con la barra, sin que se desprendan por su base soldada; esta prueba se realiza una vez por barra y tiene por objeto revisar tanto la calidad de los pernos, como los ajustes en la maquinaria empleada.

Dependiendo de la distancia riel-aislador que se haya marcado en este último, deberá ser el espesor de la calza permanente de tres perforaciones que se colocará en el correspondiente aislador para proceder a montar la barra con el mismo método empleado para bajarla, fijandola con roldanas planas y tuercas autofrenadas M-16, a las que no se dará su apriete definitivo, pero si al tope.

Las barras perneadas y colocadas, serán soldadas por sus puntas, para lograr la continuidad del elemento. Estas soldaduras serán probadas por su ejecución y acabados, teniendo que hacer un injerto en el caso de que no cumplir con la especificación (Ver Cap. IV). El injerto consiste en un tramo no menor de 4 m. (usualmente 4.5 m.) que se colocará en lugar del tramo en que se aplicó mal la soldadura.

AJUSTE Y LIMPIEZA DE LA BARRA.- Teniendo unida y colocada la barra guía se medirá la distancia riel-barra con el mismo escantillón empleado para marcar los aisladores, dando el ajuste definitivo con medias calzas o semicalzas de ajuste que pueden ser de 1,3 y 5 mm., colocandose por pares entre la calza permanente y el aislador, sin necesidad de quitar la barra, únicamente aflojando las tuercas autofrenadas permitiendole el movimiento necesario para poder introducir las calzas. Por último se le dará el apriete definitivo a las tuercas autofrenadas con un torquímetro calibrado a 3 dN.m. El escantillón entre las dos barras guías laterales debe ser de 2497 mm. +3 -2 mm..

La cara vertical de la barra guía, recibirá un esmerilado para quitar la capa de óxido que se forma e irregularidades que pudieran afectar al funcionamiento de los neumáticos guía y las escobillas positivas, que sobre ella circulan.

Por último esta cara del ángulo, deberá ser cubierta con una capa de grasa grafitada constituida por: grafito en polvo, diesel, grasa y aceite quemado, ésto es con el fin de evitar que se vuelva a oxidar y para mejorar el contacto escobilla-barra.

III.1.2.- VIA SOBRE CONCRETO.- La fijación de la vía del Metro sobre una losa de concreto, es la última innovación que se tiene en este tipo de trabajos en México, para lo cual se contó durante el proyecto con asesoría canadiense, por tener gran experiencia en este procedimiento.

Esta modalidad en el sistema de fijación de vía, abarca los 3 tipos de perfiles metálicos que la constituyen, quedando perfectamente fijos en su posición definitiva y exentos de asentamientos como en el caso de vía sobre balasto, por lo que se evitará el mantenimiento por fallas en la nivelación de la vía.

Las vías de Metro en las que se quiera implantar este sistema, deberán de ser subterráneas, ya sea en cualquiera de sus dos modalidades, y cumplir con ciertas condiciones geotécnicas indispensables para su buen funcionamiento y larga duración. Dichas condiciones son principalmente las necesarias para tener un mínimo de asentamientos y movimientos diferenciales.

III.1.2.1.- TRABAJOS PRELIMINARES.-

RECEPCION DE LA OBRA CIVIL.- Al igual que en el tramo de balasto, COMETRO deberá de entregar a EMSA con las siguientes pruebas y condiciones:

- A) Prueba hidrostática
- B) Sistema de tierras
- C) Sellamiento de filtraciones
- D) Cárcamo de bombeo

E) Revisar medidas de gálibos

La única diferencia que tenemos en la recepción de la obra civil para balasto y concreto, es que en este caso no necesitamos de "tortugas" y registros prefabricados de concreto, ya que el sistema de drenaje lo deja instalando COMETRO, funcionan con la losa primaria.

PROYECTO Y TOPOGRAFIA.- ISTME, proporcionará los planos correspondientes para cada tramo, como son los planos tipo, trazo, implantación y perfil de vía, proyecto geométrico de losa, de preparaciones para instalaciones electromecánicas, etc.

También ISTME marcará en el tramo los ejes de trazo y de cada vía, así como referencias para la nivelación de la vía, entregando todos los datos topográficos anteriores a EMSA, quien los revisará para proceder a utilizarlos en la construcción de la vía.

Ya con los datos necesarios, los topógrafos de EMSA se dedicarán a hacer un levantamiento del perfil de la losa que deja COMETRO, tanto por el eje de entrevía como por los extremos de la losa de vía, que será donde se coloque la cimbra. Es necesario saber el espesor que llevara la losa para calcular el tamaño de los "candeleros" o apoyos de la cimbra metálica, que servirá para dar el nivel a la losa con una tolerancia máxima de 5 mm. de desnivel por cada 3 m. de longitud del piso. Además, sobre cada eje dejará marcado el punto donde tomó lectura de nivel para tener referencia de los candeleros que corresponden, así como

para determinar la posición de la cimbra.

III.1.2.2.- LOSA DE CONCRETO.-

PREPARACION PARA COLADO.- Consiste principalmente en quitar todo tipo de residuos propios de la construcción de la obra civil, tomándose las precauciones necesarias para asegurar una adherencia perfecta entre el concreto viejo y el que se colocará para la losa de fijación de vía.

y

Las actividades que se realizan durante esta preparación para colado, se harán sobre una sola vía, sobre la cual se colará, tanto por facilidad constructiva como para obligar a la junta fría sobre el eje de entrevía, que nos permite tener un agrietamiento controlado de la losa.

LIMPIEZA GRUESA.- Esta primera actividad consiste en dejar libre de lodo, agua encharcada, escombros y de otros cuerpos extraños, todas las superficies sobre o contra las que se realizará el colado, haciendo un barrido previo de todo polvo y tierra que pudiera haber.

RETIRO DE TECATAS.- Toda porción de concreto suelta o mal adherida a la losa que deja obra civil, son las llamadas tecatas y deberán ser removidas y retiradas para evitar una falsa adherencia entre losas.

La tecata se divide según su espesor en gruesa o delgada; la primera, puede llegar a tener varios centímetros y

tiene que ser retirada con picos o barretas, y son producto principalmente de lechada que ha caído y acumulado sobre la losa o por acumulación del desperdicio de concreto de colados anteriores; la tecata fina, se quita con martelina, ya que apenas alcanza unos cuantos milímetros y es debida al acabado que se le da a la losa.

Primero se hace el retiro de tecata gruesa y después el de la fina, haciendo un barrido y acarreo del escombros obtenido después de cada una de las actividades anteriores.

LAVADO DE LOSA.- Esta actividad se puede dividir en 3 etapas.

A) LAVADO PREVIO.- Consiste en hacer un lavado de la losa con agua, para retirar todo el polvo que pudiera quedar después de barridos anteriores, esta actividad se puede hacer el mismo día del colado o un día antes, si es que ya se han retirado las tecatas. En caso que haya poco polvo, este lavado podrá evitarse dando solo una buena barrida.

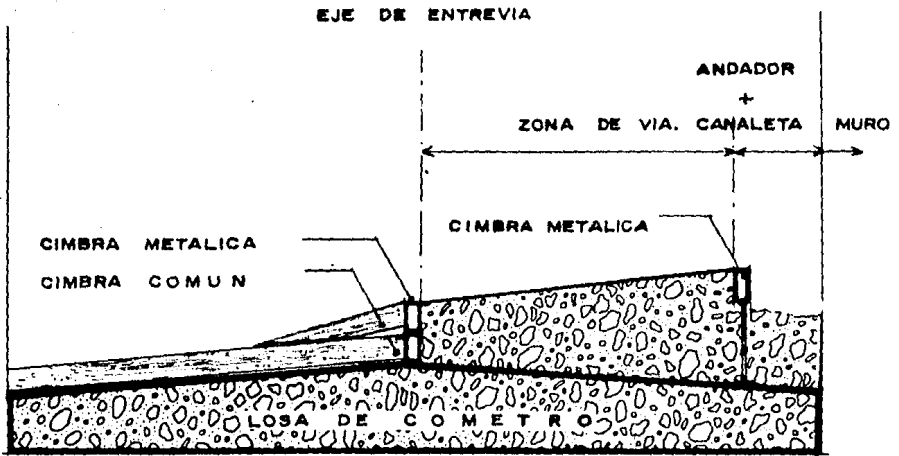
B) LAVADO CON ACIDO.- Se preparará una solución de ácido muriático diluido al 18%, la que se rociará sobre la losa y se esparcirá sobre toda la superficie con cepillo o escoba, que además ayudará al ácido en su función de eliminar toda substancia química u orgánica que afecte a la buena adherencia entre las losas.

Este lavado deberá hacerse el mismo día del colado, ya que de otro modo el tramo estaría expuesto mucho tiempo a posibles contaminaciones, debidas principalmente al paso de gente y equipo.

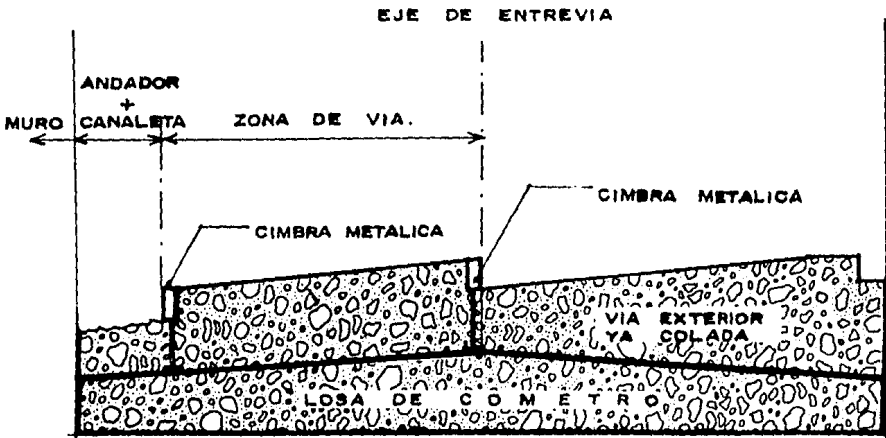
C) LAVADO FINAL.- Tiene por objeto retirar todo residuo de ácido muriático y substancias que éste haya desprendido. Esto se hace a base de agua limpia en abundancia y cepillos o escobas, para conducirla hacia el registro hidráulico más cercano y con ésto dejar el tramo ya completamente limpio.

CIMBRADO DE LOSA.- Para definir los límites del colado, se hará uso de 2 tipos de cimbra, metálica y común de madera, debiendo en ambos casos aplicarles aceite quemado o diesel antes del colado, para facilitar el descimbrado y aprovecharlas mayor número de veces. Cada una de estas cimbras tiene características, funciones y trabajos diferentes que se mencionarán a continuación.

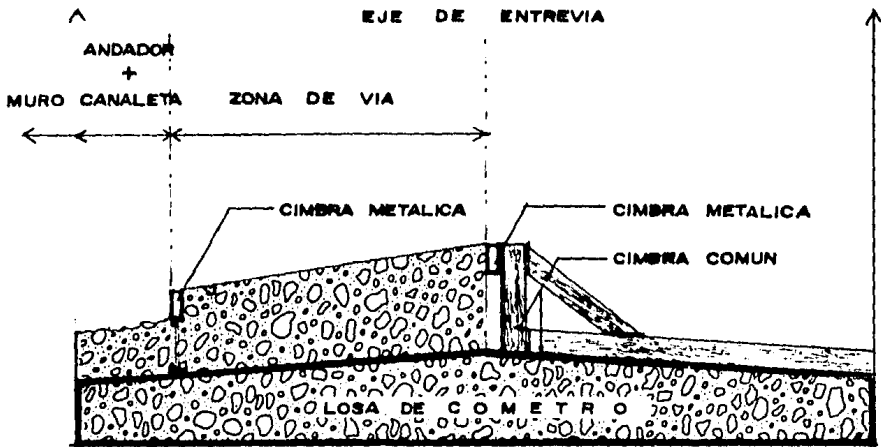
A) Cimbra metálica.- Está formada por un perfil metálico PTR de 4"X 2" de 3 m. de longitud, cuyos extremos están dispuestos para acoplarse entre las cimbras y formar continuidad en el cimbrado metálico; además de tener en cada uno de sus extremos o puntas, dispositivos especiales para su nivelación que permitan dar a la losa su nivel definitivo con una tolerancia de +- 2 mm. con respecto al nivel de proyecto. Este dispositivo es a base de un tornillo dentro del perfil; que se acopla al candelero por medio de unas tuercas que tiene soldadas en la punta; el hueco dispuesto para girar el tornillo, debe taponearse con papel mojado o tela adhesiva, para impedir que penetre el concreto y



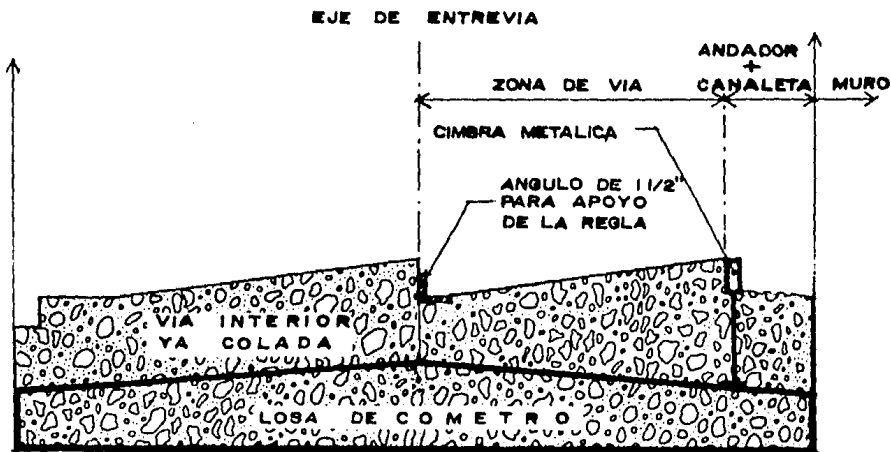
VIA EXTERIOR DE LA CURVA



VIA INTERIOR DE LA CURVA



VIA INTERIOR DE LA CURVA



VIA EXTERIOR DE LA CURVA

deje bloqueada la cimbra para poder retirarla.

Como se mencionó anteriormente, por conveniencia constructiva, se colará primero una vía y luego la siguiente, teniendo condiciones diferentes de cimbrado en cada caso.

Para la primera vía, se tendrán que colocar dos filas de cimbra metálica tanto en curva como en recta, ya que sobre ellas se deslizan las reglas que darán el nivel adecuado a la losa de fijación de vía. Mientras que en el caso de tangente, para la segunda vía se colocará una sola fila de cimbra metálica, que irá del lado del muro de la vía, ya que el otro apoyo será la primera losa que se coló. En tanto que para la segunda losa colada en curva: se deberá colocar sobre el borde de la primera losa un elemento que sirva para determinar el nivel que llevará la losa en el eje de entrevía, que será diferente para cada una de las losas, debido a la sobre elevación necesaria por proyecto para el tránsito adecuado del convoy sobre ella, como se ve en las láminas No. III-2 y III-3, quedando con nivel inferior la vía exterior o de radio mayor.

Para poder fijar el nivel de la segunda losa sobre el eje de entrevía, éste variará dependiendo si la segunda vía a colar es la interior o la exterior (también llamada de radio mayor). Lo anterior se debe a que sobre el eje de entrevía el nivel de la vía exterior es menor que el de la interior. Para el caso de la vía exterior se fijará un ángulo de fierro de 2"X 1/8" sobre la cara vertical de la primera losa, con el nivel adecuado para que se deslicen las reglas sobre él. Cuando la diferencia de niveles es muy poca, se corre el riesgo de que al clavar sobre la

losa para fijar el ángulo se pueda desprender un pedazo de ésta, pudiendo llegar a dañarlo seriamente. Para evitar ésto es aconsejable colocar cimbra tubular hasta que la diferencia de niveles sea suficiente para poder clavar con seguridad.

Si la segunda vía a colar es la de radio menor o interior, se usará la cimbra tubular normal, con la desventaja que si se coloca sobre la vía a colar, el borde de la losa quedará recorrido 5 cm. que es el espesor de la cimbra, teniendo que hacer posteriormente el colado del borde ocupado por la cimbra. Otra manera de cimbrar este caso especial evitando recorrer el borde de la losa, es desvastando la losa exterior en donde caen los apoyos de la cimbra, con el fin de poderla recorrer hasta hacer coincidir el paño interior de la cimbra con el borde de la segunda vía a colar.

Como se puede ver, para colar la segunda vía en curva, los trabajos necesarios para cimbrar en el eje de entrevía, se facilitan si ésta es la vía exterior, por lo que lo más recomendable es colar la vía de menor radio, a menos que por programa o necesidad de la obra, ésto no sea posible.

En todo caso, la cimbra ya nivelada y alineada deberá revisarse por la compañía de supervisión, la cual levantará un acta o bitácora de recepción, en la que queda de acuerdo con su posición.

B) Cimbra común.- Está formada a base de madera constituida por polín (4"X 4"X 10') y barrote (2"X 2"X 10') y es

usada principalmente en el colado de la primera vía, colocándose para tapar el hueco que queda entre la losa primaria y el borde inferior de la cimbra metálica. Por ser de igual longitud la cimbra metálica que los polines y barrotes, se colocan de tal manera que coincidan los extremos de la madera con la cimbra metálica, con el fin de modular y evitar con ésto cortes y desperdicios.

También es usada para el colado de la segunda vía, si ésta es la interior de una curva, si la diferencia de sobreelevaciones en el eje de entrevía es mayor de 10 cm. que es la altura de la cimbra metálica.

Para mantener en su posición a esta cimbra contra el empuje del concreto, se usan troqueles también a base de polines, los cuales se apoyan contra el muro y van colocados a cada 3 m., coincidiendo con las uniones entre cimbras metálicas.

Como recomendación, la cimbra común se colocará después de haber sido nivelada la cimbra metálica; es decir, para evitar que le impida bajar al nivel necesario o que queden huecos entre ambas cimbras, si es que la cimbra metálica debiera subir.

Otro aspecto que incluye la cimbra común, son los registros para preparaciones electromecánicas, registros hidráulicos y canalotas longitudinales y transversales. Los dos primeros se hacen a base de triplay, siendo de varias dimensiones según el tipo de cableado y conexiones que llevará, mientras que los registros hidráulicos, se harán solo como continuación de los

que dejó COMETRO en la losa y serán de iguales dimensiones a éstos, a menos que su posición afecte la fijación de la vía, en este caso se recorrerá o cortará hacia el muro hasta que quede en la posición adecuada.

Las canaletas, tanto longitudinales como transversales, se hacen a base de polín y sirven para conducir el agua que circula sobre la losa hacia los registros a lo largo del túnel, la primera se coloca pegada a ambos muros y deberá conectar con todos los registros del lado por el que corra. La canaleta transversal se colocará a cada 60 m. conectando registros de cada lado.

CONCRETO.- El concreto empleado para la fijación de vía, es de resistencia normal con tamaño máximo de 3/4" (20 mm.) de agregado y su resistencia a la compresión simple $f'c = 300$ Kg/cm². Fué usado en LINEA 6 y parte de LINEA 7 (espuela de comunicación con LINEA 2 y parte de interestación Tacuba-San Joaquín), ha sido desplazada en base a estudios económicos y estructurales por la de 200 Kg/cm², continuándose dichos estudios para establecer la mínima resistencia admisible sin afectar la seguridad de la vía.

El revenimiento que debe cumplir dicho concreto, será de 10 cm. con una tolerancia de ± 2 cm.. Además se le aplicará un aditivo fluidizante con el que no deberá de tener un revenimiento mayor a 18 cm.; lo anterior es para que no se presenten taponeamientos en la tubería de la bomba y facilitar su manejo y acomodo. El concreto una vez vaciado no deberá tener más de 60 min. de haber salido de la planta, que se considera como el

tiempo en que empieza a hacer reacción el agua con el cemento.

Ya sea en el túnel profundo o en la típica sección cajón, al introducir el concreto al tramo se debe de cuidar que éste no se segregue, por lo que se hará uso de un sistema de canalones o tanques deflectores.

COLOCACION DEL CONCRETO.- Debido a los volúmenes de concreto vaciado por colado y a su distribución a lo largo de la vía, se hace uso de una bomba de concreto con la que se facilita su acarreo y colocación casi en su posición definitiva.

Para evitar que se tape la tubería, antes de bombear el concreto se humedecerá perfectamente el interior del conducto, vaciando una lechada de mortero para su lubricación. Esta lechada, varía dependiendo de su longitud de bombeo de 1 a 2 m³ y deberá extenderse lo más que se pueda, con el fin de evitar en la losa zonas de menor resistencia, formadas en su mayoría por dicho mortero.

Una vez que el concreto haya sido colocado en su posición definitiva, se eliminarán las burbujas que queden dentro con la ayuda de un vibrador de cola de rata, cuyo chicote se introducirá verticalmente, evitando recorrerlo en posición horizontal ya que se produciría un segregamiento. En zonas donde el peralte de la losa sea considerable, para lograr un buen vibrado se deberá hacer en capas aproximadamente de 30 cm. de

espesor.

Para evitar las juntas frias, se deberá tener especial cuidado en el vibrado de las fronteras entre colados de diferentes días, así como entre olla y olla de un mismo colado.

Se debe tratar de evitar el palear o transitar por donde ya haya sido vibrado el concreto, ya que ésto volvería a formar burbujas en el concreto.

El acabado de la losa para fijación de vía, se logra mediante el uso de una regla metálica vibratoria, la que apoyada en la cimbra metálica, le permite dar el acabado y el nivel previsto en el proyecto.

Dicha regla, se pasa en forma inmediata después del vaciado y vibrado del concreto, tantas veces como lo requiera, posteriormente con ayuda de dos reglas metálicas manuales, una pesada y otra liviana, pasadas en este orden, se dará mejor el nivel de la losa. Poniendo el toque final, con un pulido a base de llana metálica.

Como última operación del colado de la losa, se procede a la aplicación del producto de curado, una vez que el concreto ha fraguado lo suficiente para que no quede marcado cuando se le aplique esta membrana impermeable, que impida la pérdida de humedad del concreto logrando mejores condiciones para que éste adquiera la resistencia requerida. Por especificación, este

producto debe ser diluido con diesel en proporción 3 : 1 (una parte de diesel por 3 del producto); para lograr una aplicación uniforme de esta membrana, se hará uso de un aspersor como los usados para fumigar, o en su defecto rociarlo con una escoba.

Una vez curada la losa debera evitarse el tránsito sobre ella, durante las siguientes 72 hrs., para evitar quitarle la membrana de curado; en caso de que por necesidad de la obra tenga que hacerse, se aplicará otra capa del producto para que se tenga un curado apropiado.

El retiro, tanto de la cimbra común como de la metálica se hará 24 hrs. después del colado, pudiendo adelantarse por necesidades constructivas a unas cuantas horas siempre y cuando el concreto no vaya a sufrir variaciones de nivel al descimbrar.

III.1.2.3.- PERFORACION DE LA LOSA.- En esta modalidad, el método de fijación de riel y pista será el mismo teniendo actividades similares y en algún caso, simultáneas para ambos perfiles.

REFERENCIAS TOPOGRAFICAS.- ISTME volverá a a marcar el eje de cada vía, pero ahora sobre la nueva losa, dejando referencias a cada 2.5 m., además de intrados de puntos importantes (TC, CC, CC, CT, PSC, PST).

Basándose en estas marcas, los topógrafos de EMSA, marcarán la referencia para la posición de la plantilla de

perforación, haciéndole los ajustes pertinentes en las curvas debido a la pendiente de la losa, flecha por la plantilla y radio de la curva. Anteriormente estas marcas se ponían para cada posición de la plantilla, debiendo coincidir con el centro de la misma referenciado en los extremos de ésta; teniendo la desventaja de que al hacer un ajuste en la perforación, ya no coincidan la marcas topográficas con la plantilla; para evitar estos problemas, actualmente se traza una referencia continua a todo lo largo del eje de la vía, con la ayuda de un hilo impregnado de pintura para cemento, que deja una marca continua, clara y permanente. Además deberán marcarse los ajustes necesarios para la perforación cuando se presenten juntas aislantes o preparaciones para conexiones eléctricas, a base de tubería PVC ahogadas en la losa, que puedan ser dañadas con la perforación.

PERFORACION.- Esta actividad podrá realizarse después de 72 hrs. del colado de la losa por perforar, lapso que servirá para que el concreto adquiera suficiente resistencia para su barrenación.

La perforación de la losa de concreto para las varillas de fijación de riel y pista se hace simultaneamente para ambas filas de una vía, debido a que las plantilas empleadas están provistas de camisas situadas adecuadamente para dar a las calzas de riel y pista su distribución y separación adecuadas.

Los barrenos, se hacen con ayuda de perforadoras neumáticas provistas de brocas de 2" de diámetro (51 mm.), tanto para riel como para pista, debiendo tener una profundidad de 145

mm. respecto al nivel de piso (-0 +5mm. de tolerancia) y ± 5 mm. en cuanto al alineamiento transversal con respecto al eje de vía, teniendo que corregir los barrenos que queden fuera de tolerancia, abocardándolos. El compresor empleado será del tipo sobre neumáticos para facilitar su transporte por el tramo.

Al igual que en la vía sobre balasto, los apoyos de riel y pista deberán ir a cada 75 cm. en tangente y 60 cm. en curva con radio menor o igual a 500 m. y además 1435 y 1439 mm. entre filas de riel respectivamente; por lo que tendremos plantillas de perforación especiales para curva y para tangente que nos darán la distribución y separación apropiadas, además se tienen plantillas individuales para hacer los ajustes en juntas aislantes, zonas de preparaciones eléctricas y las empleadas para los aparatos de vía sobre losa de concreto, que se describirán en el capítulo IV.

La distribución de apoyos de riel y pista tendrá que ir defasada debido a que los 73.75 mm. de separación entre riel y pista en sus patines, no es suficiente para que se coloquen alineadas las calzas.

CORRECCION DE PERFORACION.- ISTME revisará cada barreno en cuanto a su posición transversal, marcando los que estén fuera de tolerancia, indicando su posición y distancia correctas para proceder a su corrección usando el mismo equipo neumático y una medias lunas metálicas que se colocan en el barreno para que se apoye la broca y abocarde en el sentido necesario; éstas tienen soldadas en el dorso unas roldanas dobladas para que recorra la broca lo requerido. Es por ésto que se tendrán varias medias

lunas con diferente cantidad de roldanas para las distintas correcciones por hacer.

SOPLETEO DE BARRENOS.- Con el fin de limpiar y sacar de los barrenos todo polvo producto de la barrenación así como pequeñas piedras y agua que puedan tener dentro, se hará uso del compresor empleado en la barrenación, con el que se sopleteará cada barreno además de orillar el polvo de la barrenación hacia la canaleta longitudinal de la vía, para evitar que éste vuelva a caer en las perforaciones.

III.1.2.4.- VIA FERREA.- Al igual que en la vía sobre balasto, ésta es la primera en instalarse y por lo tanto la que más problemas causa en cuanto a acarreo de materiales, ya que no se tiene una vía para transitar, teniendo que hacerse con mano de obra.

DISTRIBUCION DE RIEL.- Como en todo caso esta actividad se hará a partir de una junta aislante o cualquier otro punto obligado.

Al igual que en balasto, se hará uso de troncas y rodillos para la distribución del riel, usando éstos últimos en forma invertida, quedando la parte giratoria hacia la losa, que se usará como rueda.

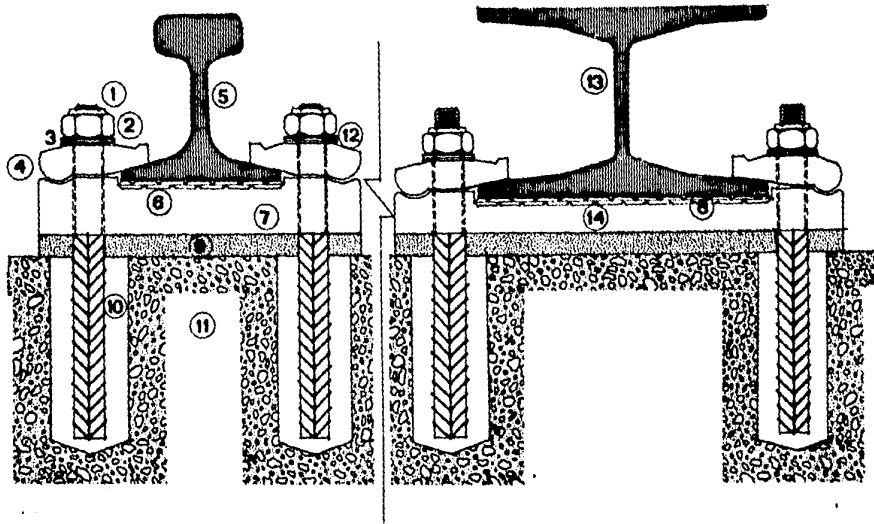
SOLDADURA A CADA 36 M.- Una vez distribuidos los rieles, se unirán a tope 2 tramos por medio de soldadura

aluminotérmica para formar piezas de 36 m., y con ésto adelantar en esta actividad. Por esta última razón, no se sabe donde va a ser la posición definitiva de las calzas, que puede coincidir con la de la soldadura, teniendo que hacer un corte en el extremo del chorizo que se va a colocar, para que al redistribuir las calzas, la soldadura quede por lo menos a 130 mm. del centro del barreno más cercano. Al hacer chorizos de riel más largos, se corre más riesgo de que puedan caer las soldaduras sobre las calzas, además de dificultar la maniobra por el peso propio del perfil.

ARMADO DE VIA.- En el caso de vía sobre concreto, se conoce como armado de vía a la distribución y colocación provisional de los elementos que fijarán el riel a la losa. Estos elementos son: ancla, calza, almohadilla, grapa RP-80, tuerca y roldana; para lograr lo anterior, se seguirán los siguientes pasos:

A.- Distribución de anclas.- Se colocarán los chorizos de 36 m. de riel, en una posición aproximada a la que tendrán definitivamente, después se colocará un ancla de fijación dentro de cada barreno destinado al riel, revisando que la parte corrugada de las anclas quede completamente dentro del barreno; en caso de no ser así, se deberá sacar el polvo y/o pequeñas piedras que impidan que éstas se introduzcan lo necesario, y en el peor de los casos se deberá continuar barrenando hasta la profundidad deseada de 145 mm. con -0 y +5 mm. de tolerancia.

B.- Colocación de calzas.- Una vez revisada la barrenación, se procede a levantar el chorizo de riel y descansar sobre trozos de madera, comunmente de polín para



FIJACION EN LOSA DE HIEL Y PISTA
DETALLES EN

APP. LAB. III - 6

poder colocarle las calzas con almohadilla y dejarlas fijas con las anclas y grapas que se sujetarán provisionalmente con tuercas hexagonales M-20.

Esta fijación provisional, se debe a que la función del autofreno plástico de la tuerca definitiva, disminuye si ésta se aprieta y afloja varias veces; siendo ésto necesario para dejar las anclas centradas en la perforación, en su posición definitiva.

TERMINACION DE SOLDADURA.- Una vez armados los chorizos, éstos se soldarán entre sí, por sus puntas para lograr la continuidad del perfil hasta la longitud deseada.

COLOCACION DE TIRANTES.- Los tirantes de riel son elementos metálicos que se colocan transversalmente a la vía y sujetan las dos filas de riel, teniendo como función la de alinear, nivelar y dar el escantillón (medida) necesario entre rieles de una vía.

Primeramente se distribuirán y colocarán los tirantes a cada 2.5 m. tanto en curva como en recta; fijando al inicio la separación entre las caras interiores del hongo del riel (1435 mm. en tangente o 1439 mm. en curvas con radio menor o igual a 500 m.), cuidando de dejar bien apretados los tornillos sujetadores ya que de no ser así, se pueden ocasionar errores en la alineación y al tratar de mover la vía completa se corra una

sola fila de riel.

La alineación y nivelación de la vía son 2 actividades muy relacionadas entre sí, que se pueden afectar mutuamente cuando una de ellas se realiza. Por ésto, luego de terminar una de ellas se revisa la otra para corregir las variaciones obtenidas, hasta tener todas las lecturas dentro de la tolerancia.

Para nivelar la vía, se hace uso de los tornillos que tienen los tirantes en los extremos, con los que se puede dar el nivel deseado a la parte superior del hongo del riel, que es la que se toma como referencia para su nivelación. Esta operación requiere el uso de equipo topográfico, debido a la precisión requerida de ± 2 mm. del nivel de proyecto.

Como los tirantes no están previstos para la alineación, ésta se hace, apoyándose principalmente en las perforaciones contiguas destinadas a la fijación de pista, donde se mete un tramo de varilla corrugada de aproximadamente 40 cm., donde se apoyan cuñas de madera que al golpear mueven y fijan la vía en la posición deseada. En el caso de curvas, debido a la sobreelevación de la losa, la vía tiende a recorrerse al centro de la curva, teniendo que apuntalarla contra el muro o desnivel de la entrevía según el caso de vía interior o exterior respectivamente.

En todo caso las soldaduras de riel deberán estar esmeriladas y aprobadas, para poder continuar con el

procedimiento constructivo. Esto no sería necesario si la soldadura resultara porosa, pero en cambio si podría afectar el hecho de que resultara desalineada, ya que si se sellara así la vía y posteriormente se hiciera el corte de la soldadura, colocando un injerto de riel, éste podría no asentar correctamente en las calzas ya fijadas.

SELLAMIENTO DE ANCLAS.- Después de terminar con la alineación y nivelación de la vía, éstas deberán ser revisadas por la empresa de supervisión que indicará los puntos que estén fuera de tolerancia para su corrección.

Ya con la vía en posición adecuada y revisada, se procederá a sopletar las perforaciones destinadas a la fijación de riel para la perfecta adherencia del producto de sellado; además se revisará y corregirá la posición de las calzas para que las anclas queden al centro del barreno, ya que por especificación así se indica, aunque se hicieron pruebas satisfactorias de extracción en anclas que estaban en contacto con la pared del barreno al momento de sellarlas.

El único producto de sellamiento empleado, es un mortero de expansión controlada y sin contracciones, siendo autorizado el SIKKA-GROUT formula-5, cuya presentación es en sacos de 20 Kg. que se mezclan en 4 Lt. de agua para su uso. Para su preparación se debe agregar poco a poco el producto en un bote de 19 Lt. con el agua, cuidando de agitar continuamente para que se revuelva perfectamente y evitar que se formen grumos. Antes de tomar una porción del producto, éste deberá agitarse, ya que se

sedimenta rapidamente.

Su colocación es sencilla, simplemente se vacía el producto preparado en la perforación hasta alcanzar el nivel de la losa, recortando los excedentes que queden fuera de la perforación después de que ha fraguado un poco. Esto último se hace para facilitar el relleno bajo calza.

Durante los siguientes 3 días el producto de sellado va tomando la resistencia necesaria, por lo que la vía no podrá someterse a carga alguna, pudiendo retirar los tirantes de nivelación en forma alternada (terciados) a las 36 hrs., y el resto al plazo del fraguado mencionado.

Para revisar el producto de sellado hecho en obra, se hará una prueba al centro de la vía por cada 60 m. de perforación sellada, estas pruebas consisten en una perforación similar a la utilizada en la vía, en la cual se sellará un ancla que a los 3 días deberá soportar una fuerza de 7 Ton. a la extracción, con un desplazamiento máximo de la varillas de 2mm..

RELLENO BAJO CALZA.- Después de 24 hrs. del sellado, se puede hacer el relleno del espacio que queda entre losa y calza.

Según especificación, el material empleado es el "SIKA-TOP" autonivelante que tiene como característica su buena adherencia a superficies lisas, así como una alta resistencia a la compresión, sirviendo además para proporcionar un apoyo

uniforme a la calza.

La presentación de este producto es en 2 partes, una líquida y otra granular, las cuales se mezclan perfectamente para preparar el producto. La proporción que se usa es la que especifica el fabricante, que es de 4 lt. del componente líquido por 20 Kg. del granular.

Antes de su aplicación, se deberá humedecer la superficie bajo las calzas, que es donde tendrá contacto con la losa y puede perder humedad fácilmente, con lo que no alcanzaría la resistencia necesaria. Para limitar la colocación del material de relleno, se utilizan a manera de cimbra unas "u" a base de ángulo, con lo que permite hacer un relleno perfecto bajo calza.

Para dar el acabado, se retirarán las cimbres después de 6 hrs. y se recortará verticalmente el material de relleno a paño de la calza.

CAMBIO DE TUERCAS.- Las tuercas provisionales que se colocaron para el sellado de la vía, serán retiradas y en su lugar se colocarán las tuercas autofrenadas M-20, a las que se dará un apriete de 55 Nt-m con ayuda de un torquímetro.

Este cambio podrá hacerse después del fraguado del producto de sellamiento, sin ser necesario el relleno bajo calza. Por lo general, se realiza cuando son necesarias las tuercas

provisionales para continuar con el armado de vía más adelante.

III.1.2.5.- VIA DE RODAMIENTO.- El sistema de fijación empleado para la pista es el mismo que se usa para el riel, variando únicamente en las dimensiones de la calza aislante y de la almohadilla, de acuerdo al ala patín de cada perfil.

Los trabajos realizados para la fijación de la pista son similares a los del riel por lo que solamente se mencionarán las variantes del método.

DISTRIBUCION DE PISTA.- Se hará a base de lorries con pluma, o lorries sencillos con ayuda de pórticos de sustitución, que rodarán sobre la vía ya instalada y permitirán distribuir los perfiles a partir de una junta aislante al igual que el riel.

Esta actividad se puede adelantar aún cuando no puedan transitar los lorries porque el riel está recién sellado, en este caso se acercará el cargamento lo más posible, en donde se descargará y rodará sobre rodillos, pieza por pieza, hasta la posición deseada.

ALINEACION Y NIVELACION.- Para estas actividades se tomará al riel como apoyo y referencia, por lo que éste último deberá haber cumplido con el fraguado necesario en sus anclas, para que no pueda tener variaciones en su posición.

Para ello se usan tirantes para pista, "zetas", escantillones y cuñas metálicas. Los primeros fueron diseñados para realizar todas las funciones, pero resultó muy tardada la alineación, por lo que solamente se usan para subir la pista a su posición. Las "zetas" y cuñas metálicas se usan cuando la pista tenga que bajar y no se pueda lograr aflojándose los tirantes. Se apoyan en el riel de la misma fila que la pista y se meten las cuñas metálicas para ejercer presión y así baje lo necesario. Los escantillones se emplean para alinear la pista, dejando 10 cm. entre el hongo del riel y el ala patín de la pista, como lo marca la especificación; trabajan abrazando a presión para dar la separación, pero con el uso y manejo éstos se deforman y no dan el ajuste necesario por lo que para asegurar la separación riel-pista se coloca entre ellos una calza aislante de riel a manera de medida, ya que ésta tiene 10 cm. de ancho y buena resistencia para quedar prensada al colocar a presión el escantillón.

Todos estos dispositivos se colocan a cada 2.5 m. tanto en tangente como en curva, ya que a estos intervalos se revisará.

La nivelación de la pista se revisa con una regla de alumnio, que se apoya sobre las dos filas de pista, transversalmente a la vía, debiendo quedar entre la regla y el riel una separación de 2 mm., que sería muy difícil de medir con flexómetro, por lo que se emplea una moneda con ese espesor, para determinar la posición de la pista.

La alineación y nivelación serán revisadas por la empresa de supervisión, corrigiendo los errores que estén fuera

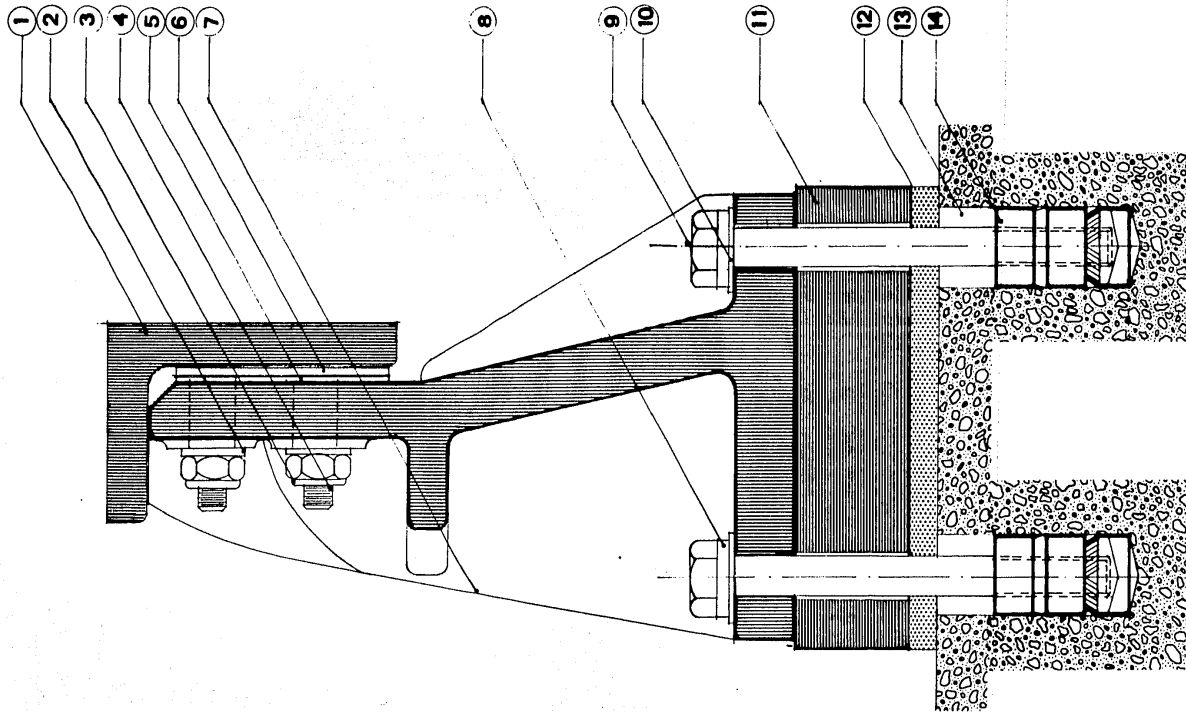
de tolerancia, para después revisar la correcta posición de las calzas y proceder al sellado de las anclas con el previo sopleteo de barrenos.

Con ésto se termina la fijación de la pista, quedando pendiente solo el cambio por tuercas definitivas, el relleno bajo calza de pista después de 24 hrs. del sellado y retiro de tirantes que se hará después de 3 días como mínimo después del sellado.

III.1.2.6.- AISLADORES.- El sistema de fijación de los aisladores en la vía sobre concreto es muy especial, debido a su precisión, resistencia, así como a la capacidad de permitir la reposición de algún aislador en el caso de que se dañe uno de estos. Por lo anterior, la explicación de este método se dará con mayor detalle.

PERFORACION.- Por cada aislador se harán 4 barrenos de 38 mm. de diámetro, para ésto, al igual que para el riel y pista, se hace uso de un equipo neumático y de una plantilla para el guiado de la broca.

La distribución de aisladores se hará igual que en la vía sobre balasto, irán a cada 1.8 m. en curvas con radio menor o igual a 500 m., mientras que para tramo recto o curvas con radio mayor a 500 m. irá a cada 3 m. un aislador de otro.



Se utilizan 3 tipos de plantillas de perforación para aislador; una fija para tramos tangentes o curvas con radio mayor a 500 m., donde lleva la misma separación del riel al aislador, para curvas de radio menor o igual a 500 m., se utiliza una plantilla ajustable que permitirá darle al aislador la separación adecuada, ya que a cada curva dependiendo del radio de curvatura, le corresponde cierta separación, que permitirá dar el ajuste de la barra con el mínimo de calzas de ajuste. Las 2 plantillas anteriores se apoyan transversalmente a la vía, teniendo un juego de camisas en cada extremo que les permiten perforar las dos filas de aislador simultáneamente y se sujetan a la vía por medio de dos prensas metálicas que se colocan sobre un mismo riel, ya que si se colocaran en ambas filas de riel, se puede girar la plantilla al apretar más una prensa que la otra.

Por último, la plantilla de aislador empleada en las zonas de aparato de vía, que se diferencia de las anteriores por tener camisas para barrenar por una solo fila de la vía, además del sistema de fijación y mayor juego de las camisas para dar más separación a los aisladores que soportan crucetas. En el capítulo IV se verá más a fondo el empleo de esta plantilla.

Para la perforación de aislador, solo es requisito indispensable que esté sellado el riel sobre el cual se apoyará la plantilla, por lo que esta actividad puede anticiparse o ser simultánea a los trabajos de pista, teniendo que estar abajo ésta última para que apoye bien la plantilla y no provoque errores en la perforación del barreno, que será de 100 mm. con una tolerancia de -0 mm. y +5 mm., ésto se logra haciendo una marca en la broca a 100 mm. de la punta, sabiendo así cuando la

profundidad es la adecuada.

Antes de iniciar los trabajos de perforación se deberá revisar la plantilla en sus medidas geométricas de partes fijas y móviles, ajustandolas en el sitio a las necesidades del tramo en el caso de partes móviles, pero en el caso de partes fijas que estén fuera de tolerancia, se tendrá que hacer la reparación en la herrería.

Esta perforación debe tener la mayor precisión posible, ya que no permite abocardamientos porque el tipo de fijación es a base de un taquete expansivo de plomo. Por ésto, al zanco empleado en la perforación se le coloca una funda de acero con el mismo diámetro que la broca, de tal manera que aunque la broca ya haya atravesado la camisa, el guiado se dará con la funda.

ISTME revisará la perforación de aislador, en cuanto a su correcta posición, marcando aquellas que se encuentren fuera de tolerancia, teniendo que sellar y repetir la perforación traslapando los barrenos con los anteriores, para no variar mucho la posición del aislador y evitar ajustes en la distribución, que serían más tardados.

REVISION Y CORRECCION DE PERFORACION.- Debido a que la fijación del aislador se hace con un tornillo y éste debe apretar perfectamente, la pieza del anclaje de plomo que tiene rosca, no debe tener mucha variación en su posición, es por ésto que la profundidad de los barrenos deberá revisarse cuidadosamente; después de haber limpiado los barrenos de tierra y piedras que

afecten en la medición y correcta posición de los conos de plomo, esta limpieza deberá hacerse con el compresor para avanzar rápidamente y dar mejores resultados que con el método manual usando cucharitas largas.

La profundidad de los barrenos se revisa con respecto al nivel definitivo de la pista, de la que deberá quedar 280 mm. abajo, dándole una tolerancia de ± 2 mm.. En caso de que se coloquen los conos de plomo antes de estar fija la pista, se tomará como referencia al riel teniendo que considerar los 2 mm. de diferencia de niveles entre riel y pista, por lo que la distancia riel-fondo de barreno será de 278 mm. con la misma tolerancia.

En caso que la perforación esté fuera de rango, lo usual es que esté pasada de profundidad y se tenga que darle el nivel deseado, ésto se hace metiendo rondanas con un diámetro exterior de 32 mm. aproximadamente, en la cantidad necesaria para dar la medida requerida. Cuando la perforación queda escasa y hay que continuarla, se usará la pistola de perforación, si no, con ayuda de barretas hasta darle la profundidad necesaria, cabe hacer notar que este último caso es extraño que se presente.

COLOCACION DE CONO DE PLOMO.- Se conoce como cono de plomo, al taquete expansivo que sirve de anclaje al aislador. Está compuesto de 4 partes, 2 de plomo y 2 de acero, una de éstas últimas con rosca para recibir los tornillos. Para mayor detalle ver lámina No. III-5.

La expansión de las partes de plomo se hace por golpe, con ayuda de una funda de acero similar a la que se usó para la perforación, que se golpea con un marro. Por ésto se hace indispensable el uso de unos tornillos provisionales, que tienen las mismas medidas que el tornillo definitivo pero sin tener cabeza, para permitir el paso de la camisa.

Primeramente, se coloca la parte roscada de acero y su complemento de plomo al tornillo provisional, y son colocados en la perforación y expandidos con la camisa y 3 fuertes golpes de marro, posteriormente se retira la camisa y se colocan las partes complementarias del juego, dejando la pieza de plomo hasta arriba para ser expandida de la misma manera.

Terminando los 4 anclajes de un aislador, se revisará y corregirá la posición de los tornillos anclados con ayuda de un zoclo de poliester para aislador en cuyas perforaciones deberán entrar los tornillos libremente. La corrección se hace dando unos ligeros golpes al tornillo hasta que llegue a la posición deseada.

Estas desviaciones se deben a la holgura necesaria para que la broca y funda pasen libremente en la plantilla de perforación.

El hueco que queda entre el taquete de plomo y el nivel de losa, se rellenará con el mismo producto de sellamiento ocupado para las anclas de riel y pista. Como el tornillo provisional se tiene que cambiar, hay que evitar que se le

adhiera al producto de sellado, por ésto se deberán cubrir con grasa o aceite quemado, además de girarlos media vuelta a los 30 min. de haberlo sellado.

Para constar la calidad del trabajo, se colocará un anclaje al centro de la vía a cada 60 m., el cual se someterá después de 3 días de sellado a pruebas de extracción, debiendo soportar por lo menos una fuerza de 7 Ton. y un desplazamiento máximo de 1.5 mm. probado a 4.5 Ton. de fuerza.

RELLENO BAJO ZOCLO.- Al igual que las calzas de riel y pista, bajo el zoclo del aislador irá un relleno de producto autonivelante de espesor variable.

Para determinar la posición del aislador, se hace uso de un escantillón que apoyado en las 2 filas de riel nos determina el nivel adecuado, que será de 23 cm. +- 2 cm. con respecto al nivel de rodamiento. Además el escantillón tiene una parte ajustable para darle al aislador la separación necesaria, según el tramo de que se trate.

Este relleno se debe colocar por lo menos después de 12 hrs. del sellado de los conos de plomo y no podrá soportar carga hasta después de 36 hrs.

CAMBIO DE TORNILLOS.- Después que el relleno haya alcanzado su resistencia, se retirarán los tornillos provisionales y se colocarán el zoclo y aislador con los

tornillos definitivos, cada uno con sus 2 rondanas, una de presión WL-22 y otra plana modificada TV-52. Dando a los tornillos el apriete definitivo.

A veces al hacer cambio de tornillos, se encuentra que la cuerda del taquete de plomo está barrida, por lo que es necesario hacer un cambio de esta pieza, lo cual puede hacerse de diversas maneras.

A) Se hace un barreno en forma inclinada en dirección al cono dañado, el cual es retirado y sustituido por uno en buen estado, colocándose el tornillo definitivo sin ser apretado al máximo, solo para mantener al cono en su posición mientras se sella y fragua el barreno auxiliar que se hizo.

B) Cuando no se cuenta con el equipo de perforación, se rompe la losa con la ayuda de barretas para llegar al cono dañado, que se sustituirá por otro en buenas condiciones. Para evitar dañar los otros anclajes, es aconsejable atacar al cono por la parte externa del aislador. Antes de hacer el sellado se tendrá que engrasar el tornillo definitivo, para evitar que quede adherido, además de revisar que coincida la posición con los barrenos del zoclo y aislador.

C) Otra manera de hacer esta reparación es abocardando la perforación y retirando el anclaje dañado, pero en lugar de hacer cambio de conos y después sellarlos, se sellará primero el barreno dejando un tubo de PVC de 38 mm. de diámetro a manera de cimbra, para que al fraguar quede lista la preparación para el

nuevo anclaje de plomo, de esta manera se ahorra en perforación y producto de sellado. Se debe recordar que el exterior del tubo PVC deberá de engrasarse para facilitar su retiro.

Otro de los problemas que se presenta al colocar los tornillos definitivos del aislador, es que éstos queden cortos o largos, debido a errores en la medición de la profundidad de los barrenos y como el cono de plomo ya estará colocado, solamente se podrá, según sea el caso, recortar un poco los tornillos o usar los destinados a la zona de aparatos de vía, que son de 250 mm. de longitud.

MARCADO DE AISLADORES.- Con la ayuda de un escantillón, se medirá la distancia riel-aislador y se marcará esta cantidad sobre un costado para luego calcular y marcar el número de calzas permanentes que pueda aceptar y con esto, dar una aproximación al ajuste de la barra guía.

III.1.2.7.- BARRA GUIA.- Los trabajos necesarios para la fijación de la barra guía en vía sobre concreto, son exactamente los mismos que en el método de fijación sobre balasto en túnel. Por lo que para evitar repetir el procedimiento, bastará con leer el caso III.1.1.5. Además al finalizar los trabajos de la barra guía, se lavará la vía con agua a presión para retirar toda la tierra y basura que haya quedado en la losa, procediendo a dar una limpieza a los registros y ratoneo del drenaje para dejarlo en condiciones de servicio.

III.2.- VIA A CIELO ABIERTO.-- Se caracteriza por estar completamente descubierta, sufriendo cambios considerables en la temperatura de sus perfiles y ocasionandole principalmente variaciones por su dilatación, que afectan tanto la nivelación como alineación, por desplazamientos relativos de la vía con respecto a la estructura. Siendo necesario el uso de dispositivos especiales capaces de absorber dichos cambios (ver CAP. IV), sin afectar los principios que deben cumplir las vías, estos elementos son los aparatos o juntas de dilatación y además en el caso de riel y pista, juntas mecánicas.

Otra característica de este tipo de vía, es que la fijación es exclusivamente sobre balasto, pudiendose usar durmientes de azove o concreto; es por ésto que no se dará una explicación del proceso constructivo puesto que es similar al de vía sobre balasto en túnel y únicamente se darán diferencias constructivas en cada etapa, si las hubiera.

De acuerdo a la altura sobre el nivel de calle o suelo, el grado de insolación y por lo tanto las variaciones de temperatura, serán mayores cuanto mayor sea su altura, por ésto y de acuerdo a las condiciones de trabajo diferentes, se dividen las vías a cielo abierto en: superficiales y elevadas. En el caso de transición de túnel a cielo abierto, la instalación tipo superficial se iniciará 63 m. dentro del túnel, donde se colocarán aparatos de dilatación en sus tres elementos, para absorber las diferencias de movimientos.

III.2.1.- VIA SUPERFICIAL.- Este sistema de vía permite tener varios puntos de acceso para introducir material al tramo, así como diversas zonas para almacenamiento. A lo largo del tramo debe tenerse especial cuidado en no golpear o dañar los muros laterales del tramo al realizar las maniobras.

III.2.1.1.- TRABAJOS PRELIMINARES Y TOPOGRAFIA.- Todos los aspectos de recepción, ya sean de obra civil o de topografía del proyecto, tienen iguales condiciones que en vía sobre balasto en túnel.

Las marcas topográficas de nivel, también se localizarán sobre los muros laterales, mientras que las referencias para el trazo se colocarán directamente sobre la losa de obra civil; esta última variación, se debe a que en este caso se tiene mejor visibilidad para la localización de los puntos, cosa que no pasa en el túnel aunque se dispusiera de buena iluminación.

III.2.1.2.- VIA FERREA.- Las variaciones que presenta la construcción de la vía férrea, en el caso superficial con respecto al sistema de balasto en túnel son las siguientes, siendo el resto del proceso similar al antes mencionado.

A) En el caso del balasto empleado para la primera capa, podrá ser introducido por camiones de volteo, cuando el acceso lo permita, distribuyendo los montones a lo largo del

tramo para facilitarle al trascavo la operación de tendido.

B) Al realizar el armado de vía donde se localicen aparatos de dilatación de riel, se colocará un tramo provisional de 9 m., emplanchuelado en sus extremos. Lo anterior es para evitar que se dañe el aparato durante la nivelación, en donde estaría sujeto a esfuerzos transversales, para los que no fué diseñado. Será cambiado el tramo provisional por el aparato de dilatación, una vez alineada y nivelada la vía, soldando los extremos de los aparatos al resto de la vía después de darle la abertura correspondiente a su temperatura, teniendo que cortar el riel en caso que no tenga la separación adecuada para la aplicación de la soldadura.

C) El inicio de la distribución de rieles y durmientes, podrá hacerse también a partir de las juntas mecánicas y/o de dilatación.

D) En el caso de juntas aislantes, éstas siempre irán acompañadas de juntas mecánicas a cada lado, a una distancia de 9 m., para mantener siempre una junta perfecta y evitar que trabaje con la dilatación.

E) En tramos rectos o con radio mayor, o igual a 500 m., la separación entre aparatos de dilatación de riel, pista y barra sera de 126 m., mientras que, para curvas con radio menor a 500 m., esta separación se reduce a 72 m.. En ambos casos irán

acompañados de juntas mecánicas en el caso de riel y pista.

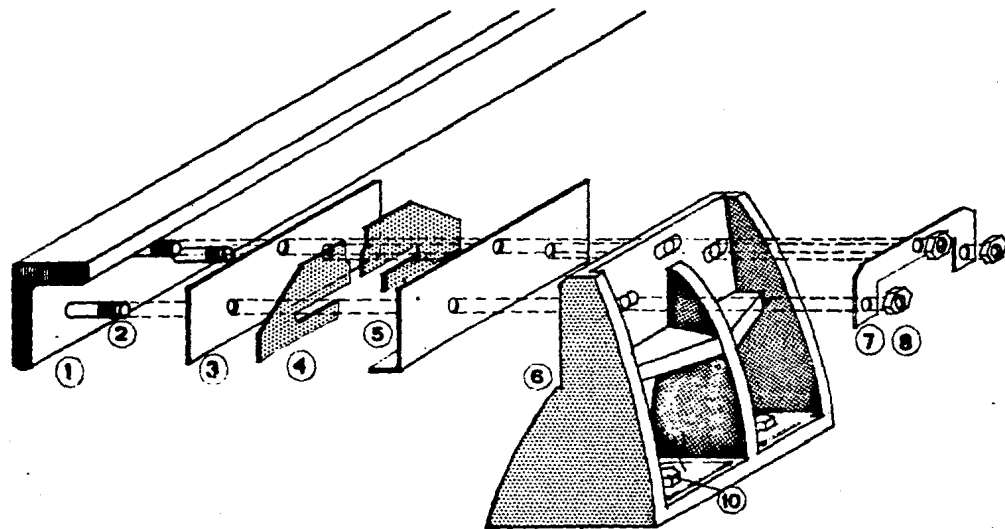
Para evitar discontinuidades eléctricas con la presencia de juntas de dilatación, éstas serán puenteadas con cables, cuyos extremos serán soldados a los perfiles.

F) En el caso de estaciones, por considerarse cubiertas, se aumentará la separación a 180 m. entre aparatos de dilatación, tomando en cuenta juntas aislantes, señales visuales y la propia estación.

III.2.1.3.- VIA DE RODAMIENTO.- La única diferencia que se presenta en este tipo de vía, es la presencia adicional de las juntas mecánicas y aparatos de dilatación, que usualmente irán colocados donde se encuentren los dispositivos similares de riel.

III.2.1.4.- VIA DE GUIADO.- Este elemento debe estar siempre en su posición correcta, sin que sufra deformaciones debidas a la dilatación, es por ésto que además de los aparatos de dilatación, los aisladores permiten el corrimiento del elemento como se menciona a continuación.

AISLADORES PARA INTEMPRIE.- Las perforaciones que tienen para recibir los pernos soldados a la barra, son de forma alargada para que la barra pueda dilatarse sin sufrir esfuerzos que la deformen.



UNION
FILIACION DE BARRA A AISLADOR
ACOTACIONES EN

Nº LAM. 25-0

Debido a estos corrimientos, las semicalzas de ajuste podrán ir deslizandose hasta caer, es por ésto que entre la barra y los aisladores de intemperie, se colocará una calza-talón, que tiene en su parte inferior una pequeña ceja para soportarlas (Ver Lámina No. III-6) e impedir que caigan. Por este mismo motivo, en lugar de roldanas planas, se usará una roldana común para los 3 pernos, que se llama candado tipo "U", que permite un mejor deslizamiento de los pernos en el aislador.

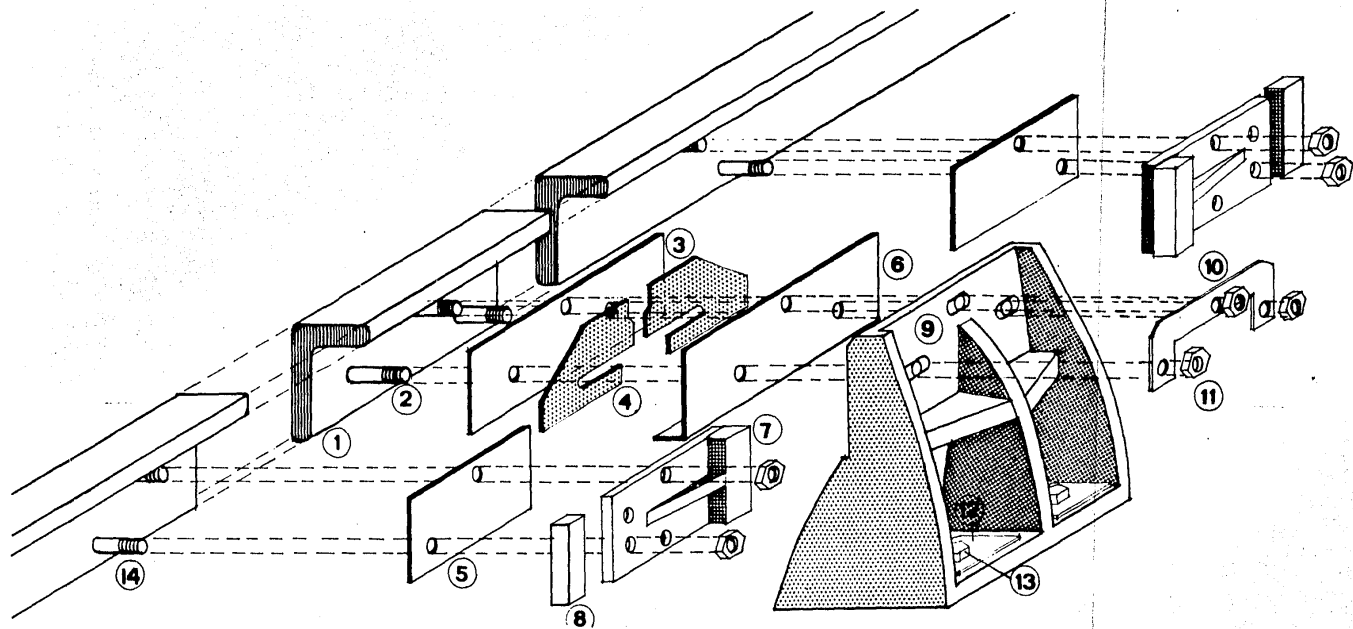
BARRA GUIA.- El procedimiento para su colocación es diferente, ya que estando montada provisionalmente, se unen varios tramos soldandolos por sus puntas, formando una pieza continua de hasta 72 m., a la que llamaremos "chorizo"; en la que se verificará: primero, que todas las soldaduras que lo forman cumplan con las especificaciones, teniendo que cortar las que queden mal y segundo, recorrer la pieza para volver a unirla por soldadura.

Para un buen perneado de la barra, se marcarán siempre los pernos al centro del aislador, teniendo una temperatura en el perfil de 16 a 48 grados centígrados. Una vez perneado se coloca la calza de talón y las que necesite de permanentes de tres barrenos para poder montar la barra en forma definitiva, dejando pendientes las zonas donde correspondan los aparatos de dilatación, que se colocarán cuando ya estén en su sitio los chorizos que vaya a unir.

Conjuntamente con los aparatos de dilatación, en la barra guía, se emplean unos anclajes que impiden el deslizamiento de la barra con respecto al aislador y limitan el rango de acción

o influencia de éstos (ver Lámina No. III-7); su colocación se indicará en los planos de implantación de vía y podrá ser en uno o dos aisladores, al centro de dos juntas de dilatación. En el caso de curvas con radio menor o igual a 250 m., además de estar las piezas previamente roladas, se aplicará el mismo método que en túnel, perneando por tramo, sin dejar separación entre barras para después cortar y dejar la separación necesaria para aplicar la soldadura, que deberá iniciarse a partir de los anclajes previamente colocados.

CUPON NEUTRO.- En la presencia de un cupón neutro, se colocarán aparatos de dilatación en ambos lados a una distancia de 7.48 m. a 25.5 m., ésto es con el fin de que el cupón neutro no trabaje para absorber cambios por dilatación y pueda afectar a su buen funcionamiento.



ANCLAJE DE BARRA GUIA

ACOTACIONES EN

U N A M

NO LAM. III - 7

III.2.2.- VIA ELEVADA.- Las variaciones de ésta con la vía superficial son mínimas, siendo las principales las siguientes:

A) Se tendrán puntos determinados de acceso de material al tramo, teniendo especial cuidado en no dañar los parapetos laterales de la estructura.

B) Los puntos topográficos para la nivelación de la vía, se marcarán en cada columna y al centro de las trabes, de donde se tomarán referencias a cada 5 m.. Se corregirán los niveles marcados en las trabes y columnas después de que actuen las cargas sobre la estructura y ésta se asiente, como consecuencia de lo anterior, para corregir en seguida la nivelación de la vía.

C) Debido a las condiciones de la estructura, ésta no deberá soportar concentraciones de carga en un punto o zona, debido al almacenamiento de material o circulación de vehículos; siendo las restricciones las siguientes:

- El balasto no podrá colocarse en montones con altura mayor a 1.5 m. a partir de la losa de piso.

- No deberán circular vehículos con más de 5 ton/m. o 16 ton/eje.

- El peso de cualquier material almacenado sobre la estructura, no excederá de 2 ton/m².

- La capa de balasto que quede bajo los durmientes, estará limitada a 25 cm.

D) La separación entre aparatos de dilatación se reduce por el incremento en la variación de temperatura, quedando de la siguiente manera:

- En rectas y curvas con radio mayor que 1000 m. se colocarán estos dispositivos a cada 126 m.

- En curvas con radio menor a 1000 m., estarán estos elementos separados 72 m. uno del otro. Debera recordarse la variación en la distribución de durmientes cuando el radio sea menor de 500 m.

E) La entrevía usada normalmente será de 3.15 m. además de 2 andadores laterales.

III.3.- VIAS EN TALLERES.- Este tipo de vías, tiene especial importancia debido al tipo de fijación, presencia de nuevos elementos y escases de mano de obra calificada para estos trabajos, debido al número de ellos que se han hecho y a las dimensiones menores en relación a la línea.

Cabe mencionar, que dentro de los talleres, está incluida además de los tipos de vías dentro de las naves, la zona de peines, que sirve para ramificar las vías de acceso hacia todas las naves con que cuenten los talleres. Estos peines están formados por aparatos de vía TG. 0.20, que se detallarán en el Capítulo IV.

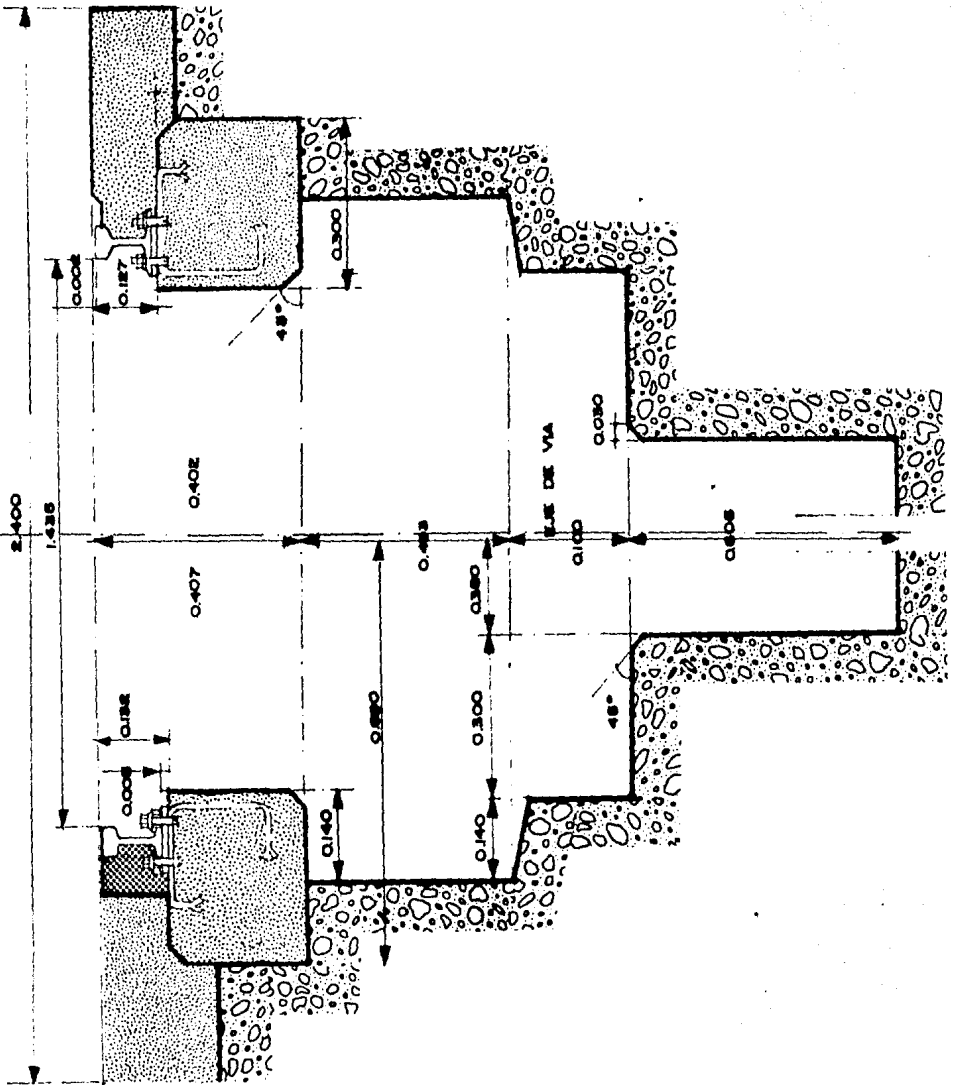
III.3.1.- VIA EN FOSA DE PEQUEÑA REVISION.- Se encuentran en el taller de servicio menor, donde los carros son sometidos al programa de los 8000 Km. y a revisiones eventuales por fallas imprevistas.

Esta vía mide 150 m. de longitud para permitir la revisión completa de un convoy, y consta de un solo elemento metálico que es el riel.

Para mayor seguridad de los trabajadores, la alimentación de los motores de los carros en estas vías, que normalmente se hace por contacto de las escobillas del tren con la barra de guiado, se logra a través de "troles", colocados en la parte superior de cada vía, fijados en la propia estructura de la nave de pequeña revisión.

RECEPCION DE FOSAS.- Las fosas deberán de estar totalmente terminadas en lo que se refiere a obra civil, dejando cajeados a cada 75 cm. para recibir los estribos para fijar el riel en cada una de las dalas de apoyo; además se revisará la alineación de las fosas, así como de las referencias topográficas que serán usadas.

DISTRIBUCION DEL RIEL.- Se hará con ayuda de rodillos y troncas, dejando las piezas de 18 m. por las dos filas y a lo largo de toda la vía.



VIA EN FOSA DE REVISION

ACOTACIONES EN M.

U N A M

Nº LAM. III - B

BARRENACION DE RIEL.- El riel se volteará dejando el patín hacia arriba, apoyándolo sobre tramos de polín para mantenerlo en esa posición, y marcar a cada 75 cm. haciendo con un taladro magnético 2 barrenos de 19 mm., cada uno a 27 mm. del borde del patín del riel, al centro del barreno.

La barrenación en los extremos de cada riel, deberá tomar en cuenta los 16 mm. que ocupará la soldadura aluminotérmica, que unirá los tramos contiguos y poder continuar con el espaciamiento de 75 cm. entre barrenos. Cuando la barrenación quede a menos de 10 cm. del borde del riel, se tendrá que hacer un corte para ajustar la posición del anclaje.

SOLDADURA ALUMINOTERMICA.- Una vez barrenados los rieles, se voltearán y aplicarán las soldaduras para hacer una sola pieza, a diferencia de cualquier otra vía, en ésta se esmerilará la soldadura, tanto en hongo del riel, como también la parte inferior del patín del riel. Además se dará una ligera pulida para quitar las tectatas de óxido a lo largo de la pieza soldada del riel, que pueda tener en el patín.

Otro método empleado, es hacer primero todas las soldaduras para obtener tramos de 150 m.; se esmerilan y se hacen los injertos, en el caso de resultar alguna soldadura fuera de tolerancia. Después se voltea toda la pieza y se esmerila por la base del patín, para proceder a la barrenación completa de la pieza de riel, como se mencionó anteriormente.

PEGADO DE BANDA.- A lo largo del patín del riel por su parte inferior, se colocará una banda de neopreno de 10 cm. de ancho y 10 mm. de espesor, que se fijará con un adhesivo (R-5000) para mantener la vía aislada de cualquier contacto con la dala.

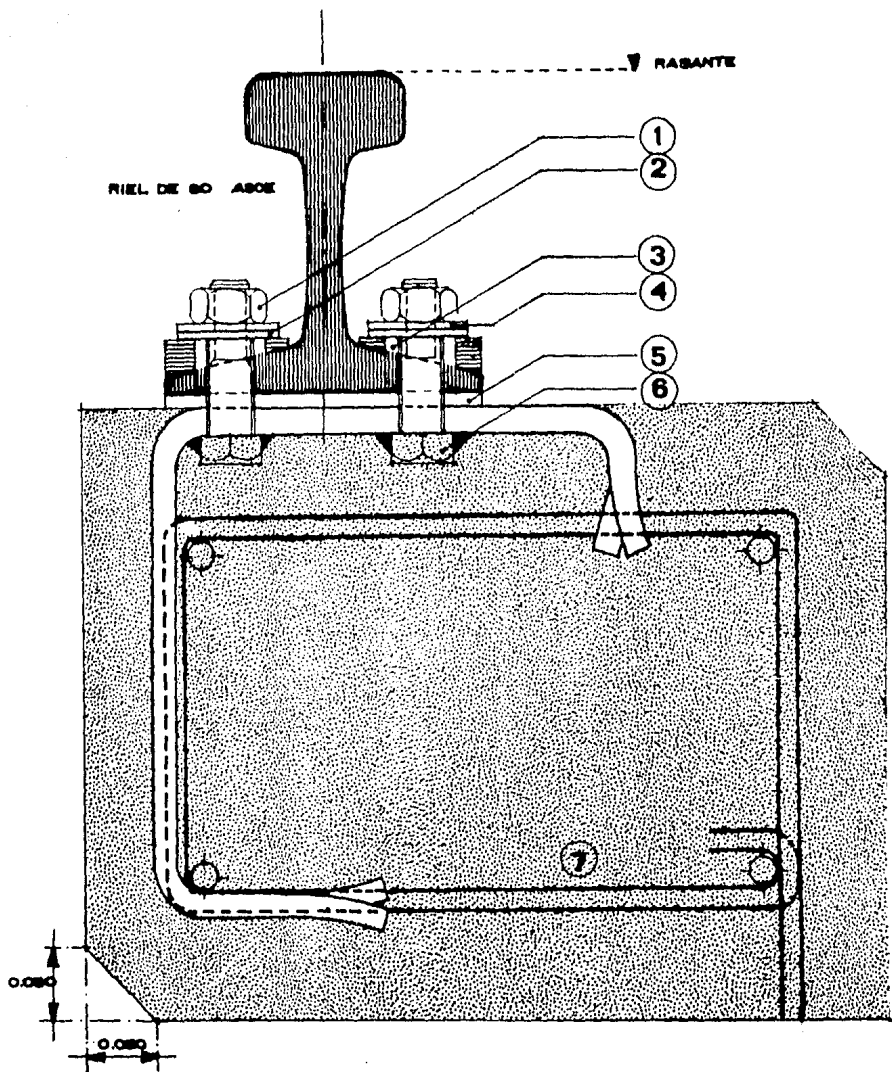
Para no dejar bloqueados los barrenos en el patín del riel, se usará un sacabocado para recortar la banda de neopreno con el mismo diámetro de los barrenos y darles continuidad. En el caso de que no se cuente con un sacabocado, se puede usar un tubo de FoFo de 3/4" de diámetro que dará muy buenos resultados.

ARMADO DE VIA.- Una vez seco el pegamento y recortada la banda, dentro de los cajillos que dejó la obra civil en la dala, se colocarán los estribos para fijar el riel.

Toda la pieza del riel se virará para dejarlo en posición normal y poderlo levantar con ayuda de pórticos de sustitución y colocarlo en su posición, haciendo que atraviesen los pernos de los estribos por los barrenos del patín del riel.

Para cada perno se colocará, como se muestra en la Lámina No. III-9, un buje aislante para evitar el contacto del perno con el riel, y con ésto la corriente que circula se vaya a tierra, se colocarán también una rondana aislante, otra metálica, una cuña metálica inclinada y una tuerca metálica M-16.

ALINEACION Y NIVELACION.- Ya con toda la vía armada y con las tuercas apretadas, a cada 2.5 m. se colocará un tirante



FIJACION DE RIEL EN FOSA REVISION
 ACOTACIONES EN

NO. 1 AM. 2E-9

metálico idéntico a los empleados en la vía sobre concreto, y que además le da a las piezas, el 1/20 de giro que requieren; también se colocan transversalmente a la vía sujetando las dos filas de riel, a las que dará una separación de 1,435 mm., y el nivel requerido con ayuda de tornillos.

SELLADO DE CAJILLOS.- Con la vía nivelada y alineada, la empresa de supervisión revisará y corregirá los puntos que estén fuera de tolerancia, para proceder a rellenar con concreto los cajillos de la dala y dejar ahogados los estribos de fijación, que previamente se soldarán al armado de la fosa, para dejar con ésto, la vía en su posición definitiva.

Después de que frague el concreto de los cajillos, se retirarán los tirantes de la vía y se formará el lecho de apoyo del riel, a base de malla metálica y mortero de cemento, de la misma forma que se muestra en la Lámina No. III-10. Con ésto último, a vía quedar terminada por completo.

III.3.2.- VIA SOBRE LOSA.- Son tramos cortos y rectos, de aproximadamente 9 m., que se colocan tanto a la entrada de las naves de talleres, como a la mitad de las naves de depósito, en los llamados "pasos de urgencia"; consta solo de riel y pista, permitiendo el paso seguro de peatones y vehículos aunque las vías estén energizadas.

A continuación se mencionará el proceso constructivo para este tipo de vía.

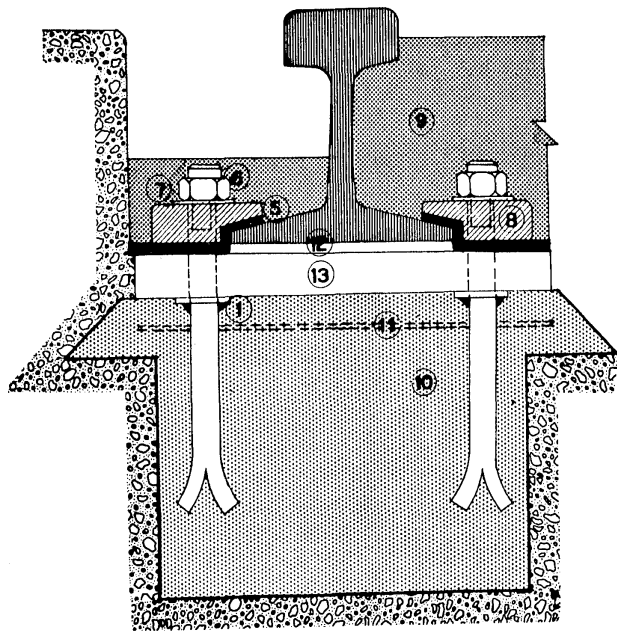
A) Primeramente se hace el colado de losa de base, dejando cajillos a cada 75 cm., para alojar las anclas de fijación para riel y pista.

B) Se distribuyen los rieles y se hacen las soldaduras para unir con el resto de la vía, después se esmerilan las mismas, tanto en el hongo como en la parte inferior del patín, donde se pega una banda de neopreno, como en el caso de la vía en fosa.

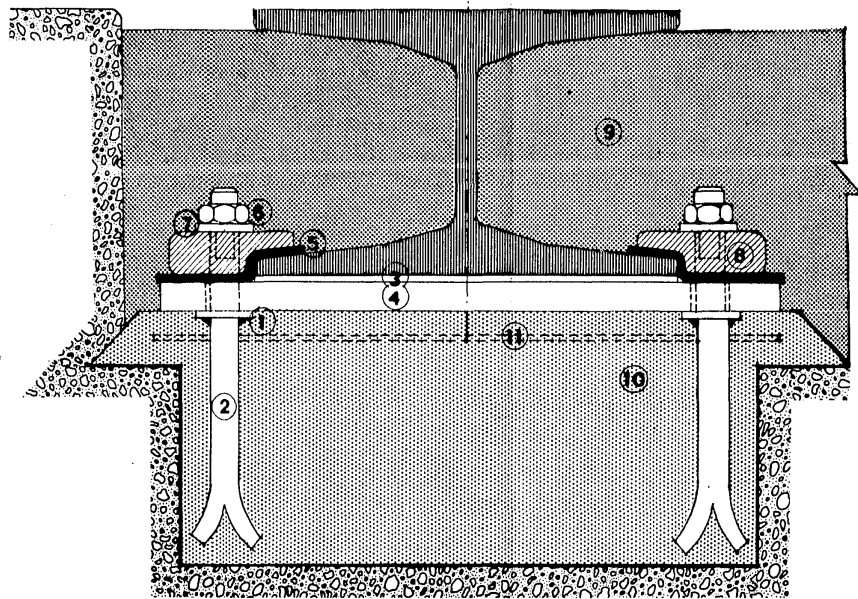
C) Se colocan los rieles en su posición, armándolos de anclas M-16, grapas, zoclos, plaqueta aislante, tuerca y roldana M-16, sin apretar las tuercas, para permitir ajustar la posición de los apoyos.

D) Los trabajos de alineación y nivelación de esta vía, requieren de la cuadrilla de topografía y de tirantes metálicos, como los empleados en la vía en fosa. Después de terminados estos

RIEL



PISTA



trabajos, la supervisión revisará la correcta posición de la vía y autorizará el colado de los cajillos para fijar las anclas, que son apretadas previamente.

E) El nivel del material de sellado, se deja 3 cm. abajo del nivel de los zoclos de apoyo, debiendo coincidir aproximadamente con el nivel de la losa.

F) Después del fraguado del material de sellado, se hace el relleno del espacio que queda bajo los zoclos, con el mismo material y una malla de alambre tipo gallinero. El relleno se hace en forma de trapecio como se muestra en la lámina No. III-10.

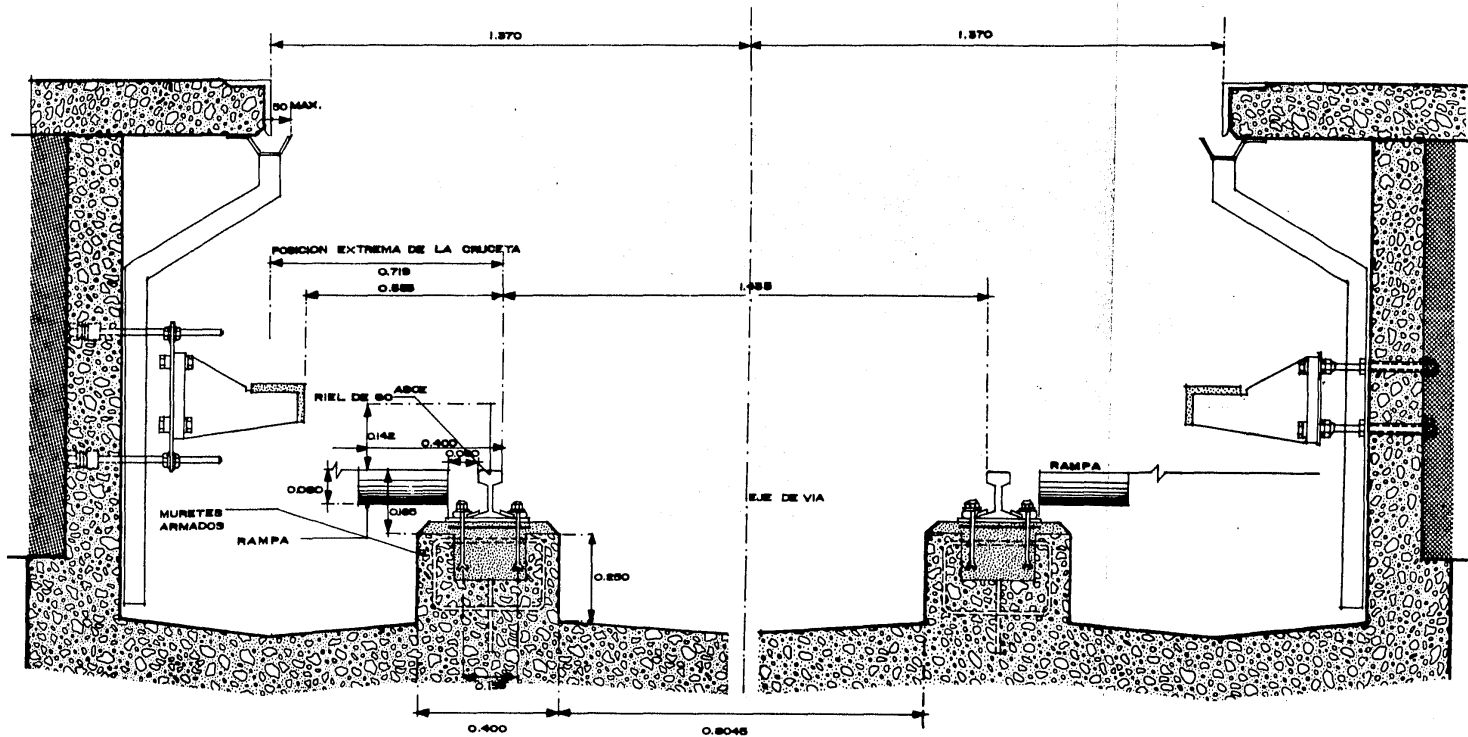
G) Los trabajos para la fijación de la pista son similares, con la diferencia de que tienen una placa aislante en lugar de la banda de neopreno entre el patín y el zoclo, además de nivelarse y alinearse con cuñas.

H) Se procede al colado del espacio que existe entre rieles y vías contiguas, dejando los espacios que indica la lámina No. III-10, mismos que se rellenarán después del fraguado, con material bituminoso (chapotote), terminando con ésto los trabajos para esta vía.

III.3.3.- VIA DE LAVADO Y SOPLETEADO.- Estas vías constan de rieles fijos a una base continua de concreto armado, con el mismo método usado para la vía sobre losa.

La vía de lavado, además lleva una sola fila de barra guía, que se sujeta con aisladores de poliéster en posición horizontal (ver lámina No. III-11), con 4 tornillos de 22 x mm. que a su vez se fijan por 4 varillas roscadas y taquetes metálicos al muro.

Primero se fija la placa al muro y se deja completamente vertical, dándole la separación adecuada, para que la cara vertical de la barra guía quede a 533 mm., respecto a la cara interior del hongo del riel más cercano.



VIA DE LAVADO
 AGUACIONES EN M.

H N A N
 NOLAM. III-11

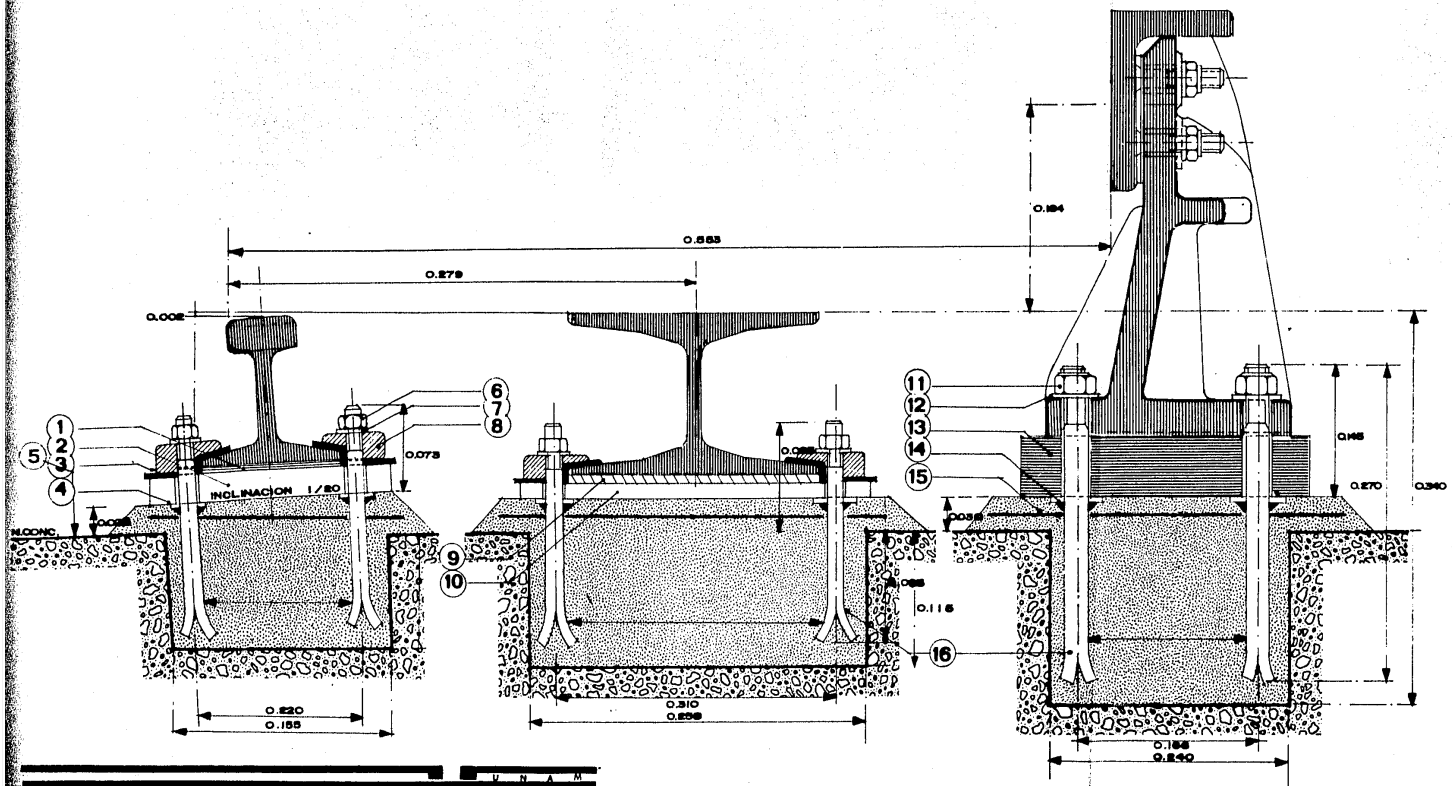
III.3.4.- VIA EN FOSA DE FIN DE LINEA.- Tiene como función la de permitir revisar un convoy completo, por alguna falla durante el servicio que impida su llegada a talleres.

Consta de riel, pista y barra guía, los 2 primeros van fijos como en la vía en losa, solo que sin material bituminoso a los costados de los perfiles.

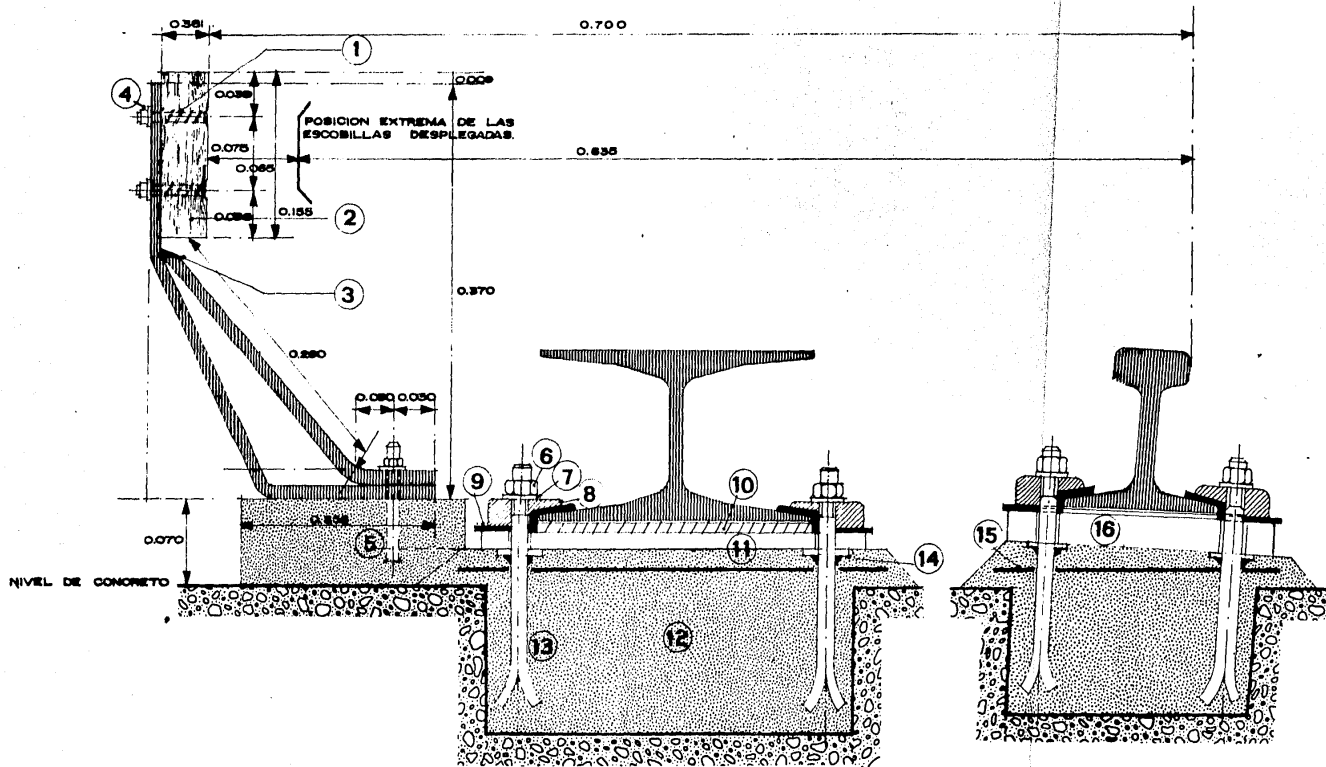
Lo especial de esta vía, es la fijación de los aisladores y los soportes para protección de escobillas. En el caso de los aisladores, se arma el juego de aislador, calza y anclas y se sujeta con cuñas de madera para darles la posición adecuados; se sellan las anclas y se hace el relleno con el mismo material y método que el riel y pista.

Al hacer el colado de la losa, se dejan los asientos donde apoyarán las bases de los soportes de las protecciones de escobillas, que se fijan con taquetes de 1/2".

La fijación de la barra guía, se hace de acuerdo al tipo de vía donde se encuentre (subterránea o intemperie), mientras que las planchas de protección de escobillas, se harán iguales a las de naves de depósito.



ANCLAJE DE PERFILES EN FOSA
 ACOTACIONES EN M.



N°	cant.	DESCRIPCION	
1	2	TORNILLO PARA METAL DE CABEZA PLANA 5/8"-18 UNC-2 1/4"	
2	1	PLANCHA MADERA DE PINO	2.00 x 0.150 x 0.080
3	"	SOLDADURA	
4	8	TUERCA DE CABEZA HEXAGONAL	18 UNC
5	"	VASTAGOS	HM18-180
6	4	TUERCA	HM18
7	4	ROLDANA	M18 N
8	4	GRAPA	
9	4	PLAQUETA AISLANTE	
10	"	PLACA AISLADORA PARA PISTA METALICA	
11	1	CURA PARA PISTA DE RODAMIENTO	
12	"	MORTERO	0.300 x 0.220
13	4	VASTAGOS DE ANCLAJE	
14	4	ROLDANA PLANA COMUN	
15	"	MALLA DE ALAMBRE	
16	"	CURA PARA PIEL	

especificaciones

N°IAM. III-13A

III.3.5.- VIA DE NAVE DE DEPOSITO.- En estas vías quedará el material rodante durante la noche o en espera de servicio si es que está en buenas condiciones.

En este caso, los trabajos son similares a la vía sobre balasto en túnel, por lo que solo se mencionarán las diferencias.

Estas vías cuentan con todos los elementos de una vía normal sobre balasto en línea, en túnel, equipada exclusivamente con durmientes de madera de azove, sin ninguna diferencia en su método constructivo a excepción de lo siguiente:

- Cada vía constará de una sola fila de barra guía para tener una alimentación continua del convoy a lo largo de la vía. Para ésto se colocarán a cada 3 m. durmientes tipo "S A", que como ya se mencionó en el Capítulo II, tienen un solo zoclo para soportar el aislador mientras que por el otro extremo se coloca un soporte metálico igual al empleado en fosa de fin de línea (ver Lámina No. III-13), que sirve para fijar una tabla de madera de pino de primera de 38 x 150 x 2980 mm. (298 x 7" x 1 1/2") para proteger las escobillas de toma de corriente de los carros motrices del convoy. Estos soportes se colocan a cada 2.25 m. distribuidos como lo indica el plano de implantación de vía y van fijos a los durmientes por un tornillo de madera de cabeza cuadrada de 12 mm. x 70 mm. de largo. Cada tabla irá fija y centrada a 2 soportes con 2 tornillos para metal con cabeza plana de 5/16" x 2 1/4" con tuerca y roldana de presión por cada soporte.

Se dará una separación de 2 cm. entre las tablas o planchas de protección, para considerar la dilatación libre de la madera y una separación de 700 mm. con respecto a la cara interior del hongo del riel.

Por seguridad para los conductores, se colocarán estas protecciones de escobillas del lado donde se encuentre el andador de acceso a los trenes.

IV.1.- APARATOS DE VIA.- Son el conjunto de elementos metálicos ensamblados debidamente que permiten el traslado de material rodante de una vía a otra y son colocados donde por proyecto sean necesarios para enlace de vías o maniobras de los trenes debiendo ir instalados solamente en tramos rectos y planos.

CLASIFICACION.- Una forma de clasificar los aparatos de vía en dos grandes grupos es por su tangente, que es la medida del ángulo de desviación de la vía, pudiendo ser tangente 0.13 ó 0.20, siendo colocados los primeros a lo largo de la línea y terminales, mientras los TG. 0.20, solamente en zona de talleres; ésto se debe principalmente a que en los talleres los trenes viajan vacíos y a velocidades bajas, por lo que las desviaciones pueden ser más bruscas, además de ocupar una menor superficie haciendo que la zona de peines para acceso a las naves de talleres o depósito no sea excesiva.

APARATOS TANGENTE 0.13.- Se colocan antes y después de las estaciones terminales, enlace de dos líneas y salidas para naves de talleres, que es donde los trenes circulan a velocidad normal de operación y a plena carga.

Estos aparatos pueden ser en enlace o comunicación, los primeros como su nombre lo indica, hacen un empalme de dos vías, mientras que las comunicaciones están formadas por dos aparatos de enlace, cuyas vías desviadas se encuentran para permitir el paso del tren de una vía a otra adyacente (ver Lámina No. IV-1). Estos se identifican por medio de un número de referencia de

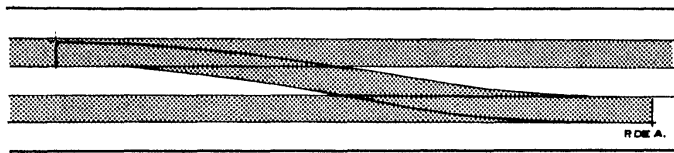
acuerdo al CDV (circuito de vía) que le corresponde p. ej. 23-C para un enlace y 11-21 para una comunicación, esta última designación está dada con dos números ya que físicamente está constituido por dos aparatos.

ENTREVIA.- Los aparatos en comunicación por la distancia que haya entre los ejes de vías que unen, tienen además otra clasificación denominada entrevía que puede ser de 2.90, 3.15, 3.35, 4.20 y 5.20 m..

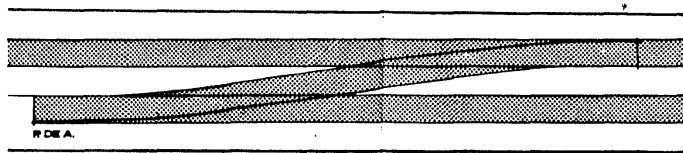
DESVIO.- Tanto para enlaces como para comunicaciones se puede presentar el desvío a la derecha o izquierda, siendo simétricos completamente, ésto se determina viendo la dirección de la vía desviada desde la punta de las agujas.

PARTES DE UN APARATO.- Todos los aparatos sin excepción constan de piezas moldeadas especiales con funciones específicas, como son los piezas moldeadas, rieles de enlace, contrarieles, montajes de aisladores, crucetas, agujas, cerrojos y motores, cuyas características y funciones se mencionarán a continuación.

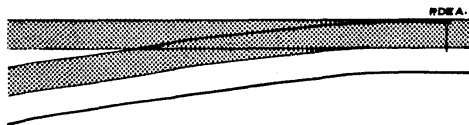
A) PIEZAS MOLDEADAS.- Los aparatos se componen principalmente de piezas de acero al manganeso perfectamente moldeadas, que sustituyen al riel y a la pista y van unidas entre sí por medio de juntas emplanchueladas, siendo algunas de ellas aislantes por necesidades de señalización; estas piezas van colocadas en la zona donde se traslapan los elementos de la vía directa y la desviada, en un conjunto monolítico por el cual puede circular el convoy con sus ruedas neumáticas, guiado por la



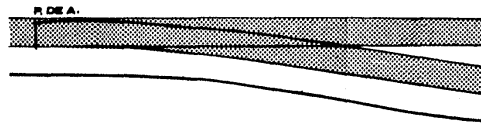
COMUNICACION A LA DERECHA




COMUNICACION A LA IZQUIERDA



ENLACE A LA IZQUIERDA



ENLACE A LA DERECHA

S I M B O L O G I A	
P. D. E. A.	PUNTA DE APARATO.
	CIRCULACION DEL TREN.

ceja de la rueda metálica.

Las uniones de piezas dentro y fuera del aparato, usan varios tipos de planchuelas, dependiendo de las piezas que vayan a unir, como lo son:

PLANCHUELA	No. BARRENOS	USADA EN
TV-124	4	Junta mecánica de riel 100.
TV-124	1	Fijación de contrarrieles.
TV-128	4	Junta de pista metálica.
TV-100	4	Junta aislante de riel 100.
TV-125	4	Fijación de talón de agujas
TV-125	2	Fijación de aguja
E80-I	6	Junta mecánica de riel interior
E80-E	6	Junta mecánica de riel exterior
TV-128	6	Junta mecánica de pista
EPOXICA	6	Junta aislante de riel
EPOXICA	6	Junta aislante de pista

TABLA IV-1 TIPOS DE PLANCHUELAS EMPLEADAS

B) RIELES DE ENLACE.- Son tramos de riel de 100 lb/yd que unen el tramo normal de vía con las piezas moldeadas, a las que van unidas por medio de juntas mecánicas, mientras que al tramo normal se hace por medio de soldadura aluminotérmica de transición de riel de 80 a 100 lb/yd, que marcará el límite de la zona de aparato. La longitud de estas piezas depende del tipo de aparato, siendo para comunicaciones de 9.10 m. y para enlace TG. 0.13 de 11.50 m., éstas tendrán que ser cortadas en campo a

partir de tramos de 18 m. para poder dar la separación necesaria para la aplicación de la soldadura.

C) CONTRARIELES.- Son piezas que van colocadas exclusivamente por seguridad en partes donde sea interrumpida la barra guía en alguna de sus filas.

El contrariel es una pieza de riel de 100 lb/yd que se coloca paralelo y fijo por medio de planchuelas y blocks separadores al riel principal, de tal forma que al circular el tren, la ceja de la rueda metálica pase entre los hongos de los rieles quedando confinada para evitar posibles descarrilamientos al efectuar alguna maniobra en el aparato; su longitud es variable dependiendo del tipo de aparato y de su ubicación dentro de éste; normalmente estas piezas vienen en el conjunto del aparato pero de no ser así, éstas se harán a partir de riel de 100 lb/yd, al que se cortará uno de sus patines y barrenará en el alma según marque el plano, además de fijarlo con las planchuelas y blocks separadores que se indiquen.

La unión de los contrarieles a las piezas moldeadas, se hace por medio de planchuelas atornilladas, mientras que las puntas que quedan hacia afuera del aparato terminan en una pequeña cruceta de 20 cm.

D) AISLADORES Y BARRA GUIA.- La altura de las piezas moldeadas varía de 140 a 175.4 mm., por lo que al tener un mismo nivel de rodamiento, el nivel de los apoyos no será constante, ésto afecta para dar a la barra guía una altura constante de 181

mm. del nivel de rodamiento al centro de la cara vertical de ésta, solucionándose de diferente manera si se fija sobre balasto o concreto, como se mencionará en el inciso de fijación.

Por su parte la barra guía no presenta modificación en su montaje de acuerdo a la zona donde se encuentre el aparato, es decir en intemperie o túnel; la única característica que se tiene es la discontinuidad de la barra guía en zonas que por condiciones de circulación o suministro de corriente eléctrica así lo requiera. Estas discontinuidades se hacen en forma de "cruce" en la misma barra guía, pudiendo ser en piezas de 11.50 o 7.50 m. que van dobladas hacia afuera de la vía para permitir una entrada y salida libres a las escobillas positivas de los carros motrices.

E) AGUJAS.- Son los elementos móviles de los aparatos de vía y sirven para determinar la dirección que tomen los trenes que sobre él circulen.

Las agujas se hacen maquinando un tramo de riel de 100 lb/yd con un desvaste suave en el hongo y patín que se continúa aumentando hasta el extremo de la pieza, donde queda una sección reducida denominada punta, que permite un paso continuo de la ceja de la rueda metálica para dar solidez en su desplazamiento y mantener el escantillón requerido, las dos agujas se sujetan cerca de la punta con tirantes; el otro extremo de las agujas, se denomina talón y va sujeto firmemente a las piezas moldeadas por medio de planchuelas.

Estas vienen hechas y desarmadas con el resto del aparato; se diferencian dependiendo del ángulo de desviación del aparato al que pertenezcan.

- Los aparatos TG 0.13 tienen agujas de 9.3 m., flexibles, estando el talón de éstas fijo y su desplazamiento se obtiene por flexión del elemento.

Las agujas de estos aparatos vienen por juegos, una recta y otra curva, dependiendo si el desvío es a la derecha o a la izquierda; para los primeros, la aguja derecha será recta y curva la izquierda siendo contrario para el caso de desvío a la izquierda; ésto también sirve para poder identificar el desvío de un aparato que esté desarmado.

- Para los aparatos TG 0.20, las agujas son de 3.5 m. rectas y rígidas, distinguiéndose solamente por el lado del cepillado para su colocación en el aparato; su desplazamiento es en base a una articulación que lleva en el talón.

G) CERROJOS.- En los aparatos TG. 0.13, para mantener inmóvil la posición elegida de las agujas durante el paso de los trenes, se hace uso de los cerrojos. Existen dos tipos de cerrojos: axiales e individuales.

- Los cerrojos axiales se instalan en los aparatos de vía tomados por el talón a velocidad de operación, o por la punta a baja velocidad. Se componen principalmente de un seguro doble

en forma de balancín, montado en un eje al centro de los tirantes de las agujas, el cual al accionarse desplaza a las agujas hacia un extremo.

- En el cerrojo individual, en cada aguja se coloca una pieza metálica que forma parte del cerrojo y a la que inmoviliza al estar en posición de cerrada. Estos cerrojos se colocan en los aparatos que están tomados por la punta a gran velocidad.

H) MOTORES.- Se conoce como motores, al conjunto del dispositivo situado dentro de una caja metálica que incluye: el motor propiamente dicho y el equipo electromecánico auxiliar. Su función, es la de accionar los cerrojos para hacer las maniobras desadas con los aparatos de vía.

IV.1.1.- FIJACION SOBRE BALASTO.- Este tipo de fijación se usa para aparatos TG. 0.13 o TG 0.20 y puede hacerse a la intemperie o en túnel, como en la vía normal que usa el mismo sistema de fijación.

Los pasos a seguir para su fijación son similares a los de la vía tradicional, salvo detalles importantes que se mencionarán a continuación.

A) La primera capa compactada de balasto no se coloca 38 cm. abajo del nivel de rasante como en el tramo normal, sino hasta 45 cm., ya que por la altura de las piezas moldeadas con

durmierte así se requiere, minimizando la cantidad de balasto para la segunda capa, con lo que se facilita la nivelación.

B) La distribución de durmientes se hará de acuerdo al plano de implantación del aparato, que indica separación, posición y numeración de cada uno de éstos, para facilitar esta operación los durmientes llevan la misma numeración que el plano, además del número del aparato al que corresponde. Estos durmientes son de longitud variable y pueden tener maquinado o no, para recibir los elementos metálicos, además de haber algunos en el centro del aparato que no van perpendiculares a la vía como corresponde por especificación. En algunos casos se tendrá que pedir durmientes extra para riel de 100 lb/yd como 100 A, 100 GA, 100 T, etc. que no van incluidos en el juego de durmientes del aparato.

Para darle una aproximación a la posición del aparato, los durmientes se alinean tanto transversal como longitudinalmente basándose en las referencias topográficas marcadas en el tramo; con esto los trabajos de alineación se facilitan, ya que cuando el aparato está armado completamente, es muy difícil moverlo aunque sea unos cuantos milímetros debido a su peso (75 ton. máximo).

C) La colocación de las piezas moldeadas sobre los durmientes se hace de acuerdo al plano de fijación, empezando siempre por la punta del aparato y presenta problemas debido al peso de las mismas por lo que cuando sea posible se usará una grúa o en su defecto con ayuda de barretas, pórticos de sustitución y rodillos, cuidando que la posición en que se dejen

sea lo más aproximada a la definitiva.

D) Una vez colocadas las piezas del aparato, éstas se unen con planchuelas y se fijan a los durmientes con tirafondos, que no se apretarán sino hasta después de darle una aproximación a la alineación del aparato.

E) Se hacen las soldaduras de transición de riel 80-100 y 100 lb/yd (en caso de haber) y se procede a la alineación y nivelación del aparato; estas actividades se realizan en forma semejante al tramo normal, solo que son más tardadas debido al peso del mismo; para la nivelación se usan gatos tipo escalera de 10 o 20 ton. de preferencia que se colocan a cada 2 m., a lo largo del aparato, esta actividad se dificulta al llegar a las piezas centrales o corazones del aparato, en las que se tiene que levantar las dos vías al mismo tiempo.

F) Ya con el aparato alineado y nivelado definitivamente, se coloca la pista en los tramos donde indique el aparato, haciendo al igual que con el riel, las uniones con las piezas moldeadas a base de planchuelas. El resto del procedimiento para la fijación de la pista es completamente igual que para tramo ordinario sobre balasto.

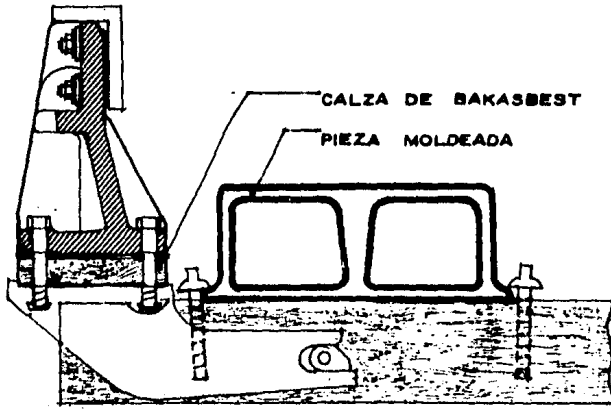
G) La fijación de los aisladores varía dependiendo de la parte del aparato en la que se encuentren, esto se debe a que las piezas moldeadas son de altura variable entre 140 y 175 mm., por lo que los durmientes no quedan a un mismo nivel y la barra guía debe mantener una altura uniforme respecto al nivel de

rodamiento (180 mm. al centro de la cara vertical de la barra guía), para ésto existen tres tipos de montajes sobre zoclo, (ver Lámina No. IV-2) los cuales llevan calzas de Bakasbest de diferente medida entre el zoclo y aislador para darle la altura necesaria y como consecuencia se usan tornillos más largos para poder llegar al zoclo y fijar el aislador.

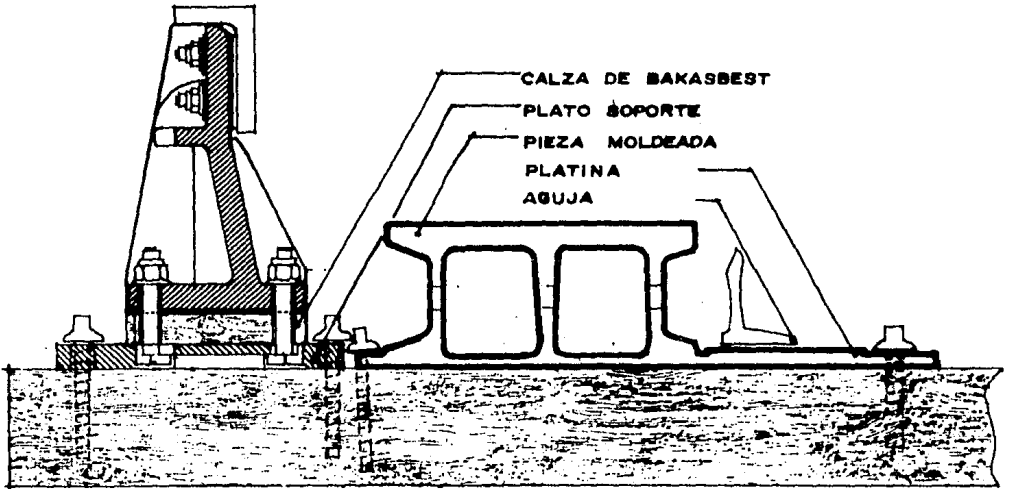
TIPO	SOBRE	CALZAS	TORNILLOS
I	Plato	----	22 X 80 mm. c/cuadrada
II	Plato	13 mm.	22 X 95 mm. c/cuadrada
III	Plato	39 mm.	22 X 120 mm. c/cuadrada
I	Zoclo	13 mm.	22 X 78 mm. c/hexagonal
II	Zoclo	2 x 13 mm.	22 X 90 mm. c/hexagonal
III	Zoclo	52 mm.	22 X 117 mm. c/hexagonal

TABLA IV-2 MONTAJES DE AISLADOR

En el caso de durmientes que no van perpendiculares a la vía y deben de soportar un aislador, la fijación de éste se hace utilizando un plato soporte metálico que se sujeta al durmiente por medio de tirafondos y permite que gire de acuerdo a la dirección de la barra guía. Cabe hacer notar, que estos durmientes no vienen perforados para recibir los tirafondos que fijan al plato soporte, por lo que hay que hacerle las perforaciones. Anteriormente, para hacer éste trabajo se empleaba un broca cónica para madera, que se colocaba en un taladro con motor de gasolina, con el uso, éste equipo se fué deteriorando hasta el grado de ser escaso y de no encontrarse en buenas condiciones, sin poderse reponer por ser importados y de costo considerable, por ésto, ahora se usa un taladro eléctrico y una



MONTAJE SOBRE ZOCLO



MONTAJE SOBRE PLATO SOPORTE

broca de 3/4" para metal, con lo que se obtienen resultados similares.

Algo importante, es marcar la posición de los barrenos para que el aislador quede aproximado y la barra guía no necesite demasiadas semicalzas para ajustarse. Para ésto, se arma un juego de aislador y plato soporte, con un tramo de barra guía de 25 cm., que va perneado y fijo al aislador de acuerdo al tipo de tramo de que se trate (túnel o superficial). Este juego armado se va colocando donde el plano indique fijación sobre plato, dándosele la separación definitiva de ajuste entre riel y barra guía, para marcar la posición en donde irán las perforaciones para los tirafondos.

H) Por último, la barra guía se fija y coloca del mismo modo que la vía ordinaria en la que se encuentre el aparato, debiendo empezar la distribución a partir de las crucetas, cuya punta maquinada debe ir a 60 cm. del centro del primer aislador.

IV.1.2.- FIJACION SOBRE CONCRETO.- Este tipo de fijación se hace al igual que la vía, solamente en túnel y hasta ahora unicamente con aparatos TG. O.13 sin importar desvío o entrevía el método de fijación es igual que la vía normal sobre concreto, es a base de calzas, almohadillas y anclas, solo que el procedimiento es completamente diferente como mencionaré a continuación.

A) Al introducirse las piezas al tramo y siendo acarreadas hasta el lugar de su fijación (usando lorries o

rodillos y con ayuda de barretas), se colocan como lo indique el plano del aparato, empezando a partir de las puntas, donde se tiene un punto de referencia definido.

Ya que todas las piezas moldeadas son huecas y sin continuidad en su base, éstas se colocan sobre trozos de polín para permitir la localización de zonas continuas en la parte inferior que puedan servir como apoyo uniforme, marcando con pintura o crayón la posición de estas zonas de apoyo.

Además, se marcan las puntas de las platinas (salientes de las piezas moldeadas, sobre donde se deslizan las agujas) a las que se les cortará 25 mm. a partir del extremo.

B) Se quitan los polines para que todo el conjunto apoye directamente sobre la losa, en donde se armará para poder alinearlos en conjunto y poder marcar la posición de la barrenación. Para esta etapa es aconsejable tener hechos los rieles de enlace y contrarieles para hacer de una sola vez toda la barrenación de la zona del aparato, aunque también se pueden hacer por separado las piezas moldeadas con el método que se está mencionando y la zona de riel de enlace, se puede marcar para perforación con referencia al eje de vía para lo cual se hará uso de la brigada de topografía.

C) Las marcas para la perforación se harán de preferencia con pintura e indicarán la posición del centro de cada barreno, esto es porque como no hay una plantilla de perforación como las empleadas para tramo normal de vía, esta

actividad se hace colocando para cada barreno unas plantillas metálicas ligeras para mantener la broca en posición y evitar corrimientos en la perforación; se usan tres tipos de plantillas de perforación, para riel de 100 lb/yd, pista y de un solo barreno.

D) Para perforar la losa y colocar las calzas, es necesario levantar el aparato y colocarlo de nuevo sobre polines; ésto se puede hacer desarmando el aparato por completo y levantando pieza por pieza, o bien dejando las piezas moldeadas unidas y levantar el conjunto con gatos para ahorrar tiempo, evitando trabajos dobles.

En cualquiera de los dos casos, mientras se está perforando la losa, se puede aprovechar para rebajar con el esmeril las piezas moldeadas en la parte donde apoyan las grapas, así como rellenar con cargas de soldaduras CADWELD los barrenos que vienen en las puntas de las platinas y que se emplean unicamente en la fijación sobre balasto para el paso de tirafondos. La primera de estas actividades se debe a que la grapa no apoya bien debido al excesivo espesor, resultando una fijación débil, mientras que el relleno de barrenos es para dar continuidad al apoyo de las grapas, pues al contar las puntas de las platinas, éstas llegan a apoyar sobre los barrenos.

E) Conforme se va esmerilando, se van colocando las calzas como indica el plano, cuidando de no apretar las tuercas para permitir ajustes en la posición de las calzas.

F) Ya con todas las calzas colocadas, se distribuyen los tirantes de nivelación y se baja el aparato, procediendo a armarlo de nuevo según el procedimiento empleado.

G) En el caso de querer sellar simultaneamente las piezas moldeadas junto con los rieles de conexión, a éstos se les colocan calzas y tirantes después de hacer las soldaduras de transición de riel 80/100 lb/yd.

H) Con el aparato armado y los tirantes colocados, lo primero que se hace es darle una aproximación a la alineación y luego a la nivelación, repitiendo la secuencia para corregir pequeños desplazamientos que pueda haber.

Los trabajos para dar nivel y línea a los rieles de enlace, son similares a los empleados en el tramo convencional sobre concreto, variando solo el tamaño de los tirantes para la nivelación ya que por el mismo peso de las piezas no se requieren para alinearlas, usandose solo barretas y tramos cortos de riel o pista para colocar las piezas en su lugar correspondiente.

Para facilitar los trabajos de alineación, las planchuelas que unen las piezas moldeadas, no deben de estar apretadas y mientras se está alineando y nivelando, se pueden ir apretando las tuercas M-20, para que las calzas queden en su posición definitiva, cuidando de dejar centradas las anclas en los barrenos.

Al igual que en la vía normal, antes de sellar las anclas la supervisión revisará que esté todo en orden y levantará una acta en la bitácora dando el visto bueno; durante las 72 hrs. siguientes al sellado, no podrán circular vehículos sobre éste para evitar movimientos de las piezas, pero se podrán iniciar los trabajos de relleno bajo calza a las 24 hrs.. Como las calzas 1A, 2A y 3A tienen apoyo en un solo extremo, éstas se inclinan al apretarlas, por lo que es necesario colocar cuñas de madera en el lado libre para que toda la calza funcione como apoyo y pueda rellenarse completamente.

I) Para colocar la pista que va dentro de la zona del aparato, se seguirá el mismo procedimiento empleado en el tramo normal (ver CAP. III), con la única diferencia de que el nivel será el mismo que el del riel y no 2 mm. arriba de éste.

J) La colocación de los aisladores se complica en la zona del aparato, debido a que la separación de riel a barra guía no es constante, además los aisladores que soportan las crucetas, no van paralelos a la vía y varía la profundidad de los barrenos dependiendo de la parte del aparato en que se encuentren, ya que la losa en esta zona presenta variaciones de nivel.

Primero se hace la distribución de los aisladores y se marca con pintura en el riel o pieza moldeada la ubicación definitiva, para luego con ayuda del plano, trazar para cada aislador una línea que indicará la distancia del riel al eje de los dos tornillos interiores que lleva el aislador, que sirve como referencia a la perforación para el aislador. Para determinar la distancia del riel a los barrenos más cercanos a la

distancia riel-barra indicada en el plano, solamente se le restan 34 mm., considerando 5 mm. de calzas de ajuste.

Ya con las referencias anteriores y después de 36 hrs. del sellado del aparato, se puede empezar la perforación para aislador utilizando el equipo neumático y una plantilla semejante a las usadas en tramo normal, pero con guías para la broca de 2" en uno de sus extremos, que además de ajustarse para diferentes separaciones, permite girar y poder barrenar correctamente los aisladores de cruceta.

El ajuste de la plantilla, consiste en hacer coincidir el centro de las 2 camisas más cercanas al riel, con la línea de referencia que se marca anteriormente en la losa; este procedimiento se repite para cada aislador antes de hacer la barrenación, que debe tener una profundidad de 330 mm. a partir del nivel de rodamiento (mismo para riel y pista en aparatos).

K) La colocación de los conos de plomo y aisladores, se hace igual que en tramo normal (ver Cap. III), solamente se recomienda usar tornillos provisionales de 30 cm., ya que en la zona de aparato se coloca zoclo de 80 mm. en lugar del de 60 mm. y al hacer el relleno, los tornillos normales no sobresaldrían del zoclo y se dificultaría tanto el relleno bajo zoclo como el cambio de los tornillos provisionales. Para los aisladores se usan, como definitivos tornillos Zinch de 22 x 250 mm. y donde lo indique el plano (zona de agujas) calzas de Bakasbest de 13 mm. entre zoclo y aislador para compensar escalones en la losa y evitar tener demasiado relleno bajo zoclo para estos aisladores, al hacer el relleno solo importa darles el nivel adecuado y

verticalidad, ya que su alineación no se puede revisar ni corregir por no ir paralelos a la vía.

L) La colocación de los aisladores se puede adelantar al sellado del aparato, haciendo uso de la brigada de topografía, que después de marcar la colocación de aisladores marcará la posición de los barrenos más cercanos, pero ahora basándose en el eje de vía para dar la separación adecuada de la siguiente manera: Separación riel-barra indicada en plano $-34 \text{ mm.} + 717.5$ para aisladores en vía directa y $+ 719.5 \text{ mm.}$ para vía desviada, medidos perpendicularmente al eje de la vía.

Ya con ésto, se puede hacer la perforación, utilizando solo la parte móvil de la plantilla que tiene las camisas, las cuales se cortarán en su parte baja para que asiente bien, soldándole unas placas a los lados con el objeto de detenerla con los pies al estar perforando.

En la colocación de conos de plomo, al igual que al hacer el relleno bajo zoclo, se necesita que la cuadrilla le dé nivel al zoclo dejándolo 110 mm. abajo del nivel de rodamiento, cuidando los zoclos que llevan encima la calza de 13 mm., ya que en éstos se dará el nivel con la calza colocada.

H) En cualquiera de los 2 casos, después de colocado el relleno bajo zoclo, se espera 24 hrs. para que frague y pueda hacerse el cambio de tornillos, así como la colocación definitiva del aislador, cuidando de montar la barra hasta después de 36

hrs..

La colocación de la barra guía se hace completamente igual que en tramo normal en túnel, solo que la distribución se hace a partir de las crucetas, cuidando que la punta de éstas quede a 60 cm. del centro del primer aislador.

IV.2.- SOLDADURA ALUMINOTERMICA.- Es el método para unir a tope y lograr la continuidad en el riel, pista y barra guía. Su principio se basa en el desprendimiento de calor, resultado de la reducción fuertemente exotérmica de un óxido de hierro por el aluminio.

	RIEL	PISTA	BARRA
Tanque gas 20 Kg.	35 pza.	20 pza.	20 pza.
Tanque gas 30 Kg.	40 pza.	30 pza.	30 pza.
Tanque gas 45 Kg.	50 pza.	40 pza.	40 pza.
Tanque oxígeno	15 pza.	9-8 pza.	9-8 pza.
Boquilla	2-5 pza.	2-5 pza.	2-5 pza.
Crisol	15 pza.	10 pza.	10 pza.
Abertura	14-16 mm.	18-20 mm.	18-20 mm.
Precaentamiento	5 min.	8 min.	8 min.

TABLA IV-3 RENDIMIENTOS DE MATERIALES

El metal en estado líquido obtenido por ésta operación, es colado en un molde que circunda los extremos de los perfiles por unir, dichos perfiles son previamente calentados hasta una temperatura adecuada de 800 grados centígrados aproximadamente, que permite fundir los extremos de los perfiles al vaciar el metal de aportación en forma líquida, quedando finalmente unidos los extremos por un metal cuyas características se asemejan a las del metal base.

El procedimiento para soldar es el mismo para los tres perfiles, variando únicamente en el tipo de molde empleado,

separación inicial entre perfiles, tiempo de precalentamiento, peso y composición de la carga de soldadura.

Los pasos a seguir para hacer una soldadura son:

A) Revisar los extremos de los perfiles a unir, quitandoles las partículas de óxido con un cepillo metálico y cuidado la perpendicularidad de la sección al eje longitudinal; de no ser así, se corrige haciendo un corte mecánico con disco o segueta, cuando la desviación sea mayor a 4 mm., ya que se puede corregir con el esmeril en caso de ser menor.

B) Entre los extremos se dejará la separación adecuada al perfil para recibir la soldadura (ver tabla IV-3) y estos se alinearan entre sí, debiendo coincidir:

Para los rieles --- la superficie de rodamiento y la cara interna del hongo.

Para la pista --- la superficie de rodamiento del ala superior y el extremo de dicha ala del lado del riel.

Para la barra --- las caras exteriores, con prioridad la cara vertical que es sobre la deslizan las escobillas positivas

del tren.

Para facilitar esta operación, se deberán tener sueltos los perfiles por lo menos 7.5 m. a cada lado de la junta, colocando cuñas metálicas o de madera, donde lo requiera para hacer coincidir la alineación de los dos extremos, ésto se verifica con una regla metálica de 1 m. cuyo centro se coloca sobre la junta y sus extremos no deben separarse, por especificación más de 1.5 mm. del perfil.

B) Ya con los extremos de la junta alineados, se colocan los moldes de arcilla refractaria que vienen en juegos de 2 ó 3 piezas y sirven para confinar el metal de aportación en estado líquido; estos moldes se colocan centrados respecto a la junta, para evitar diferencias de precalentamiento en las caras de los perfiles y se sellan cuidadosamente con una pasta de arcilla las uniones entre moldes y éstos con el perfil, para evitar posibles fugas de la soldadura líquida; para soportar los esfuerzos durante el vaciado, los moldes se sujetan con chapas y prensas metálicas, que solo ejercen la presión necesaria para mantenerlos firmes.

C) Una vez colocados los moldes y antes de efectuar la colada, los extremos de los perfiles por soldar se calientan hasta lograr una temperatura de 800 grados centígrados aproximadamente, que se determina con un color rojo cereza claro en el perfil.

Esta actividad se llama precalentamiento, sirve además de secar los moldes y la pasta selladora, para facilitar la fusión del perfil al entrar en contacto con el metal de aportación y lograr con ésto una perfecta unión. El equipo empleado, es un soplete de oxígeno-butano con boquilla multiflama de 22 orificios; debiéndose regular la presión a 1 y 4.5 Kg. para el gas butano y oxígeno, respectivamente; el tiempo de precalentamiento varía dependiendo del tipo de perfil que se vaya a soldar (ver tabla IV-3).

D) Durante el precalentamiento se prepara el crisol, que es el recipiente donde hace reacción la soldadura, y alcanza temperaturas cercanas a los 2,500 grados.

La preparación coincide en: colocar el dispositivo de descarga en la salida del crisol y colocar la carga de soldadura en su interior, listos para hacer la colada. Es importante conocer los detalles del crisol: está hecho principalmente de magnesita y va colocado dentro de un forro metálico también de forma de cono truncado, que se fija por un anillo metálico atornillado al forro.

Posteriormente se coloca a la salida del crisol una boquilla del mismo material que sirve para soportar al clavo de obturación, que funciona como válvula de descarga.

El crisol así preparado, sirve para varias coladas y varía su rendimiento dependiendo del tipo de perfil que se esté

soldando (ver tabla IV-3).

Antes de usarse el crisol debe estar perfectamente seco, así cualquier crisol nuevo o que no haya sido utilizado durante algún tiempo o haya quedado a la intemperie durante la noche, tendrá que ser secado perfectamente. Para ésto se utiliza el soplete precalentador o una colada falsa, con el inconveniente de incrementar costos.

Lo anterior es para evitar malas uniones y posibles accidentes a la cuadrilla de soldadura, ya que al contacto con el agua, la reacción de la porción se vuelve muy violenta y fuera de control; lo mismo puede pasar si la porción está húmeda.

E) Una vez terminado el precalentamiento, se coloca el crisol a 35 mm. de altura aproximadamente de los moldes y se inicia la reacción mediante un fósforo pirotécnico. El tiempo de reacción es aproximadamente de 15 seg. y se considera terminada cuando se aprecia una disminución de la humareda o después del último borbotón de la reacción. Después de ésto, se dá un golpe seco al clavo para que empiece a derramar la soldadura y llene completamente el molde.

F) terminada la colada, se retira el crisol con su soporte y después de 3 min. aproximadamente, se retiran las prensas y chapas que sujetaban los moldes; apovechando la temperatura de la soldadura recién hecha, los excedentes se cortan al ras con tajadera para corte caliente, cuidando de no pasarse del nivel de los perfiles, dándose el acabado final con

un esmeril que quita toda irregularidad en la soldadura, dando una continuidad al perfil para que los vehículos tengan una marcha uniforme; ésto último se hace ya que se ha enfriado la soldadura por completo, retirando también los pedazos de molde y arcilla que queden adheridos a la junta.

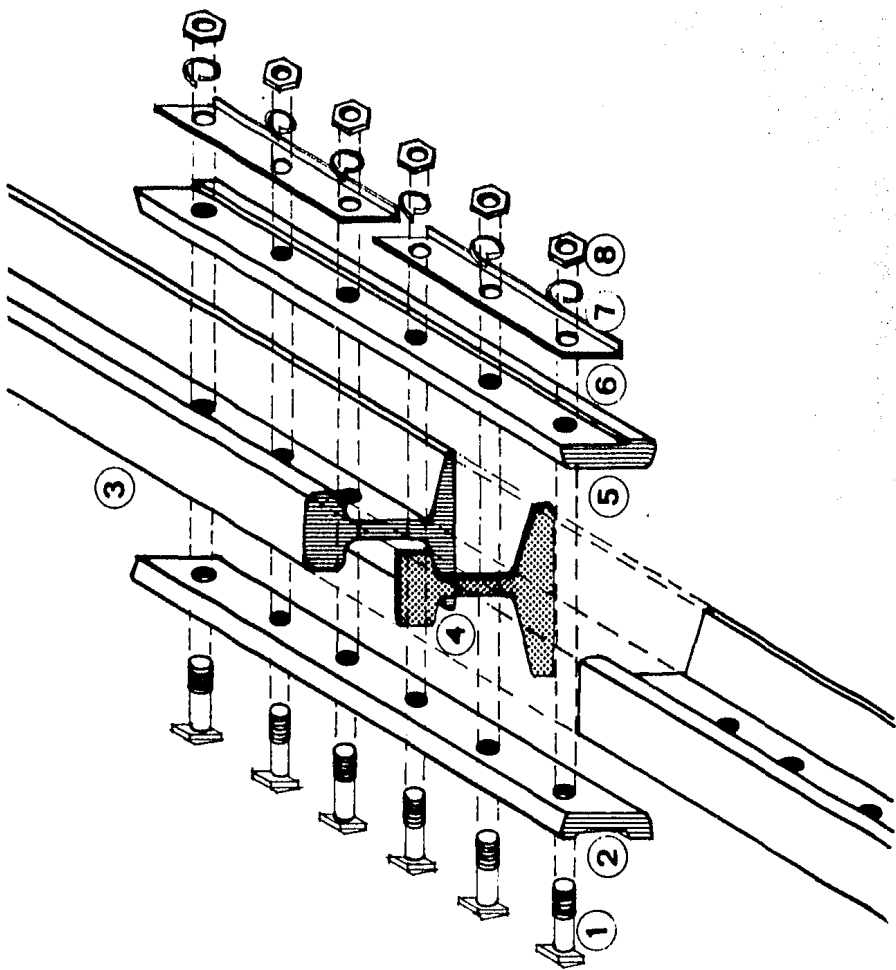
G) Después de terminar de esmerilar las soldaduras, la supervisión revisa la alineación de la junta, de la misma manera que lo hizo antes de colocar los moldes; en el caso de no cumplir con la tolerancia, se procederá a cortar y a hacer un injerto del perfil de por lo menos 4.5 m., aunque la especificación indica que sea mayor de 4.0 m.. Este injerto se unirá por medio de soldaduras en sus extremos. Otro caso que justifica el corte en una soldadura y el hacer injertos, es cuando la soldadura no llena por completo la sección del perfil o que presente defectos en la unión del metal fundido y el metal inicial del perfil, o entre alma y hongo, (rieles) o entre alas (pista y barra guía), también por la presencia de poros de tamaño considerable.

IV.3.- JUNTA AISLANTE.- Se hace solo en riel y pista, sirve para separar eléctricamente los circuitos de señalización y que utilizan estos perfiles como conductores; la ubicación de éstas, está dada por proyecto, indicándose en los planos de implantación de vías, su posición inalterable.

Las juntas se hacen a partir de un mismo tramo de perfil, al que se le hace un corte recto y perpendicular con disco o segueta sin que queden bordes o rebabas, para asegurar una junta perfecta.

El aislamiento se logra evitando todo contacto metálico entre los dos perfiles (ver lámina No. IV-3 y IV-4) utilizando para ésto, planchuelas epóxicas de material aislante junto con un dispositivo plástico de 14 mm. de espesor (end-post), que se coloca entre los perfiles y tiene forma similar a éstos.

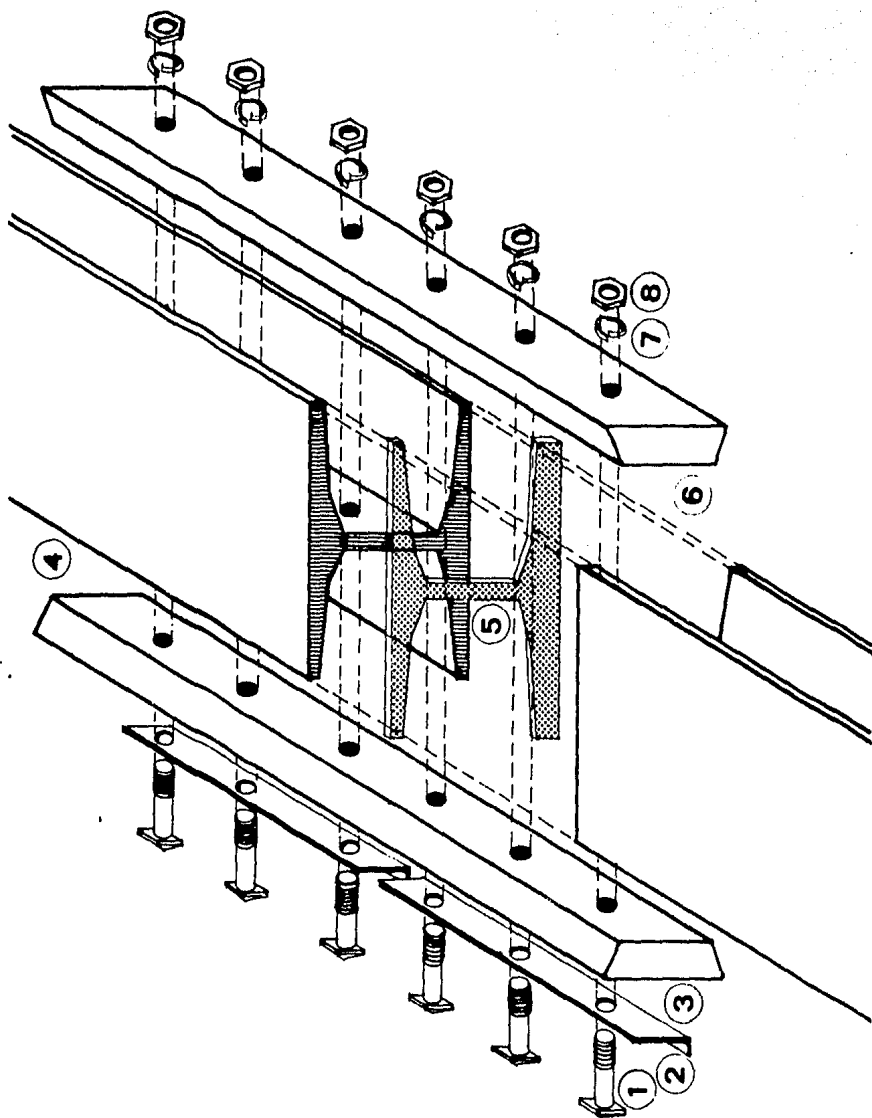
Al armar la junta, se debe cuidar de apretar bien las tuercas, revisando que entre los perfiles y el end-post no haya separación, para evitar la acumulación de partículas que puedan provocar un puente de corriente.



JUNTA AISLANTE DE RIEL

ACOTACIONES EN

Nº LAM. IX-3



JUNTA AISLANTE DE PISTA

ACOTACIONES EN

U N A M

No LAM. II-4

IV.4.- ROLADO DE PERFILES.- Para facilitar la colocación de los perfiles, así como la alineación de riel y pista, en curvas con radio de curvatura menor a 500 m., es conveniente darles a éstos la curvatura necesaria antes de su colocación.

En el caso de riel, el rolado se hace en campo con ayuda de un gato hidráulico especial de 1m. de longitud aproximadamente, que se va corriendo a lo largo del perfil para darle una curvatura uniforme, mientras que la pista y la barra guía se mandan a los talleres de Zaragoza, donde EMSA tiene una prensa hidráulica que curva tramos completos de 18 m.. Las curvas de las vías de metro, no son completamente circulares, sino que tienen tramos de transición o clotoides, que son fracciones de espiral donde el radio de curvatura varía de infinito (tangente) hasta igualarse con el de la parte circular, por lo que tendremos 4 puntos de transición:

TC tangente - clotoide

CC clotoide - circular

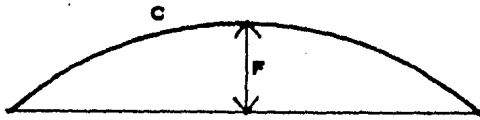
CC circular - clotoide

CT clotoide - tangente

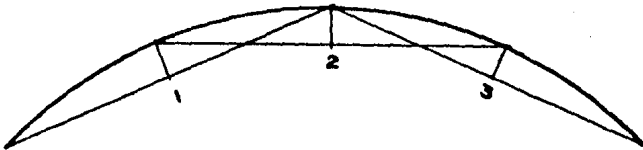
Los perfiles que van colocados en la zona de clotoides no requieren de rolado, ya que la deformación se logra por flexión elástica de los prefiles, esto mismo ocurre para las curvas de radio mayor a 500 m.

La barra guía por su sección y composición del metal, es muy flexible, por lo que el rolado no es necesario para ningún radio de curvatura y por el contrario se dificulta la maniobra de desmontarla para pernear en el caso de rolarse.

El cálculo de rolado de perfiles, se hace determinando la flecha que debe tener cada pieza, de acuerdo al radio de la curva donde vaya a ir colocado; en el caso de mandar las piezas a Zaragoza, se consideran tramos de 17 m. ya que la máquina no alcanza a rolar los 50 cm. de cada extremo.



$$F = \frac{C^2}{8R} \quad R = \text{RADIO}$$



SECUENCIA DE REVISION DE FLECHAS

IV.5.- ELEMENTOS TERMICOS.- La temperatura de los elementos metálicos que se emplean para equipar las vías a intemperie, tiene variaciones con el ambiente, por lo que para determinar la relación entre temperaturas, el Sistema de Transporte Colectivo (STC) efectuó mediciones de ésta, sobre la superficie de la barra guía, en 2 tramos de la Línea 2, superficial en Tlalpan.

Los resultados anteriores, se compararon contra la temperatura ambiente registrada en el observatorio de Tacubaya, dando como resultado una relación de 2.455 entre ambas mediciones.

Por otra parte, la Sociedad Francesa de Estudios y de Realizaciones de Transporte Urbanos (SOFRETU), indicó que para el caso de la temperatura media en el interior del hongo del riel, las mediciones arrojaron un valor de amplificación de 1.6; decidiendo tomar una temperatura media que controle la dilatación térmica de los elementos metálicos de las vías, por lo que resultó un valor de 2.027, aceptandose un valor aproximado de 2 como factor de amplificación.

Obtenido este dato, se pueden usar las estadísticas existentes sobre la temperatura ambiente, para determinar las variaciones de temperatura a las que estarán trabajando los perfiles metálicos, de este modo, sabiendo que la temperatura ambiente máxima es de 32 grados en el mes de marzo, los elementos térmicos trabajarán de 0 a 64 tomando un factor de 2.

IV.5.1.- JUNTAS MECANICAS.- Se utilizan para el riel y la pista unicamente, colocándose a cada 36 m., tanto en tangente como en curva de cualquier radio. Estas, pueden hacerse a partir de distintos tramos de perfil, a los cuales, como se muestra en las láminas IV-5 y IV-6, se les hacen barrenos de 28 mm. de diámetro y se unen con planchuelas metálicas, cuyos barrenos tienen el mismo diámetro y tornillos cabeza de diamante de 20 mm.; lo que permite tener aberturas máximas en la junta de 30 mm..

Antes de armar las juntas, las superficies de contacto se deben engrasar perfectamente, para permitir su correcto funcionamiento, además de evitar la oxidación y rápido deterioro de las mismas; para lograr un apriete constante de las planchuelas, éstas deberán ir acompañadas de roldanas de presión, las cuales no deben de deformarse hasta el aplastamiento, por apriete excesivo de las tuercas.

MANTENIMIENTO.- Estos dispositivos requieren poco mantenimiento, necesitando principalmente por la acumulación de polvo y partículas de hule de los neumáticos que se alojan en la abertura entre perfiles y elementos de sujeción; mismos que se quitan al desarmar la junta para la limpieza de todas las piezas y el engrasado requerido para un correcto funcionamiento.

IV.5.2.- APARATOS DE DILATACION.- Al igual que las juntas mecánicas, tienen la función de absorber las variaciones por la dilatación lineal de los elementos metálicos de las vías, con la diferencia de existir además, dispositivos para la barra

TABLA IV - 4

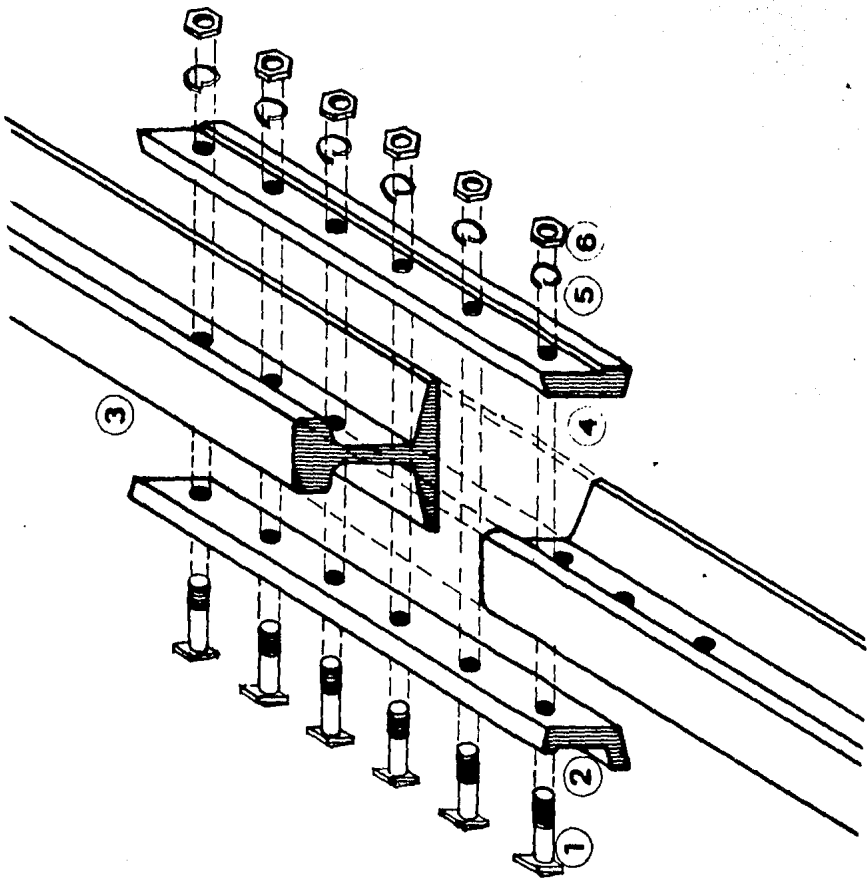
ABERTURA EN mm. DE JUNTAS MECANICAS DE RIEL Y PISTA
 INSTALADAS EN CURVAS CON RADIO MENOR A 1000 m.

Temperatura del perfil en centígrados	Separación entre juntas mecánicas		
	18	27	36
64	8	5	2
62	9	6	2
60	9	6	3
58	10	7	4
56	10	7	5
54	10	8	6
52	11	9	7
50	11	9	7
48	12	10	8
46	12	11	9
44	12	11	10
42	13	12	11
40	13	12	12
38	14	13	12
36	14	14	13
34	15	14	14
32	15	15	15
30	15	16	16
28	16	16	17
26	16	17	18
24	17	18	18
22	17	18	19
20	18	19	20
18	18	19	21
16	18	20	22
14	19	21	23
12	19	21	23
10	20	22	24
8	20	23	25
6	20	23	26
4	21	24	27
2	21	24	28
0	22	25	28

TABLA IV - 5

ABERTURA EN mm. DE JUNTAS MECANICAS DE RIEL Y PISTA
 INSTALADAS EN TANGENTE Y CURVAS CON RADIO MAYOR A 1000 m.

Temperatura del perfil en centígrados	Separación entre juntas mecánicas			
	12	18	24	36
48	0	0	0	0
46	0	0	1	1
44	1	1	1	2
42	1	1	2	2
40	1	2	2	3
38	1	2	3	4
36	2	2	3	5
34	2	3	4	6
32	2	3	4	6
30	2	4	5	7
28	3	4	5	8
26	3	4	6	9
24	3	5	6	10
22	3	5	7	10
20	4	6	8	11
18	4	6	8	12
16	4	6	9	13
14	5	7	9	14
12	5	7	10	15
10	5	8	10	15
8	5	8	11	16
6	6	8	11	17
4	6	9	12	18
2	6	9	12	19
0	6	10	13	19
-2	7	10	13	20
-4	7	10	14	21

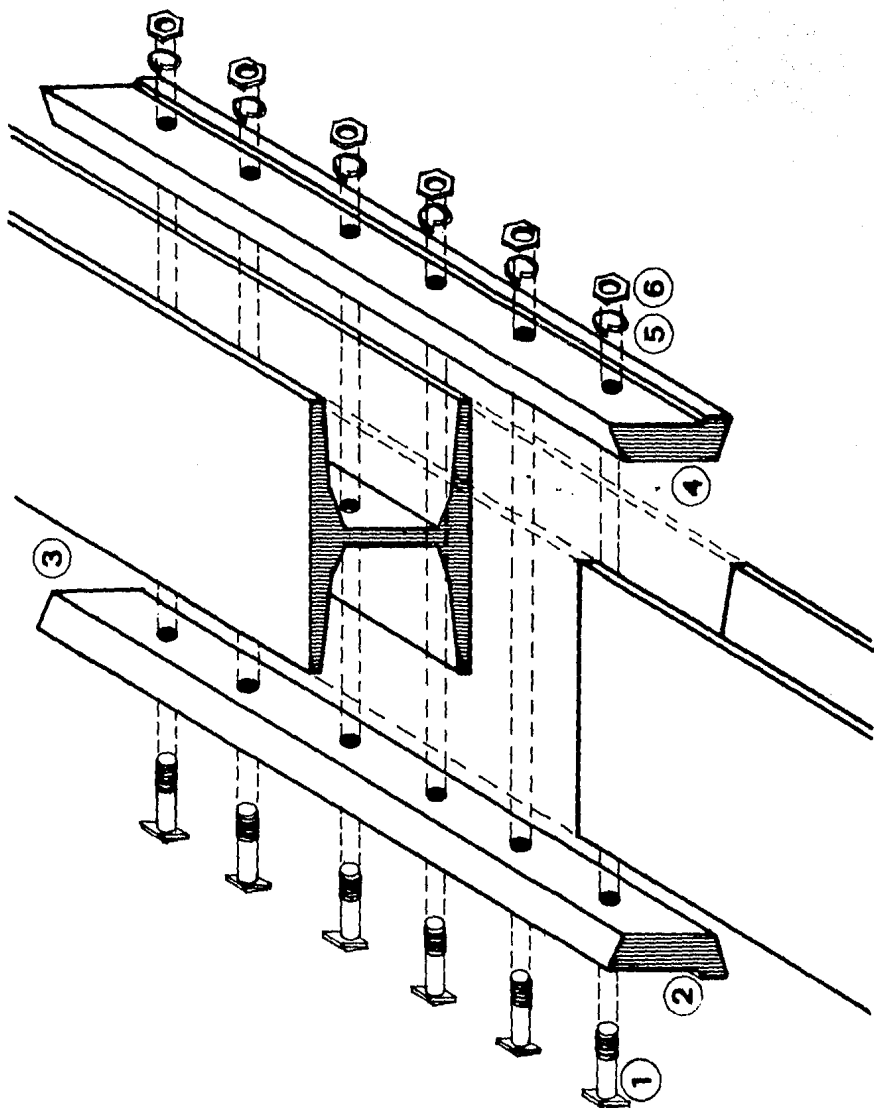


JUNTA MECANICA DE RIEL

ACOTACIONES EN

U N A M

Nº LAM. IX-5



JUNTA MECANICA DE PISTA

ACOTACIONES EN

Nº LAM. IX - 6

guía y una abertura mayor, que permite aumentar el espaciamiento entre ellos.

La separación entre aparatos de dilatación, varía según el radio de curvatura y el tipo de vía donde sean colocados, como se mencionó en el Capítulo III.

Para una sección de doble vía, en cada perfil, existen dos tipos de juntas de dilatación; una llamada "derecha" y otra "izquierda", para equipar las filas exteriores e interiores respectivamente. Para identificarlos, nos basaremos en la forma del maquinado que presenten estos dispositivos, debiendo coincidir el sentido de recorrido del tren en el caso de riel y pista con las puntas del corte en "V", y con el corte descendiente en la cara vertical de la barra guía (ver Lámina No. IV-7).

Todos los elementos tienen 9 m. de longitud y están hechos a partir de un mismo tramo de perfil, para garantizar que después del maquinado, las superficies adyacentes queden en un mismo plano; absorbiendo variaciones lineales en riel y pista de 60 mm. y 100 mm. en la barra guía, mediante émbolos que corren dentro de camisas metálicas que permiten tener un depósito de grasa para mantener lubricado el dispositivo constantemente. En el caso del riel y barra, solo se les coloca un émbolo y 2 para la pista, ésto es debido al espacio libre que se dispone, sin invadir las zonas de contacto con las ruedas.

TABLA IV - 6

ABERTURA EN mm. DE LOS APARATOS DE DILATACION DE RIEL Y PISTA EN CONDICIONES ESPECIALES MENCIONADAS EN EL TEXTO

Temperatura del perfil en centígrados	Longitud promedio entre aparatos de dilatación												
	126	117	108	99	90	81	72	63	54	45	36	27	18
52	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
50	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1
48	6	6	6	5	5	4	4	3	3	3	2	2	1
46	9	9	8	7	7	6	6	5	4	4	3	2	1
44	12	11	11	10	9	8	7	6	6	5	4	3	2
42	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
40	18	17	16	14	13	12	11	9	8	7	6	4	3
38	21	20	18	17	15	14	12	11	9	8	6	5	3
36	24	22	21	19	17	16	14	12	11	9	7	6	4
34	27	25	23	21	19	18	16	14	12	10	8	6	4
32	30	28	26	24	22	19	17	15	13	11	9	7	5
30	33	31	28	26	24	21	19	17	14	12	10	7	5
28	36	33	31	28	26	23	21	18	16	13	11	8	6
26	39	36	33	31	28	25	22	20	17	14	11	9	6
24	42	39	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6
22	45	42	38	35	32	29	26	23	19	16	13	10	7
20	48	44	41	38	34	31	27	24	21	17	14	11	7
18	51	47	43	40	36	33	29	26	22	18	15	11	8
16	54	50	46	42	38	35	31	27	23	19	16	12	8
14	57	53	49	45	41	37	33	29	25	21	17	13	9
12	59	55	51	47	43	38	34	30	26	22	17	13	9
10		58	54	49	45	40	36	31	27	23	18	14	9
8			56	51	47	42	38	33	28	24	19	14	10
6			59	54	49	44	39	34	30	25	20	15	10
4			56			46	41	36	31	26	21	16	11
2						48	43	37	32	27	22	16	11
0						50	44	39	33	28	22	17	11

TABLA IV - 8

ABERTURA EN μm . DE LOS APARATOS DE DILATACION DE BARRA GUIA EN FUNCION DE LA DISTANCIA MEDIA A LOS APARATOS CONTIGUOS

Temperatura del perfil en centígrados	Longitud promedio entre aparatos de dilatación															
	153	144	135	126	117	108	99	90	81	72	63	54	45	36	27	18
64				3	6	10	13	16	20	23	26	30	33	37	40	43
62			3	6	9	12	15	18	22	25	28	31	34	37	41	44
60			6	9	12	15	18	21	23	26	29	32	35	38	41	44
58			9	12	14	17	20	23	25	28	31	34	36	39	42	45
56		3	6	10	12	15	17	20	22	25	27	30	32	35	37	40
54		7	10	12	15	18	20	22	25	27	29	31	34	36	38	41
52		11	13	15	18	20	22	25	27	29	31	34	36	38	41	43
50		14	16	18	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	42	44
50		18	20	22	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	42	44
48		21	23	25	26	28	30	31	33	35	37	38	40	42	43	45
46		25	26	28	29	31	32	34	35	37	38	40	41	43	44	46
44		29	30	31	32	34	35	36	37	39	40	41	42	44	45	46
42		32	33	34	35	36	37	38	39	41	42	43	44	45	46	47
40		36	37	37	38	39	40	41	42	42	43	44	45	46	47	48
38		39	40	41	41	42	42	43	44	44	45	46	46	47	47	48
36		43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	47	48	48	49	49
34		46	47	47	47	47	48	48	48	48	49	49	49	49	49	50
32		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
30		54	53	53	53	53	52	52	52	52	51	51	51	51	51	50
28		57	57	56	56	55	55	54	54	53	53	53	52	52	51	51
26		61	60	59	59	58	58	56	56	55	54	54	53	53	52	51
24		64	63	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	53	52
22		68	67	66	65	64	63	62	61	59	58	57	56	55	54	53
20		71	70	69	68	66	65	64	63	61	59	58	56	55	54	53
18		75	74	72	71	69	68	66	65	63	62	60	59	57	56	54
16		79	77	75	74	72	70	69	67	65	63	62	60	58	57	55
14		82	80	78	77	75	73	71	69	67	65	63	61	59	58	56
12		86	84	82	79	77	75	73	71	69	67	65	63	61	58	56
10		89	87	85	82	80	78	75	73	71	69	66	62	59	57	55
8		93	90	88	85	83	80	78	75	73	70	68	65	63	60	58
6		97	94	91	88	86	83	80	77	75	72	69	66	64	61	58
4		97	94	91	88	85	82	79	77	74	71	68	65	62	59	56
2		97	94	91	88	85	82	78	75	72	69	66	63	60	57	54
0		97	94	91	88	85	82	78	75	72	69	66	63	60	57	54
0		97	94	91	88	85	82	78	75	72	69	66	63	60	57	54

TABLA IV - 9

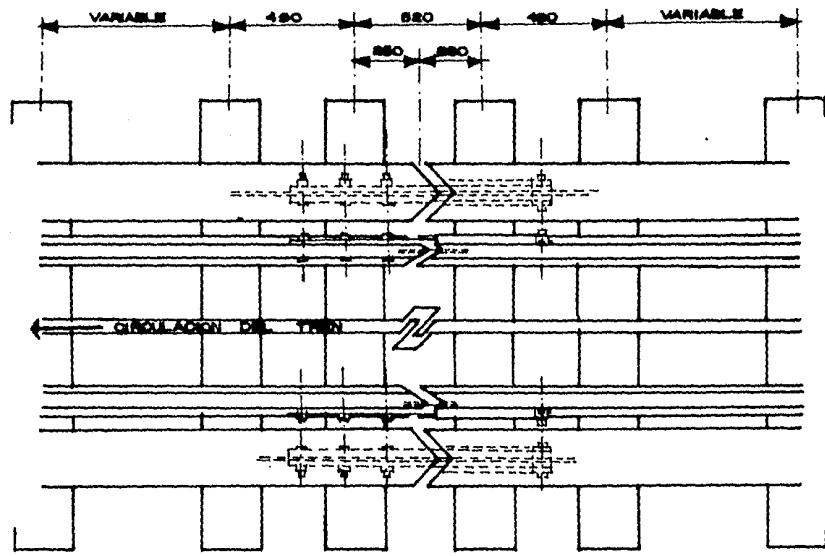
ABERTURA EN mm. DE LOS APARATOS DE DILATACION DE BARRA GUIA
EN FUNCION DE LA DISTANCIA ENTRE ANCLAJES CONTIGUOS

Temperatura del perfil en centígrados	Separación entre anclajes de barra guía							
	110	100	90	80	70	60	50	40
64	1	1	1	1	1	1	1	1
62	4	4	3	3	3	2	2	1
60	7	6	5	5	4	4	3	2
58	9	8	8	7	6	5	4	4
56	12	11	10	9	8	6	6	5
54	15	13	12	11	9	8	7	6
52	17	16	14	12	11	9	8	6
50	20	18	16	14	13	11	9	7
48	22	20	18	16	14	12	10	8
46	25	23	21	18	16	14	11	9
44	28	25	23	20	18	15	12	10
42	30	28	25	22	19	17	14	11
40	33	30	27	24	21	18	15	12
38	36	32	29	26	23	19	16	13
36	38	35	31	28	24	21	17	14
34	41	37	33	30	26	22	18	15
32	44	40	36	32	28	24	20	16
30	46	42	38	34	29	25	21	17
28	49	44	40	36	31	27	22	18
26	51	47	42	37	33	28	23	19
24	54	49	44	39	34	30	25	20
22	57	52	46	41	36	31	26	21
20	59	54	49	43	38	32	27	22
18	62	56	51	45	39	34	28	23
16	65	59	53	47	41	35	29	24
14	67	61	55	49	43	37	30	24
12	70	64	57	51	45	38	32	25
10	73	66	59	53	46	40	33	26
8	75	68	62	55	48	41	34	27
6	78	71	64	57	50	42	35	28
4	81	73	66	59	51	44	36	29
2	83	76	68	60	53	45	38	30
0	86	78	70	62	55	47	39	31
-2	88	80	72	64	56	48	40	32
-4	91	83	75	66	58	50	41	33

APARATO DE DILATACION
ACOTACIONES EN M.M.

NO. 144. 15-7

U N A M



PLANTA DE DESCRIPCION

Estos dispositivos van unidos al resto de la vía por medio de soldadura aluminotérmica y se colocan ya que estén armados y soldados los tramos sobre los que tendrán influencia. Dándoles la abertura apropiada de acuerdo a la temperatura del perfil (medida siempre, fuera de la zona de sombra) y la distancia media de los tramos de influencia (ver tablas No. IV-6, IV-7, IV-8 y IV-9). En el caso de riel, éste se coloca ya que estén concluidas las actividades de nivelación y alineación, para no someterlo a esfuerzos transversales que lo pudieran dañar.

Para determinar la longitud con que entraremos a las tablas, en el caso de riel y pista, ésta será igual al promedio de las distancias a los aparatos de dilatación adyacentes; mientras que para la barra guía, tenemos una tabla para distancias promedio entre aparatos adyacentes y otra basada en la distancia entre anclajes. Existen tres situaciones especiales para determinar la longitud promedio:

A) Para los aparatos de dilatación colocados en extremos de estación; en el caso de riel y pista, se tomará como longitud total, la distancia al aparato de dilatación más cercano fuera de la estación, mientras que para la barra, ésta será el doble de la distancia al anclaje más cercano.

B) Como se mencionó en el Capítulo III, en una transición de túnel a superficial, el sistema de fijación de intemperie, se continúa 63 m. dentro del túnel, donde se colocarán aparatos de dilatación en los 3 elementos. Para éstos, la longitud promedio será igual a la distancia al aparato de

dilatación más cercano.

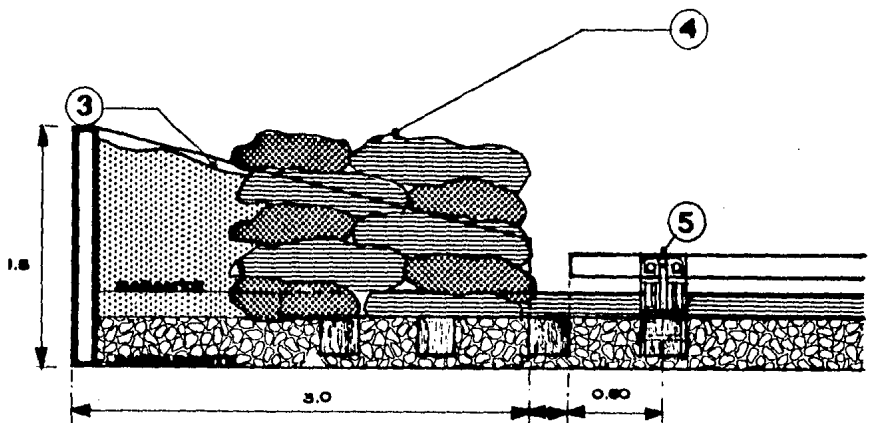
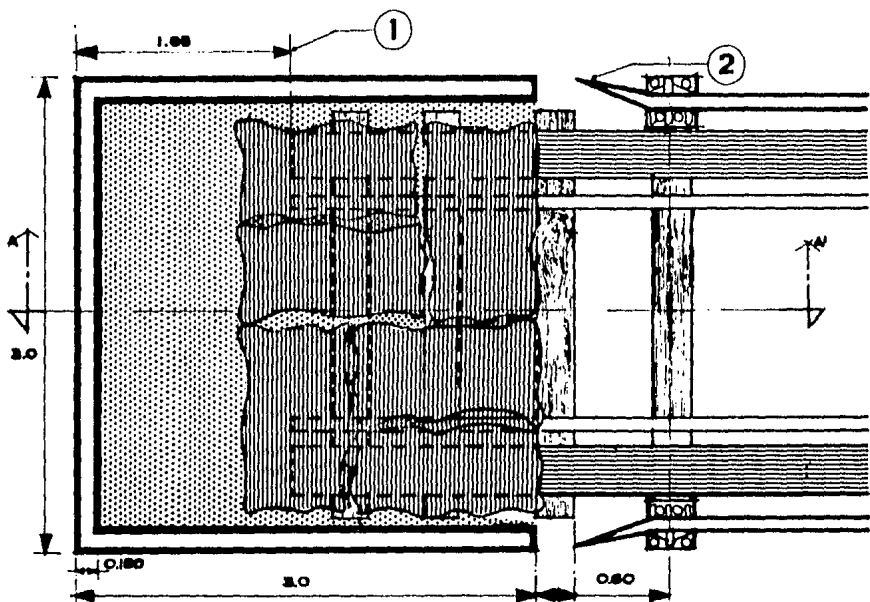
C) En los aparatos de dilatación de riel y pista, próximos a una zona de aparatos de vía, se considera la longitud total al aparato de dilatación adyacente.

IV.6.- TOPES DE FIN DE VIA.- Son dispositivos de seguridad, que impiden la salida del convoy fuera de las vías, donde éstas se interrumpen. Existen dos tipos de topes:

A) Los topes de arena, tienen una longitud de 3 m. y están hechos de mampostería y llenos de arena, tanto suelta como en sacos (ver Lámina No. IV-8).

La extremidad de la vía, penetra en la arena que tiene el cubo del tope, por lo cual se instala en todo el extremo de vía. Este tope, permite a un tren lanzado a baja velocidad, detenerse sin descarrilar, ni dañar considerablemente las partes del tren.

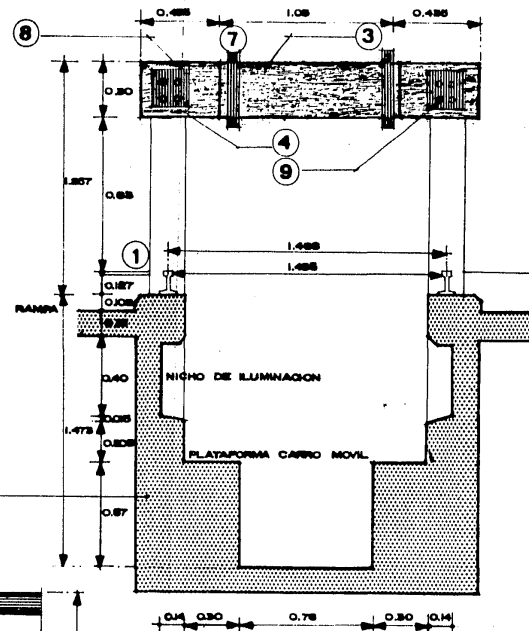
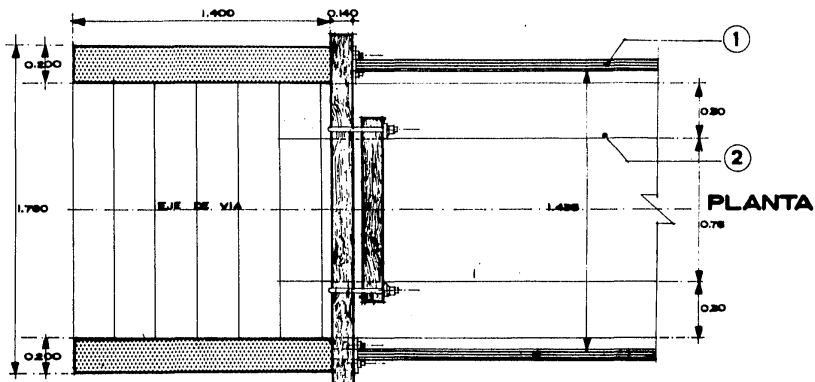
B) Los topes de madera, van instalados en el extremo de las vías de talleres de mantenimiento, y están hechos a partir de durmientes de madera (ver Lámina No. IV-9).



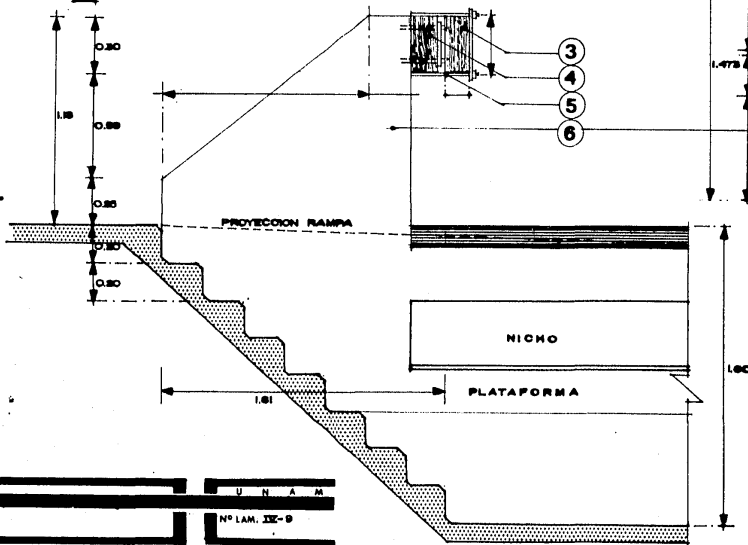
DETALLE TOPE DE ARENA
ACOTACIONES EN

U N A M

Nº LAM. IX - ©



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

TOPE DE MADERA
 ASOCIACIONES EN M.

U N A M

N° 1 AM. IX-9

V.- CONCLUSIONES.- El propósito de este manual, se fundamenta en el gran interés que existió por elaborar un compendio que abarcara en su contenido, tanto los elementos básicos de fijación de vía de Metro, como los sistemas y su ejecución, cumpliendo con ciertas especificaciones obligadas.

Pretende, además de ser una fuente de datos específicos, una guía de consulta ilustrada del proceso constructivo, que incluye datos técnicos, especificaciones y recomendaciones prácticas, dedicadas a: aquellos que por primera vez entran al campo de las vías de Metro, sin conocer los elementos que se emplean, necesitando así una información clara y completa, que de otra manera solo se adquiere hasta que los utilizan en la práctica y después de un cierto tiempo; y como elemento de consulta rápida, para aquellos que ya están dentro de estos trabajos.

Se apoya principalmente en la experiencia adquirida en la práctica, por lo cual se procuró dar una serie de recomendaciones y soluciones aplicadas en el campo de trabajo, aunándolas con los datos técnicos propios de esta actividad.

B I B L I O G R A F I A

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA FABRICACION DE DURMIENTES DE CONCRETO.

Gerencia de Obras Electromecánicas. COVITUR.

México 1979 Modificación No. 3

ESPECIFICACIONES TECNICA PARA EL SUMINISTRO DE LOS DURMIENTES DE MADERA DE AZOBE DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

Gerencia de Obras Electromecánicas. COVITUR.

México 1979

EL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

Departamento del Distrito Federal. Sistema de Transporte Colectivo

México 1981.

ESPECIFICACION TECNICA PARA EL SUMINISTRO DE APARATOS DE DILATACION DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

Gerencia de Obras Electromecánicas. COVITUR.

México 1980.

INSTRUCCION TECNICA 30-A, DE LOS TRABAJOS PARA EQUIPAR LAS VIAS DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

Gerencia de Obras Electromecánicas. COVITUR.

México 1981 Modificación No. 1

ESPECIFICACION TECNICA 16-A, PARA LA SOLDADURA ALUMINOTERMICA DE LOS RIELES, DE LAS PISTAS METALICAS Y DE LAS BARRA GUIA.

Gerencia de Obras Electromecánicas. COVITUR.

México 1979 Modificación No. 1

ESPECIFICACION TECNICA 28-A, PARA LA RECEPCION DE LOS APARATOS DE VIA COMPLETOS Y REFACCIONES.

Gerencia de Obras Electromecánicas. COVITUR.

México 1978.

MEMORIA DE LA INSTALACION DE LA VIA SOBRE CONCRETO, EN LA INTERESTACION EL ROSARIO - TEZOMOC, LINEA 6.

Gerencia de Obras Electromecánicas. COVITUR.

México 1982.

ESPECIFICACION PARA LA INSTALACION DE LA VIA DEL METRO DE MEXICO, FIJADA EN FORMA DIRECTA AL PISO DE CONCRETO.

Gerencia de Obras Electromecánicas. COVITUR.

México 1981.

MANUAL DE SOLDADURA ALUMINOTERMICA.

Electro - Thermit, S. A.

México 1980.