



75
28

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

FALLA DE ORIGEN

**OPERACIONES, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS
PARA LA CONSTRUCCION DE UNA VIA
NEUMATICA EN TRAMO CAJON, DEL METRO
DE LA CIUDAD DE MEXICO.**

T E S I S
Que para obtener el Título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
P r e s e n t a:
FELIX TEJEDA LOZANO

Director de Tesis:
Cassiodoro Dominguez Crisanto

San Juan de Aragón, Edo. de Méx.

1995



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO PRIMERO

MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes	10
1.1.1 Características generales del material Rodante	14
1.2 Aspectos Técnicos	16
1.2.1 Cargas Muertas	20
1.2.3 Cargas Vivas	21
1.3 Definición de Conceptos	25

CAPITULO SEGUNDO

BALASTO Y DURMIENTES

2.1 Puntos de Referencia	31
2.1.3 Marcos de Nivelación	31
2.2 Proyecto de Sobreelevaciones	33
2.3 Balasto	34
2.4 Colocación de Balasto 1a. Capa	35
2.4.1 Descarga y Acarreo del Balasto	38
2.4.2 Distribución y Compactación del Balasto	42
2.5 Durmientes de Concreto	42
2.5.1 Durmiente Monoblock Tipo Ordinario " O "	42
2.5.2 Durmiente Monoblock Tipo Soporte " S "	53
2.6 Distribución de Durmientes	58
2.6.1 Espaciamiento de los Durmientes	59
2.7 Actividades para la Colocación de Balasto 1a. Capa	60

CAPITULO TERCERO

ARMADO DE VIA

3.1 Riel	62
3.1.1 Fabricación del Riel	62
3.2 Junta Aislante	68
3.2.1 Fabricación de la Junta Aislante	69
3.3 Armado de Via	70
3.3.1 Abastecimiento a la zona de Trabajo	70
3.3.2 Montaje de los Rieles	72
3.3.3 Soldadura aluminotérmica de Riel	75
3.3.4 Colocación de Junta Aislante para Riel	98
3.3.5 Colocación de Balasto 2a. Capa	100
3.4 Actividades para el Armado de Via	102

CAPITULO CUARTO

PISTA METALICA

4.1 Pista Metálica Francesa	110
4.1.1 Características Generales	110
4.2 Pista Metálica Nacional	115
4.2.1 Características Generales	115
4.3 Instalación de pista Metálica	118
4.3.1 Abastecimiento a la zona de Trabajo	118
4.4 Colocación de Junta Aislante	119
4.5 Soldadura Aluminotérmica de Pista Metálica	121
4.6 Montaje de Pista Metálica	123
4.7 Actividades para la colocación de Pista metálica	125

CAPITULO QUINTO

BARRA GUIA

5 1	Aislador	129
5 1 1	Requisitos de Calidad	129
5 1 2	Montaje de Aislador	133
5 2	Barra Guía	133
5 2 1	Requisitos de Calidad	133
5 2 2	Colocación Provisional para el Trazo del Perno Nelson	137
5 3	Soldadura Aluminotérmica de Barra Guía	138
5 4	Soldadura de Pernos Mediante el Método Nelson	139
5 4 1	Soldadura de Prueba	139
5 4 2	Lugar de la Realización de las Soldaduras	140
5 4 3	Suministro de Pernos y Anillos	140
5 4 4	Ajuste antes del Soldado en Serie	141
5 4 5	Ejecución de la Soldadura	141
5 4 6	Examen de las soldaduras	142
5 4 7	Montaje Definitivo y Ajuste de la Barra Guía	143
5 5	Verificación del Ajuste de la Barra Guía	145
5 7	Pulido y Grafitado	149
5 8	Actividades para la colocación de Barra Guía	148

CAPITULO SEXTO

PROGRAMACION DEL PROYECTO

6 1	La Ruta Crítica	154
6 1 1	Breve Bosquejo Histórico	155
6 1 2	Diagrama del Proceso	157
6 1 3	Análisis del proyecto	159
6 2	Sumario de Actividades	163
6 3	Ruta Crítica del proyecto	166
6 4	Programación de Gantt	168
6 5	Realización del proyecto	170
6 6	Prueba Piloto	171

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

El objetivo Principal de este tema es diseñar y desarrollar el proceso de construcción de una Vía Neumática del Metro de la ciudad de México, a partir de una serie de actividades, tiempos, equipos y mano de obra necesaria para llevarlo a cabo. Los cuales se predeterminarán en base a la experiencia obtenida en la realización de proyectos similares con antenoridad.

El captulado del tema es dividido en seis, de los cuales el capítulo primero se refiere a el marco teorico donde se mencionan todas aquellas características que forman al equipo rodante, el conocimiento de aspectos técnicos que se requieren, y definición de conceptos que están relacionados con el tema.

En el capítulo segundo llamado balasto y durmientes, se encontrará todas las características necesarias que requiere el balasto, al igual que las pruebas que le son practicadas.

Siendo los durmientes los encargados de recibir la carga del tren, se requiere que tenga una alta resistencia a la fracturación, por lo que todos los elementos requeridos en la elaboración de un durmiente, son verificados para comprobar que tienen las características solicitadas y ser utilizados en la fabricación del durmiente.

En el capítulo tercero " Armado de Vía ", el riel es uno de los componentes principales, por lo que se deben conocer todas sus características físicas y su composición Química. La manera en que son unidos dos tramos de perfil, es realizada por el Método de Soldadura Aluminotérmica, que por su complejidad se explica todo el proceso de elaboración de una soldadura, al igual que todos los elementos que la conforman.

FALLA DE ORIGEN

El capítulo cuarto trata de los perfiles de Pista Metálica tanto Nacional como extranjera en los que se analizan las características físicas y la composición química de cada uno de ellos, para determinar si cumplen con los requisitos solicitados. Para su instalación es necesario que se unan varios perfiles, realizándose la unión por medio de una soldadura aluminotérmica.

Es en el capítulo Quinto se analiza con detalle las actividades para el montaje de la barra guía por ser el elemento principal que alimenta de corriente al tren. En este se define el perfil, las características físicas y químicas que deberá satisfacer. Se describe el método de soldadura para los pernos nelson, así como las características del aislador, que al mismo tiempo sirve como elemento de apoyo y mantiene aislada la barra de cualquier otro elemento, evitando fugas de corriente.

El capítulo sexto se refiere a la programación del proyecto, el cual se desarrolla por medio de gráficas, que proporcionan una mejor visión de la ejecución de las actividades. El diagrama de proceso toma en cuenta todas las actividades que intervienen en la construcción y se elabora el diagrama de redes en base a la precedencia de cada una de ellas. Se realiza una gráfica de barras de Gantt donde se observa claramente la secuencia de las actividades.

FALLA DE ORIGEN

CAPITULO PRIMERO

MARCO TEORICO

- 1.1 ANTECEDENTES.**
- 1.1.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL MATERIAL RODANTE.**
- 1.2 ASPECTOS TECNICOS.**
- 1.2.1 CARGAS MUERTAS.**
- 1.2.2 CARGAS VIVAS.**
- 1.3 DEFINICION DE CONCEPTOS.**

1.1 ANTECEDENTES.

En el año de 1967 inició la construcción de los primeros 41.5km. del Sistema de Transporte Colectivo Metro; 10 años más tarde, es creada la Comisión de Vialidad Y transporte Urbano (COVITUR), organismo dependiente del Departamento del Distrito Federal (DDF), cuyas funciones principales son las de crear la infraestructura necesaria para la ampliación del Sistema Colectivo Metro, así como coordinar las acciones requeridas para poder agilizar la transportación en general de la Ciudad de México.

Dentro de este plan Rector se le ha dado particular importancia al Metro, columna vertebral del sistema de transportación colectiva, de tal manera que actualmente se ha alcanzado longitud total de ciento veinte kilómetros de líneas, lo que lo sitúa al Metro de la Ciudad de México entre los 10 primeros más largos de todo el mundo.

Las vías principales dentro de un sistema de transporte metropolitano, son aquellas en las cuales el material rodante circula en servicio normal con usuarios entre la estación origen y la estación destino; en forma genérica, se localizan a lo largo de una línea en los tramos interestación y en las estaciones.

La vía con la cual se ha dotado al Metro de la Ciudad de México, es el tipo de vía sobre neumáticos, y fue usada desde su primera etapa de construcción.

Corresponde a un sistema que se desarrolló durante los años sesenta, en Metros como el de París, para proporcionar mayor confort, rodamiento más silencioso y con menos vibraciones. Por las ventajas y ahorro que representa tener un tipo de material unificado, se optó por continuar con el mismo sistema de vía para futuras líneas en la Ciudad de México.

Para la construcción de las ampliaciones se estudiaron diferentes sistemas de fijación en función, tanto del tipo de terreno, como de las diferentes soluciones estructurales utilizadas en cada una de las líneas, ya sea superficial, subterráneas, viaducto elevado y túnel, tanto en vías dobles como en una sola.

Para los dos primeros casos se contaba con la experiencia y los datos de su comportamiento durante un servicio continuo de 10 años, en tanto que para la solución en viaducto elevado y túnel, fue necesario realizar diversos estudios con el fin de llegar a una solución óptima.

Como resultado de los estudios de planeación y factibilidad realizados, se determinó la utilización del material rodante sobre neumáticos por presentar éste algunas ventajas tales como:

- a) Disminución en la generación y distribución de vibraciones inducidas por el propio material rodante.
- b) Facilidad para alcanzar mayores aceleraciones, tanto en el arranque como en el frenado.
- c) Capacidad para operar con alta velocidad comercial.
- d) Ofrece mayor seguridad y confort al usuario.

Este tipo de material rodante cuenta con tres tipos de ruedas: las ruedas de carga, las ruedas laterales o de guiado y las ruedas de seguridad; estas últimas son de tipo metálico, similares a las de ferrocarril. Las ruedas metálicas o de seguridad, tendrán diferentes funciones tales como, el guiado de material rodante al paso sobre los aparatos de vía, así como el frenado mecánico por medio de zapatas.

El desarrollo del material rodante sobre neumáticos ha sido enfocado hacia la búsqueda de las características que permitan optimizar su operación, así como ofrecer al usuario las mejores condiciones de comodidad y seguridad, para lo cual se definieron tres tipos de carros, como muestra la figura 1.1.

A) Motriz con Cabina (M).

B) Motriz sin Cabina (N).

C) Remolque (R).

Si se considera que el objetivo de un sistema de transporte público tipo Metro, es ofrecer al usuario una capacidad de transporte suficiente, modulada de acuerdo a la demanda existente en un momento dado y considerando entre otros factores una alta confiabilidad y seguridad en el material rodante, es necesario tomar en cuenta las consideraciones siguientes:

- La calidad propia del sistema, relacionada directamente con la capacidad de transporte, en función desde luego del intervalo entre trenes y de las características técnicas de los mismos.
- El mantenimiento del material rodante deberá tender a ser lo más simplificado y económico posible, sin que esto afecte la calidad.

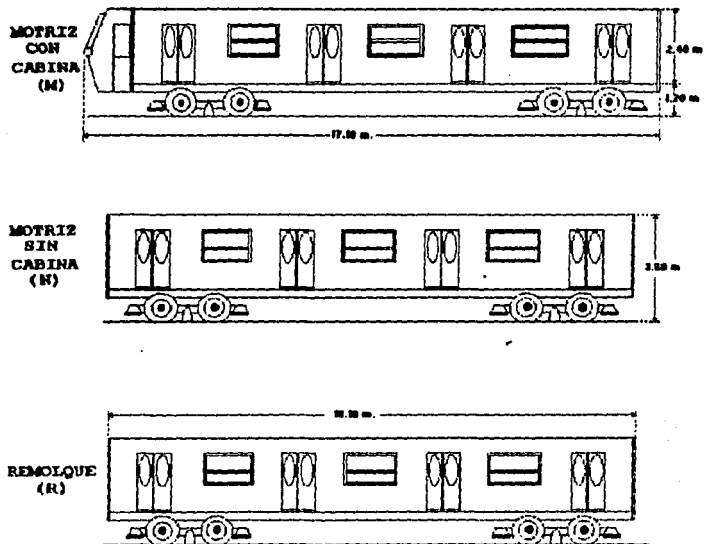


FIG. 1.1. CARROS DEL METRO.

FALLA DE ORIGEN

1.1.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL MATERIAL RODANTE

Las características del material rodante están ligadas con la definición del servicio que ofrece dicho material; por lo tanto es importante que se establezcan las características técnicas y funcionales más convenientes, de acuerdo a las necesidades de transporte previstas.

a) Descripción General.

La alta capacidad de transporte en este sistema se presenta por un medio regular de trenes, el cual puede compararse con el movimiento cíclico de una cadena, en la que cada uno de sus eslabones sería un tren.

De acuerdo a lo anterior, se puede definir la capacidad horaria de transporte como el número de usuarios que se desplazan en el sistema durante una hora; por lo tanto, también se puede ver que existe una relación directa con la misma capacidad del material rodante.

La capacidad del material rodante depende por un lado, del número de carros que forman al tren y por otro, de la propia capacidad de éstos, la cual se determina a partir de sus dimensiones, es decir, largo y ancho.

Con respecto al largo y ancho de los carros, se deberá tomar en cuenta que se requiere una apropiada relación de esbeltez, la cual dará como resultado una adecuada maniobrabilidad del vehículo y en consecuencia una mayor comodidad al usuario.

b) Dimensiones del Material Rodante.

Las dimensiones de los carros deberán ser como se menciona a continuación.

- Largo total de un tren de nueve carros, medido entre líneas de acoplamiento: 147.6 m.
- Altura desde la pista de rodamiento a la parte superior de los carros (considerando un carro vacío con neumáticos nuevos) : 3.60 m.
- Altura del piso de los carros al techo del mismo: 2.40 m.
- Altura del piso por encima de la superficie de rodamiento: 1.20 m.
- Longitud de un carro motriz con cabina medida entre líneas de acoplamiento: 17.18 m.
- Longitud de un carro motriz sin cabina o de un remolque medida entre líneas de acoplamiento: 16.18 m.

c) PESO DEL MATERIAL RODANTE.

El peso del tren completo (nueve carros) en vacío será de aproximadamente 207 Ton.; un carro motriz con cabina pesará unas 30 Ton.; el carro motriz sin cabina pesará aproximadamente 28 ton. y el carro remolque pesará del orden de 23 ton.

Los carros deberán tener capacidad para 170 pasajeros; por lo tanto, se tendrá una capacidad por tren de 1530 usuarios.

1.2 ASPECTOS TECNICOS.

El apoyo de la excavación puede utilizarse, cualquiera de los sistemas conocidos y considerar su peso como parte de la estructura al hacer los análisis de compensación.

Atendiendo al tipo de suelo y al tipo de estructura que se utilice como solución, se pueden formar tres grupos:

- a) Estructuras en suelo blando.
- b) Estructuras en suelo de transición.
- c) Estructuras en suelos no compresibles.

a) Estructuras en suelo blando: Normalmente requerirán de un apoyo o tablaestaca. La tablaestaca podrá formar parte de la estructura definitiva de la sección o solo como apoyo, construyéndose otra estructura para la sección por donde circula el Metro.

b) Estructuras en suelo de transición: La transición se refiere al punto de conexión entre el túnel tipo calón con el tipo superficial. Que en el caso de requerirse un apoyo o tablaestaca, éste podrá formar parte de la estructura definitiva, o bien utilizarse solo durante el proceso constructivo.

c) Estructuras en suelos no compresibles: En general estas estructuras no requerirán de un apoyo. Por la naturaleza obvia del suelo.

La sección del túnel puede adoptar una forma cualquiera, como se muestra en las figuras 1.2 y 1.3, aunque de preferencia será circular, de tal manera que se disminuyan los efectos de la excavación en el suelo y los elementos mecánicos sobre el revestimiento del túnel.

La porción inferior de la sección podrá ser circular o recta, dependiendo de las ventajas que ofrezca cada tipo de superficie, el proceso de construcción y el acomodo de vía.

El espesor del revestimiento será tal, que permita su colado de acuerdo con el procedimiento constructivo aprobado.

Independientemente del tipo de suelo en que se excave el túnel, éste deberá ser siempre revestido.

Dependiendo del procedimiento empleado en la excavación del túnel, la sección de revestimiento podrá consistir en los siguientes casos:

I) Dovelos: cuando se usen "escudos" como equipo de avance en la excavación. Estas podrán constituir el revestimiento definitivo en suelos de la Zona del lago y en las Zonas de Transición, según lo que determine el estudio de mecánica de suelos y el comportamiento de revestimiento.

II) Concreto colado en sitio o lanzado: Para túneles en roca o en suelos no deformables.

III) Revestimiento primario que funcione como apoyo y revestimiento definitivo: este sistema podrá ser utilizado en suelos firmes.

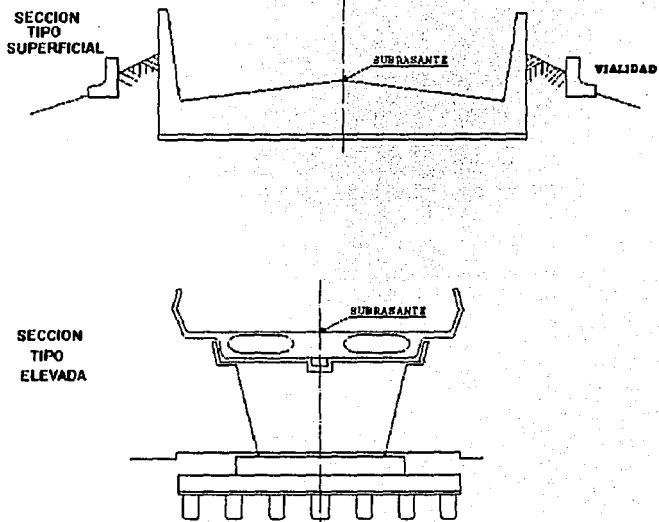
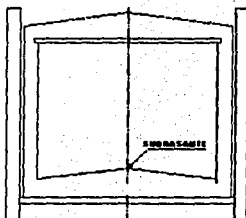


FIG 1.2 TIPOS DE SECCIONES.

FALLA DE ORIGEN

SECCION TIPO CAJON
SUBTERRANEO



SECCION TIPO TUNEL
CON ESCUDO

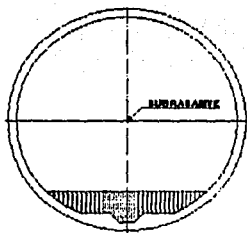


FIG. 1.3 TIPOS DE SECCION.

FALLA DE ORIGEN

1.2.1 CARGAS MUERTAS.

Se consideran como cargas muertas al peso de los muros, trabes, columnas, pisos y todos los demás elementos de carga permanente que se localicen en una estructura y cuya intensidad no varía con el tiempo; esto incluye las instalaciones y equipo que ocupen una posición fija y permanente en la construcción, así como futuros muros divisorios y otros elementos no estructurales que puedan colocarse posteriormente.

Se considerará el peso propio de la estructura, andadores, parapetos, balasto, durmientes, rieles, pistas de rodamiento, barras guía y el peso de cables conductores de electricidad. En el caso del balasto deberá considerarse una sobrecarga de 15 cm., para renivelaciones futuras. El peso de balasto será considerado de la siguiente manera:

Peso Volumétrico Mínimo: 1.60 ton/m³.

Peso Volumétrico Máximo: 1.80 ton/m³.

El peso del conjunto formado por durmientes, rieles, pistas de rodamiento, barras guía y cables conductores de electricidad se considerará de 1300 kg. por cada metro lineal de tramo de dos vías. Para tramo compuesto por un número de vías diferente a dos, el peso se modificará proporcionalmente.

1.2.2 CARGAS VIVAS.

Se considera como cargas vivas las fuerzas gravitacionales que obran en una construcción que no tienen carácter permanente, pueden ser móviles o móviles.

Las cargas vivas producidas por el Metro sobre las estructuras, consisten en las cargas de un tren tipo de nueve vagones o en las cargas del tren de mantenimiento. En el caso del tren tipo la carga por eje, se formará con un valor de 12.2 ton., más un incremento de la carga por efecto de impacto de 30%, para el tren tipo y de 25%, para el tren de mantenimiento, según figura 1.4.

a) FUERZAS LONGITUDINALES:

El frenaje y la aceleración de los trenes, provocará fuerzas longitudinales sobre las estructuras del metro, que deberán considerarse aplicadas a una altura de 1.83 m. sobre el hongo del riel.

b) FRENADO.

El mando y control del frenado del tren deberá ser continuo, con el fin de evitar variaciones bruscas en la desaceleración y con esto poder brindarle al usuario la seguridad y comodidad que un sistema de transporte de este tipo debe proporcionar.

Con el fin de cumplir con el criterio anterior se deberá proveer un sistema combinado de frenado eléctrico y neumático.

El frenado eléctrico podrá ser regenerativo o reostático, siendo prioritario el primero.

El frenado eléctrico tendrá como principio, la utilización de los motores de tracción para producir en los trenes una aceleración negativa de 0.9 m/s²., que será igual a la mitad de la aceleración negativa máxima de servicio, siendo ésta de 1.8 m/s².

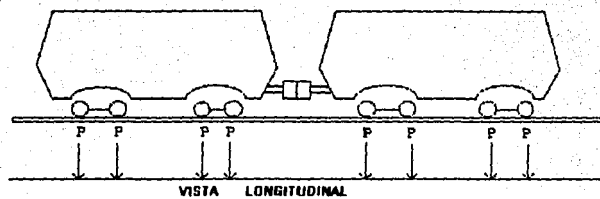
Para el caso en que se requiera de una desaceleración inferior a 0.9 m/s². y que por cualquier causa el frenado eléctrico no sea capaz de realizarlo, será sustituido o complementado por el frenado mecánico. A una velocidad del tren de 6 km/h., el frenado eléctrico deberá desaparecer y será sustituido por el frenado mecánico; dicha sustitución se deberá realizar de tal manera que la desaceleración mandada no sufra variaciones, tales que ocasione jalones o incomodidades a los usuarios.

En cada una de las posiciones de frenado del tren se deberán obtener las desaceleraciones siguientes:

Grado de frenado FU; 2.0 m/s., en plano horizontal, para un tren cargado a 4/4.

Para un tren cargado a 3/4, se tendrán los valores siguientes:

Posiciones del frenado	Desaceleración en m/s ² .
F6	1.8
F5	1.5
F4	1.2
F3	0.9
F2	0.5
F1	0.3



CARGA POR EJE $P = 12.2$ ton.

CARGA POR EJE $P = 15.9$ ton.
(con 30% de incremento por impacto)

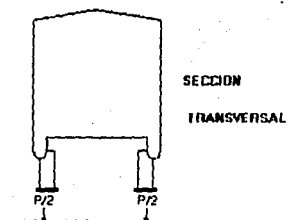


FIG. 1.4 CARGAS VIVAS.

FALLA DE ORIGEN

c) VELOCIDAD.

En un sistema de transporte tipo Metro, la velocidad máxima del material rodante estará comprendida entre 50 y 90 km/h, dependiendo de la red en particular en la que se utilizará.

Para el caso del Metro de la Ciudad de México, el material rodante deberá considerar una velocidad máxima de 80 km/h., en línea recta. Para el caso de las curvas, la velocidad límite se determinará tomando en cuenta el peralte particular de que se trate, considerando que el material rodante que circule por éstas, estará sometido a una fuerza centrífuga residual, que no excederá en ningún caso de un décimo de la aceleración de la gravedad.

d) ARRANQUE.

La cualidad cinemática fundamental para el material rodante de un sistema de transporte tipo Metro, es permitir que la optimización de la aceleración en el arranque y la desaceleración en el frenado sean compatibles, con la comodidad o confort del usuario. Es decir, el mando de la tracción y el frenado, deberá evitar variaciones bruscas en la velocidad del vehículo a fin de lograr una suavidad de marcha en el mismo.

-- Un tren con 3/4 de carga en un plano horizontal, deberá alcanzar 48 km/h. en 12,5 seg. como máximo y 72 km/h. en 30 seg. como máximo, considerando que el tiempo se mide a partir de que se ordena la tracción.

-- La aceleración máxima será de 1.4 m/s². y deberán preverse ajustes para permitir una aceleración media de 0.9 m/s²., así como los valores intermedios entre ellos.

1.3 DEFINICION DE CONCEPTOS.

AISLADOR:

Elemento de poliéster reforzado con fibra de vidrio, que sirve para soportar la barra guía y proporcionar aislamiento eléctrico.

ALCANCIAS:

abertura o lumbra en la parte superior del túnel o cajón, por el cual se introducen equipos o materiales de trabajo.

BALASTO:

Material graduado, producto de la trituración y clasificación de la piedra, que sirve para transmitir a la estructura de apoyo las cargas concentradas que recibe de los durmientes, ofrece determinada resistencia a los desplazamientos de la vía, asegura el drenaje y la evacuación de las aguas de lluvia o filtraciones, además, tiene la función de amortiguador de vibraciones y permite una rectificación rápida, nivelación y el trazo.

BARRA GUÍA:

Perfil metálico, cuya función es la de servir como guía al material rodante y como conductor de energía eléctrica de tracción.

BATEADO:

Acción de acomodar mecánicamente el balasto en las partes inferiores y laterales de los durmientes.

CAJON:

Espacio libre entre dos durmientes. Marco que, fijado en un muro, define el vano o claro de una puerta, de una ventana ó de un marco. Tajo en el terreno para una obra civil.

COLADO EN SITIO O LANZADO:

El colado en sitio, es aquel que se realiza en una superficie que no es uniforme y que no necesita una estructura metálica; por lo que puede ser lanzado sobre la superficie deseada.

CLOTOIDE:

Espiral de transición, donde los radios de curvatura de cada uno de sus puntos están en razón inversa de los desarrollos de sus respectivos arcos, y permiten pasar de un alineamiento recto a uno circular, dando seguridad al tren y confort a los pasajeros, manteniendo la velocidad lo más alto posible.

COMPACTACION:

Operación mecánica para reducir el volumen de vacíos entre las partículas sólidas de un material, con el objeto de aumentar su peso volumétrico y su capacidad de carga.

CRUCETA:

Trazo de barra guía que forma la parte fija del cambio de vía, e interrumpe el paso a el flujo de corriente por la misma barra.

CUPON NEUTRO:

Sección de la barra guía aislada eléctricamente por dos o más bloques aislantes.

DOVELAS:

Piezas estructurales con que se integran los anillos o bóvedas para soporte de las estructuras subterráneas o para proteger los ductos.

EJE DE ENTREVÍA:

Línea virtual que se conserva siempre paralela y equidistante a los ejes de las vías; en zona de curva horizontal sirve de referencia para ubicar el peralte máximo de la losa de fijación para vía sobre concreto.

EJE DE TRAZO:

Línea virtual que sirve de apoyo para dar posición a los ejes de construcción de la obra civil y electro-mecánica.

EJE DE VÍA:

Línea virtual que sirve de referencia para ubicar paralela y simétricamente todos los elementos que conforman la vía.

END-POST:

Separador aislante para riel o pista metálica.

ENTREVIA:

Ancho de la vía. Distancia normal entre los ejes de dos vías.

EQUIPO RODANTE:

Término que se le da a los trenes que conforman al Metro, los cuales están formados generalmente por nueve carros, seis de ellos impulsados por motores de corriente continua y los restantes son remolcados.

ESCUDO:

Estructura utilizada en el frente de avance de un túnel, para soportar las paredes durante el tiempo que dura la excavación de un tramo y la colocación del anillo de recubrimiento.

GALIBO:

Dimensión mínima de la sección transversal al eje de la vía, que debe estar libre de obstáculos para permitir el paso de los trenes.

GRAPA O SAPO:

Pieza metálica que fija al riel sobre el durmiente, mediante un tornillo y que evita cualquier deslizamiento.

HONGO DE RIEL:

Parte superior del riel sobre la cual rueda el equipo ferroviario.

HUELGO:

Holgura que queda entre grapas y perfiles (riel y pista), o bien entre grapas y durmientes de concreto, en las instalaciones de vía para el metro.

JUNTA AISLANTE (J.A.):

Conjunto de elementos que secciona tanto riel como pista por medio de un separador aislante, formando los circuitos de vía para señalización.

NIVELACION DE VIA:

Ajuste de la posición y la altura de acuerdo a la información contenida en plano de instalaciones de proyecto.

PISTA DE RODAMIENTO:

Perfil de la vía del tren de pasajeros Metro, en el cual se deslizan los neumáticos del material rodante, recibe directamente la carga que produce a su paso y además se utiliza como conductor de señalización.

PLANCHUELA:

Piezas de forma especial que sirven, para unir los extremos de los rieles o de las pistas metálicas.

PLANCHUELA AISLANTE:

Elemento de material aislante que permite la unión mecánica de los perfiles, que conforman el riel y pistas e impide el paso de corriente eléctrica en la Junta.

RASANTE:

En las tangentes de una obra vial, la intersección de las superficies de rodamiento con el plano vertical que contienen su eje. En las curvas, la intersección de la misma superficie con la de la vertical que contiene su eje en una vialidad, o que contiene el eje del riel interior en una vía férrea.

RUEDA DE SEGURIDAD:

Rueda metálica adjunta a la rueda neumática, cuya función es de apoyo cuando el neumático pierde presión, además de guiar el tren al pasar por los aparatos de vía.

SOBRELEVACION:

En el alineamiento horizontal y en terracerías: desnivel transversal entre los puntos extremos de la corona o entre guarniciones en una curva. En el mismo alineamiento y para vía férrea: desnivel transversal entre los hongos de los rieles en una curva.

SOLDADURA ALUMINOTERMICA:

Soldadura de los rieles, hecha con el procedimiento basado en la combinación de óxido de hierro y aluminio, cuyos compuestos al alearse con el hierro, producen acero semejante al del riel.

SUPERFICIE DE RODAMIENTO DEL METRO:

Es la definida por los patines superiores de las pistas, sobre las que ruedan las llantas verticales de los vagones del Metro.

TENDIDO DE VIA:

Colocación de durmientes, rieles, pistas, barras guías, aparatos de vía, accesorios y dispositivos de sujeción de apoyo.

TROCHA:

Distancia entre paños interiores de hongo del riel de una vía, medida a 10 mm. por debajo del nivel de rodamiento.

TUERCA AUTOPRENADA:

Tuerca hexagonal provista con un material plástico, que hace la función de freno de giro de la tuerca.

CAPITULO SEGUNDO

BALASTO Y DURMIENTES

- 2.1 PUNTOS DE REFERENCIA.**
 - 2.1.1 EJE DE TRAZO EN LINEA RECTA.**
 - 2.1.2 EJE DE TRAZO EN CURVA.**
 - 2.1.2 MARCAS DE NIVELACION.**
- 2.1 PROYECTO DE SOBREELEVACIONES.**
- 2.3 BALASTO.**
- 2.4 COLOCACION DE BALASTO 1a. CAPA.**
 - 2.4.1 DESCARGA Y ACARREO DEL BALASTO.**
 - 2.4.2 DISTRIBUCION Y COMPACTACION DEL BALASTO.**
- 2.5 DURMIENTES DE CONCRETO.**
 - 2.5.1 DURMIENTE MONOBLOCK TIPO ORDINARIO "O".**
 - 2.5.2 DURMIENTE MONOBLOCK TIPO SOPORTE "S".**
- 2.6 DISTRIBUCION DE DURMIENTES.**
 - 2.6.1 ESPACIAMIENTO DE LOS DURMIENTES.**
- 2.7 ACTIVIDADES PARA LA COLOCACION DE BALASTO 1a. CAPA.**

2.1 PUNTOS DE REFERENCIA

Antes de iniciar los trabajos de implantación de vía, es decir, de la colocación del balasto sobre la losa inferior, es indispensable replantear el trazo de los ejes de las vías y marcar su perfil longitudinal sobre los muros. Este perfil longitudinal servirá para regularizar la primera capa de balasto y después para la nivelación de la vía. (fig 2.1)

Por lo que concierne al trazo, es conveniente fijar sobre la losa del piso las marcas que determinarán el eje de la entrevía. La verificación del trazo así como la colocación de los puntos de referencia de nivelación en los muros o suretes, se llevará a cabo antes de que la primera capa de balasto haya sido extendida y compactada.

2.1.1 EJE DE TRAZO EN LINEA RECTA

El eje del túnel es replanteado, estableciendo una marca de referencia a cada 25 m. aproximadamente. En túnel se recomienda implantar en el eje una marca provisional, constituida ya sea por una estaca de madera empotrada, o por un macizo de concreto de forma piramidal apoyado en su base mayor, o por un clavo fijado en las losas del piso.

Con el apoyo de estas marcas, se trazarán los puntos definitivos que presenten el eje de la entrevía a la distancia anteriormente señalada. El trazo de los ejes de las vías se efectuará apoyándose en estos puntos. En recta la distancia nominal entre los ejes de ambas vías será de 2.90 mts.

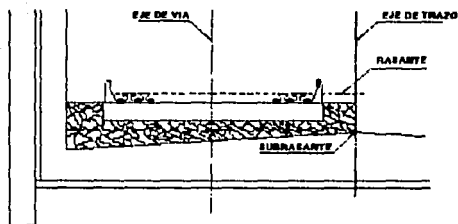
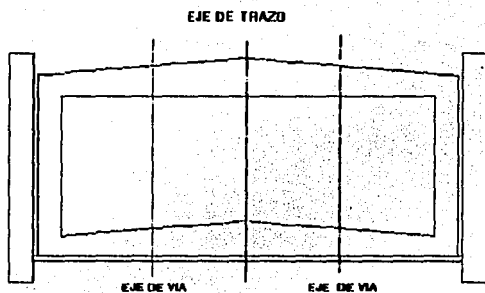


FIGURA 2.1 EJES DE REFERENCIA

FALLA DE ORIGEN

2.1.2 EJE DE TRAZO EN CURVA

En curva y en las clotoides, el eje del túnel será marcado con el mismo dispositivo de estacas, macizos o clavos, utilizados para la línea recta, con la salvedad de hacer una marca cada 5 m.

Partiendo de estos puntos de referencia se implantarán posteriormente las marcas definitivas a las dos vías.

La distancia entre los ejes de las dos vías varía según el peralte práctico instalado, y los valores nominales en curva circular se relacionan a continuación:

Radio (m)	Entrevis (m)	Peralte Práctico máximo (mm)
$R > 2,500$	2.90	0
$2,500 > R > 800$	3.10	65
$800 > R > 650$	3.15	85
$650 > R > 400$	3.35	160
$R < 400$	3.35	160

En las curvas de $R < 400$ m., la insuficiencia de peralte no deberá sobrepasar 150 mm.

2.1.3 MARCAS DE NIVELACION.

Las marcas de referencia para nivelación de la vía, serán colocadas sobre los muros de retención laterales en los túneles, cajones y líneas superficiales o en los muretes de confinamiento del balasto en las estructuras elevadas. Estas marcas se trazarán a una altura constante de 1.00 m., por arriba del nivel definitivo de la vía.

En la zona en las que por condiciones locales no se puedan establecer los puntos de referencia a una altura constante de 1.00 m., se colocarán a una altura menor o mayor y se indicará el valor correspondiente a un lado de la marca.

Una vez construida la estructura que sustentará la vía y contando con la información topográfica obtenida durante los trabajos previos citados anteriormente. Se deberá hacer la evaluación de la información que permita la ratificación o modificación en su caso del proyecto original, definiendo un nuevo eje al centro de la sección construida.

Si el levantamiento de tangentes, deflexiones y secciones transversales están de acuerdo al proyecto de trazo original, con tolerancias de 0.02 m. en cada 100 m., para distancias longitudinales y 20" para los valores angulares.

Habiendo revisado los gálbos horizontales y comprobando que están dentro de la tolerancia, el eje de trazo ya no se modifica y se procede a asignar cadenamientos definitivos, los cuales se deberán ubicar en la estructura de sustentación de la vía a cada 20 m. así como los puntos principales de las curvas.

Asimismo, se revisará que la posición de cada nicho de seguridad, de aparatos de vía, de puesto de rectificación, de subestación, etc., contenidos en el proyecto original, tengan la ubicación y dimensiones correctas.

2.2 PROYECTO DE SOBREELEVACIONES.

La sobreelevación se define como la pendiente transversal que se proporciona al riel exterior de la vía en zona de curva horizontal, para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga sobre el tren.

Cuando un tren recorre una curva horizontal a cierta velocidad, se produce una fuerza centrífuga inversamente proporcional al radio de la curva, y directamente proporcional al cuadrado de la velocidad tangencial, dada por la ecuación:

$$F_c = \frac{MV^2}{R} = \frac{WV^2}{gR} \dots\dots\dots(\text{ecua. 1})$$

Donde:

Fc: Fuerza centrífuga, en kg.

W: Peso del tren, en kg.

M: masa del tren, en kg. masa.

V: Velocidad del tren, en m/s.

g: Aceleración de la gravedad, en m/s².

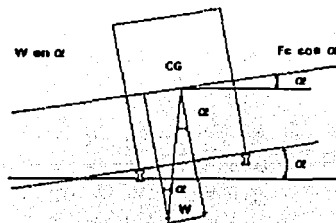
R: Radio de la curva horizontal, en m.

Esa fuerza transversal provoca mayor presión sobre el riel exterior, debiendo sobreelevarlo para crear otra fuerza que equilibre a la centrífuga y produzca reacciones iguales en ambos rieles.

Para obtener la fórmula teórica del cálculo de sobreelevaciones, se considera que un tren al pasar por una curva horizontal a una cierta velocidad deberá estar en equilibrio, para lo cual es necesario que la componente de la fuerza centrífuga paralela al plano de la vía, sea igual a la componente del peso del tren, también paralela al plano de la vía, igualdad que solo ocurre para una velocidad llamada de "equilibrio", lo cual sucede ocasionalmente en la práctica.

Igualando las fuerzas paralelas al plano de la vía, componentes de la fuerza centrífuga y componentes del peso del tren tenemos que:

$$F_c \cos \alpha = W \operatorname{Sen} \alpha \dots\dots\dots (\text{ecua. 1})$$



Sustituyendo el valor de la fuerza centrífuga teórica (ecua. 1), se tiene:

$$\frac{WV^2}{gR} \cos \alpha = W \sin \alpha$$

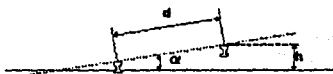
$$\frac{V^2}{gR} \cos \alpha = \sin \alpha \dots\dots\dots(\text{ecua. 2})$$

Suponiendo que:

Trecha de la vía = 1.438 m.
Ancho del hongo del riel = 0.0636 m.

Por lo tanto:

Trecha de la vía + hongo de riel = $d = 1.4985 = 1.5$



$$\sin \alpha = \frac{h}{1.50} \dots\dots\dots(\text{ecua. 3})$$

Sustituyendo (3) en (2):

$$\frac{V^2}{gR} \cos \alpha = \frac{h}{1.5}$$

$$h = \frac{1.50}{gR} V^2 \cos \alpha$$

$$h = 0.1529 \frac{V^2}{R} \cos \alpha$$

Donde :

- h : Peralte, en m.
- V : Velocidad del tren, en m/s.
- R : Radio de la curva horizontal, en mm.

Siendo muy pequeño, el coseno de α se acerca a la unidad; por lo tanto, no queda:

$$h = 0.1529 \frac{V^2}{R}$$

2.3 BALASTO.

El balasto es el producto de la selección y trituración de rocas sanas obtenidas de bancos de material, que se colocarán en las vías del Metro de la Ciudad de México; las funciones principales del balasto son las siguientes:

- I) *Asegurar la repartición de Las cargas que transmiten los durmientes, hacia la losa o plataforma que constituye la cimentación del sistema de vía.*
- II) *Impedir el desplazamiento de los elementos de vía.*
- III) *Asegurar el fácil drenaje de las aguas infiltradas.*
- IV) *Amortiguar las vibraciones producidas por el paso de los trenes.*
- V) *Permitir la rápida renovación de la vía.*

El balasto como material de construcción de las vías del Metro se utiliza en las líneas en las que, debido al proceso de consolidación de los materiales del subsuelo, se tenga la necesidad de realizar nivelaciones periódicas de la vía.

El balasto deberá de cumplir con los siguientes requisitos físicos para poder ser instalado en una vía del Metro. (Tabla No.1)

Las partículas resultantes de la trituración deberán ser angulosas y tener superficies rugosas para proporcionar una mayor trabazón.

CARACTERISTICAS	EN BANCO	COLOCADO
Abración del material mediante la prueba "Los Angeles" porcentaje máximo.	28.0	28.0
Prueba por lavado en malla No. 200 porcentaje máximo.	1.5	3.0
Elementos arcillosos, porcentaje máximo.	0.5	0.5
Partículas ligeras, porcentaje máximo.	5.1	5.0
Densidad, valor mínimo.	2.5	2.5
Absorción al agua, porcentaje máximo.	1.5	1.5
Sanidad.		
Sulfato de Sodio, Máximo.	12.0	12.0
Sulfato de Magnesio, Máximo.	18.0	18.0

Tabla No.1.

Las pruebas que se le deben realizar al balasto, para determinar su buena calidad son las siguientes:

- 1.- Muestreo de agregados.
- 2.- Selección de muestras (cuarteo).
- 3.- Método de pruebas para determinar terrones de arcilla en agregados naturales.(mañas)
- 4.- Método de prueba para determinación de partículas ligeras en los agregados.(mañas)
- 5.- Método de pruebas para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos.(mañas)
- 6.- Método de prueba para determinar por medio de lavado de materiales que pasan por la malla de 0.075 m.
- 7.- Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso.
- 8.- Resistencia a la abración de agregado grueso usando la máquina de los angeles.
- 9.- Sanidad.

La prueba para la determinación de la abración del balasto, utilizando la Máquina de los Angeles, consiste en introducir una muestra de balasto a analizar, en una máquina centrífuga, que esta al ser accionada hará que se presente un desgaste del material, este desgaste que sufre nuestra muestra, es una representación acelerada de como se comportará el balasto tiempo después de su colocación. También determina si el material a prueba tiene la resistencia requerida o es poroso.

Las demás pruebas son realizadas por medio de mallas con aberturas de diferentes diámetros.

La vía se puede implantar sobre cualquiera de las soluciones estructurales seleccionadas, teniendo como elemento de soporte al balasto, que es el que recibe la carga de los trenes en circulación a través de los durmientes y las transmite uniformemente a la estructura contenedora. Por otra parte, es por medio del balasto que se logra dar el peralte necesario a las vías en zonas de curvas, cumpliendo con la función de drenar las aguas procedentes de filtraciones o caídas cenitales hacia los ductos de drenaje.

En forma general puede decirse que el balasto debe de estar constituido por rocas duras y sanas, como granito, basalto, cuarzo, etc., de formas angulosas, con dimensiones comprendidas entre 30 y 80 mm. y evitando siempre la inclusión de finos. En la tabla No. 2 se muestra los espesores mínimos requeridos de balasto de acuerdo a la ubicación de la vía.

Ubicación de la Vía.	Espesor Mínimo
Línea Subterránea.	40 cm.
Línea Superficial.	30 cm.
Túnel.	30 cm.
Viaducto Elevado.	30 cm.
Talleres.	20 cm.

Tabla No. 2.

2.4 COLOCACION DE BALASTO 1a. CAPA.

Para la colocación de balasto 1a.Capa es necesario que se consideren, los aspectos siguientes:

2.4.1 Descarga y Acarreo.

2.4.2 Distribución y Compactación.

2.4.1 DESCARGA Y ACARREO DEL BALASTO.

El balasto será introducido por gravedad directamente en el túnel o cajón, en distintos puntos de la línea especialmente acondicionados para este fin. Dichas zonas de introducción se llaman alcancías; cuya función es la de poder introducir todo el material, maquinaria y equipo necesario para la realización de todos los trabajos de la vía.

2.4.2 DISTRIBUCION Y COMPACTACION DEL BALASTO PRIMERA CAPA.

Antes de ser distribuido el balasto a lo largo del cajón, se deberá retirar todo aquel material extraño o desperdicios que dejara Obra Civil, una vez retirados todo este tipo de material, se barrerá a lo largo y ancho del cajón con una escoba de mijo, para así poder tener una superficie de contacto limpia.

Cuando tenemos el balasto dentro del cajón se deberá distribuir, por medio de un cargador frontal ó un trascavo, que lo repartirá a lo largo y a lo ancho del cajón o de la sección requerida.

Después de haber sido distribuido el balasto, deberá ser compactado hasta dejar un espacio disponible a 0.10 mts. aproximadamente por debajo de la elevación requerida para la base de los durmientes.

Esta compactación consiste en pasar un rodillo vibratorio con un peso de 4,000 kg., en cuatro ocasiones (como mínimo), sobre toda la superficie del balasto que se requiera compactar. Sin emplear el vibrador para no exceder el efecto de trituración.

De acuerdo con este procedimiento nosotros tendremos que en línea recta, el balasto quedará compactado hasta una altura de 0.43 mts. por debajo del plano de rodamiento.

En curvas se podrá respetar la cota de 0.43 mts. para la fila baja de la vía, independientemente de la altura que resulte entre la otra fila; ya que ésta puede quedar más arriba para facilitar la elevación del peralte de la curva.

2.5 DURMIENTES DE CONCRETO.

Para la elaboración de un durmiente de concreto es necesario, definir los requerimientos mínimos que deberán cumplir el proyecto, el diseño de los durmientes, los materiales componentes, las dimensiones límites del durmiente, las cargas a considerar en el diseño y la resistencia estructural.

2.5.1 DURMIENTE MONOBLOCK TIPO ORDINARIO "O".

Con el objeto de dar mayor conocimiento de los elementos que constituyen una vía, describiremos la forma en que es elaborado un durmiente monoblock, de concreto tipo "O" destinados a el equipamiento de las vías para la circulación de los trenes sobre neumáticos.

a) DESCRIPCION:

Los durmientes son elementos de sección transversal rectangular, trapecial uniforme o variable a lo largo de éstos, están compuestos por un bloque de concreto presforzado, que soportan los rieles y las pistas de rodamiento, y que son utilizados para equipar las vías del Metro de la Ciudad de México con la finalidad de transmitir al balasto las cargas impuestas por los trenes a su paso y mantener la alineación de los rieles y las pistas que conforman el sistema de vía.

Estos durmientes pueden fabricarse mediante uno de los dos sistemas de tensado de acero, antes o después del fraguado del concreto es decir pretensado o postensado.

b) DISEÑO:

Los durmientes monobloques serán diseñados para usarse en vías armadas con riel 80 ASCE, con una inclinación de 1/20 de grado en el asiento del riel y con una trocha de 1435 mm. y pistas de rodamiento de 230 mm.; la distribución de centro a centro entre los durmientes será de 600 mm. en curva y 750 mm. en recta.

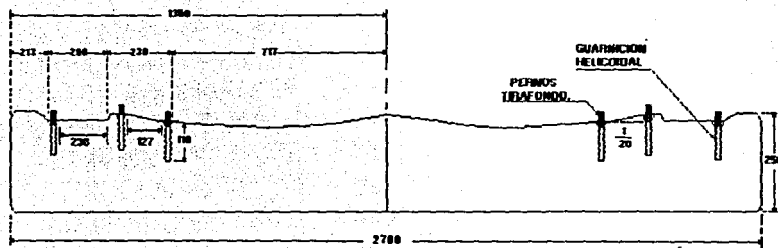
La fijación de rieles y pistas será a base de grapas, estribos o cuñas laterales, almohadillas acanaladas de hule para pista y rieles, láminas de resorte y arandelas metálica. Se debe usar para la fijación de pernos tirafondos con guarnición helicoidal y resina.

c) DIMENSIONES:

El durmiente monoblock de concreto tipo "0" deberá cumplir con las dimensiones que a continuación se enlistan y se ilustran en la figura 2.2.

- La longitud será de 2700 mm.
- El ancho de la cara inferior del durmiente podrá ser constante o variable a lo largo del durmiente, que con un máximo de 330 mm. y un mínimo de 200 mm. pero la superficie de apoyo en el balasto bajo cada riel y pista en los 823 mm. extremos del durmiente no será menor de 2200 cm².
- El ancho de la cara superior del durmiente no será mayor de 330 mm. ni menor de 150 mm. en ninguna sección. El ancho de la superficie de apoyo del patín del riel y de la pista no será menor de 220 mm.
- El peralte en el asiento del riel será de 211 mm. máximo y el peralte en el asiento de la pista será de 200 mm. máximo, en el resto del durmiente el peralte podrá ser variable, con 250 mm. como máximo.
- La superficie de apoyo de la pista deberá ser completamente plana y uniforme, así como también la del riel con la salvedad que éste será con respecto a su pendiente.

FALLA DE ORIGEN



ACOT: cm.

FIG: 2.2 DURMIENTE MONOBLOCK DE CONCRETO

TIPO " O "

d) MATERIALES:

Los materiales que deben utilizarse para la construcción de un durmiente deberá ser de una alta calidad, y deberá cumplir con los requerimientos mínimos; los materiales que se utilizan en la fabricación de un durmiente son los siguientes:

- Acero de presfuerzo.
- Acero de refuerzo.
- Cemento.
- Agua para mezcla.
- Arena.
- Grava.
- Aditivos.
- Piezas para la fijación de la vía en los durmientes.

d) FABRICACION DE LOS DURMIENTES:

- Molde Metálico:

Los durmientes serán colocados en un molde metálico. Este molde deberá ser sólido, impermeable, indeformable y capaz de conservar la misma precisión geométrica durante todo el tiempo de su utilización.

- Colocación del Acero de Presfuerzo y/o Acero de refuerzo:

Para el durmiente postensado.

Antes del vaciado del concreto en el molde, se colocará una matriz metálica engrasada, que será la que posteriormente al desmoldo formará los huecos necesarios para colocar las horquillas de acero y poder realizar el postensado.

Asimismo se colocarán los herrajes y preparaciones del perno tirafondo.

Para el durmiente pretensado:

Colocados los moldes en el banco de colado, se procederá a ubicar los accesorios para las preparaciones de las fijaciones, posteriormente se hará el tendido del acero a través de las placas guía, y se tensará utilizando gatos hidráulicos.

Antes de la utilización de los aceros de presfuerzo y/o refuerzo, éstos serán limpiados para retirar cualquier pintura, óxido y toda materia susceptible de atacar al metal o al concreto, o de reducir la adherencia entre ambos.

Para aplicación de la carga de presfuerzo, el concreto deberá tener una resistencia no menor a 3.63 daN/cm² (370 kg/cm²).

Los anclajes del pretensado o del postensado no deberán salir de los extremos del durmiente y se cubrirán con mortero.

- Colocación de las Guarniciones Helicoidales:

Las guarniciones helicoidales para sujetar los pernos tirafondo se colocarán durante la fabricación de los durmientes.

La fijación de estos elementos en los moldes se establece mediante vástagos fileteados en los cuales se atornillan las guarniciones helicoidales. (Fig. 2.3).

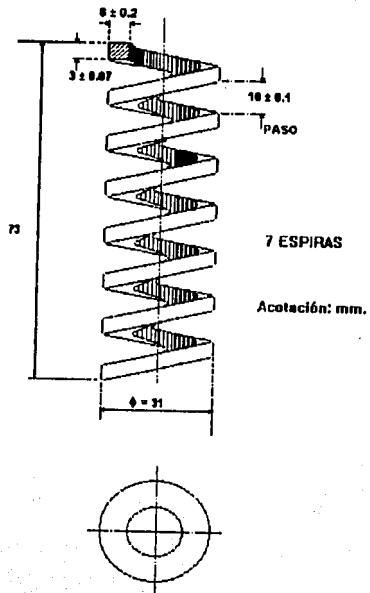


FIGURA 2.3. GUARNICION HELICOIDAL.

FALLA DE ORIGEN

- Vaciado de concreto:

El vaciado propiamente dicho, será efectuado en el molde metálico después de la colocación de los elementos que dejarán los huecos, para alojar las fijaciones y los aceros de pretuerzo y/o refuerzo para el llenado total del molde.

La vibración de compactación deberá lograr que el concreto rellene perfectamente el molde, sin formar oquedades y de modo que rodee completamente los armados.

- Desmoldeo:

El desmoldeo del duriente postensado será inmediato, y para el duriente pretensado el desmoldeo se hará una vez que haya el concreto alcanzado una resistencia no menor a 3.63 daN/mm^2 (370 kg/cm^2).

- Acabados:

Las superficies exteriores deberán ser las producidas por el molde con un mínimo de porosidades en todas las caras moldeadas, siendo regulares en su forma y en su constitución, estarán limpias y libres de cualquier hueco, fisura, rotura o hendidura.

- Curado:

Para condiciones normales de curado, los durientes desmoldeados deberán permanecer, como un mínimo 20 horas en el área de desmoldeo antes de almacenarlos en otro sitio. Durante este tiempo deberán protegerse eficazmente contra un secado superficial demasiado rápido, mediante procedimientos que garanticen un fraguado uniforme y adecuado para alcanzar la resistencia final estipulada.

- Colocación de Pernos Tirafondo:

La colocación de los pernos tirafondo (fig. 2.4) atornillados en las guarniciones helicoidales, se puede establecer en cuatro pasos.

- 1°.- Untar con resina un tercio de la longitud total del perno tirafondo.
- 2°.- Dejar escurrir la resina en el orificio que servirá para el alojamiento.
- 3°.- Atornillar el perno tirafondo fuertemente.
- 4°.- Suprimir todo el excedente de resina.

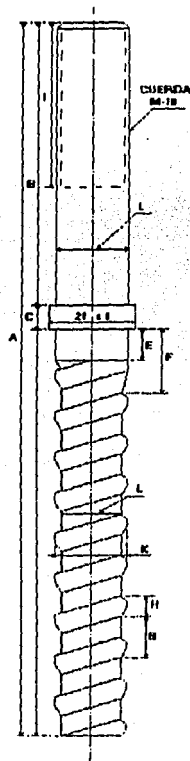
Para el caso del duriente de presfuerzo se sellarán las zonas de los anclajes con mortero y para el duriente de concreto postensado se hará con una lechada. Dicha lechada debe ser de inyección para evitar la formación de burbujas.

- Colocación de Accesorios:

La colocación de los accesorios es el pegado de las almohadillas de caucho sobre el asiento del riel y de pista.

Una vez completados todos estos pasos, el durmiente es enviado a el lugar donde será colocado definitivamente.

FIG. 2.4 DIMENSIONES DE UN PERNO TIRAFONDO



ACOTACION	DIMENSION, mm	TOLERANCIA, mm
A	16.0	+ 0.3 - 0.2
B	5.3	+ 0.1
C	7	+ 1.0 - 0.5
D	10.0	+ 2.0 - 5.0
E	8	+ 3.0 - 0.0
F	2.0	+ 3.0 - 1.0
G	1.0	+ 0.1
H	4.5	+ 0.2
I	4.0	+ 5.0
J	1.8	+ 0.5 - 0.0
K	1.9	+ 0.5
L	1.4	+ 0.3 - 0.5

PARA LA CUERDA M-18 DEL PERNO

φ MAYOR	máximo 17.96, mínimo 17.62
φ MENOR	máximo 14.89, mínimo 14.54

PARA LA CUERDA M-18 DE LA TUERCA

φ MAYOR	1.8	mínimo
φ MENOR	máximo 15.74, mínimo 15.29	
ALTURA	1.9	+ 0.0
DISTANCIA ENTRE CARAS	3.8	+ 0.0 - 1.0

FALLA DE ORIGEN

2.5.2 DURMIENTE MONOBLOCK TIPO SOPORTE "S".

El durmiente está conformado de la siguiente manera:

a) DISEÑO:

Los durmientes serán diseñados por el proveedor para usarse en vías arreadas con riel 80 ASCE, con una inclinación de 1/20 de grado en el asiento del riel y con una trocha de 1435 mm., pistas de rodamiento de 230 mm. y los aisladores para soporte de barra guía; la separación entre centros de durmientes tipo "S" será de 1800 mm. en curva y 3000 mm. en tramos rectos.

b) DIMENSIONES:

El durmiente monoblock de concreto tipo "S" deberá cumplir con las dimensiones que a continuación se enlistan y se ilustran en fig.2.5

- La longitud del durmiente será de 2913 mm.
- El ancho de la cara inferior del durmiente podrá ser constante o variable a lo largo del durmiente, que con un máximo de 330 mm. y un mínimo de 200 mm. pero la superficie de apoyo en el balasto bajo cada riel, pista y aislador en los 930 mm. extremos del durmiente no será menor de 2800 cm².
- El ancho de la cara superior del durmiente tendrá un máximo de 330 mm. y un mínimo de 150 mm. pero el ancho de la superficie de apoyo del palin del riel y de la pista no será menor de 220 mm. y el ancho de la superficie de apoyo del aislador no será menor de 290 mm.
- El peralte en el asiento del riel será de 211 mm. máximo y el peralte en el asiento de la pista será de 200 mm. y en el asiento del aislador 235.5 mm. máximo, en el resto del durmiente el peralte podrá ser variable, con 250 mm. como máximo.
- La superficie de apoyo de la pista y del aislador deberá ser completamente plana y uniforme, así como también la del riel con la salvedad que éste será con respecto a su pendiente.

FALLA DE ORIGEN

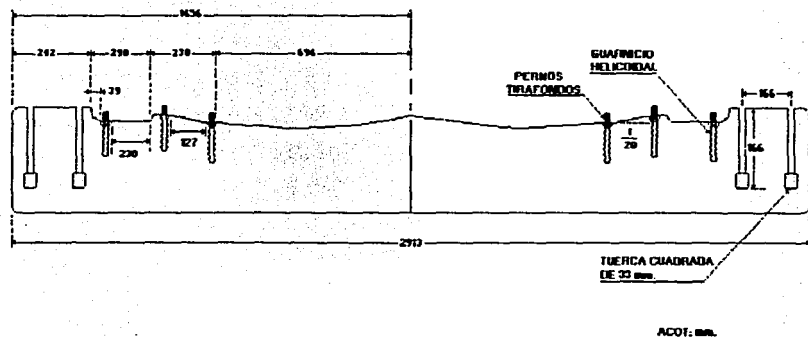


FIG: 2.5 DURMIENTE MONOBLOCK DE CONCRETO

TIPO SOPORTE "S"

Para la elaboración de un durmiente tipo "S" el procedimiento de fabricación es igual al de uno de tipo "O"; teniendo como diferencia que el de soporte cambian sus dimensiones y tiene en las partes laterales unas cabezas, que sirven como soporte, para la fijación del aislador.

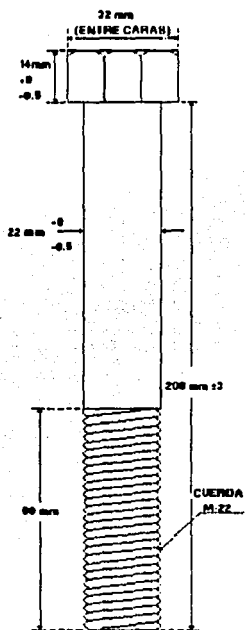
La forma de fijación del aislador es por medio de Tornillos, que son apretados en las Tuercas que fueron embebidas en el durmiente de concreto durante su fabricación, estas tuercas son colocadas también por vástagos fileteados para poder quedar en posición correcta.

Los huecos que alojarán las fijaciones deberán estar perfectamente limpios y exactamente ubicados. En dado caso que no sea así, se deberá limpiar todo residuo de mortero que impida la entrada de las fijaciones o algunas otras impurezas que se encuentren en los huecos.

Las características y dimensiones del Tornillo de fijación para aislador se detallan a continuación y se muestran en la figura 2.6.

Son tornillos de acero de longitudes bien definidas destinados a la fijación de los aisladores que soportan las barra guía en los durmientes de concreto tipo "S".

El acero utilizado para la fabricación de los tornillos será elaborado mediante uno de los siguientes procedimientos : Thomas, Bessemer, Siemens-Martin (ácido), Siemens-Martin (básico), eléctrico o por sopladura de oxígeno.



**FIG. 2.6 TORNILLO PARA FIJACION
DE AISLADOR.**

FALLA DE ORIGEN

Los tornillos deberán fabricarse de una sola pieza, sin soldaduras y las cabezas de los tornillos se obtendrán por forja en caliente de la masa.

Las condiciones mecánicas que debe tener un tornillo de fijación para aislador es la siguiente:

- Límite de ruptura mínimo 74.5 daN/mm² (7600 kg/cm²).
- Límite elástico mínimo: 54.0 daN/mm². (550 kg/cm²).
- Alargamiento mínimo en 50 mm: 12%.
- Reducción de área: 25% mínimo.
- Prueba de doblado. No deberán producirse grietas, fisuras o rupturas.

La composición química es la siguiente:

- Carbono C: 0.03 % Máximo.
- Fósforo P: 0.05 % Máximo.
- Azufre S: 0.00 % Máximo.

2.6 DISTRIBUCION DE DURMIENTES.

De esta manera se denomina al conjunto de operaciones requeridas para colocar correctamente los durmientes.

Primeramente el durmiente es bajado a la losa inferior de el cajón, por medio de una grúa. De ahí éstos son cargados a cuestras uno por uno, a lo largo del cajón, o en dado caso que aún se encuentre el cargador frontal adentro, este será aprovechado para poder trasladar más de un durmiente a la vez.

El abastecimiento de los durmientes también podrá realizarse mediante pórticos, que rodarán a través de una vía que es armada provisionalmente, la cual nos permitirá distribuir los durmientes con mayor facilidad.

Con los durmientes de concreto debe tenerse especial cuidado, ya que todos los movimientos a que serán sometidos ya sea durante su fabricación, el traslado a la obra, almacenamiento o colocación en la vía, deberán realizarse con un máximo de precauciones para evitar fisuras o despostilladuras.

2.6.1 ESPACIAMIENTO DE LOS DURMIENTES.

Basándose en la velocidad de operación del Metro, cuyo valor alcanza 75 km/hr., el espaciamento de los durmientes es clasificado de la siguiente forma:

— En tramos rectos o en curvas de radio mayor de 350 m., los durmientes se instalan con una separación entre ejes de 0.75 m. y en una porción de tres durmientes ordinarios por cada durmiente soporte de aislador; de acuerdo con lo anterior, la distancia entre ejes de durmientes para aislador es de 3.00 metros.

— En curvas de radio menor de 350 metros, la separación entre ejes de durmientes será de 0.80 m., medida en el borde de rodamiento del riel ubicado en la fila de radio mayor. En la fila del radio menor la separación será más reducida dependiendo del radio de la curva.

— En las zonas especiales como lo son las juntas aislantes, los aparatos de vía, el espaciamento entre durmientes es diferente, dependiendo de la longitud de los perfiles que forman las juntas Aislantes y reforzando la zona de colocación de la planchuela aislante con la inclusión de 2 cajas inductivas de 50 cm.

En cuanto a los aparatos de cambio de vía se emplean durmientes de madera y se ubican con las mismas consideraciones, tomando en cuenta las piezas fundidas moldeadas, y los cerrojos que son los dispositivos para efectuar el cambio de vía por medio de las agujas.

2.7 ACTIVIDADES PARA LA COLOCACIÓN DE BALASTO 1a. CAPA.

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Limpieza del Tórax.	Oficial de Vía. Ayudante Obra Vías.	Min. Min.	1 10	0.22
Referencias Topográficas.	Oficial de Vía. Cedenero. Ayudante Obra Vías.	Min. Min. Min.	1 7 3	0.17
Introducción de Cargador Frontal y Rodillo Compactador.	Rodillo Compactador. Grúa de 20 Ton. Cargador Frontal. Oficial de Vía. Ayudante Obra Vías.	Min. Min. Min. Min. Min.	1 1 1 1 10	0.72
Distribución de Balasto 1a. Capa.	Cargador Frontal. Oficial de Vía. Ayudante Obra Vías.	Min. Min. Min.	1 1 10	2.82
Compactación Balasto 1a. Capa.	Cargador Frontal. Rodillo Compactador. Oficial de Vía. Ayudante Obra Vías.	Min. Min. Min. Min.	1 1 1 10	0.82
Retiro de Cargador y Rodillo.	Rodillo Compactador. Grúa de 20 Ton. Cargador Frontal. Oficial de Vía. Ayudante Obra Vías.	Min. Min. Min. Min. Min.	1 1 1 1 10	8.72
Tránsito de Cargaderas.	Cargador Frontal. Rodillo Compactador. Camión c / Plataformas.	Min. Min. Min.	1 1 1	0.07
Tiempo de la Colocación de Balasto 1a. Capa. para 100 mts. de Vía.				4.24 Hrs.

FALLA DE ORIGEN

CAPITULO TERCERO

ARMADO DE VIA.

- 3.1 EL RIEL.**
- 3.1.1 FABRICACION DEL RIEL.**
- 3.2 JUNTAS AISLANTES.**
- 3.2.1 FABRICACION DE UNA JUNTA AISLANTE.**
- 3.3 ARMADO DE VIA.**
- 3.3.1 ABASTECIMIENTO DE LOS RIELES A LA ZONA DE TRABAJO.**
- 3.3.2 MONTAJE DE LOS RIELES.**
- 3.3.3 SOLDADURA ALUMINOTERMICA DEL RIEL.**
- 3.3.4 COLOCACION DE JUNTAS AISLANTES.**
- 3.3.5 COLOCACION DE BALASTO 2a. CAPA.**
- 3.4 ACTIVIDADES PARA EL ARMADO DE VIA.**

3.1 EL RIEL

Es un perfil fabricado en acero, y es uno de los elementos que conforman las vías para permitir la circulación de trenes con rodamiento neumático utilizados en el Metro de la Ciudad de México. Este perfil sirve de apoyo a la rueda metálica en caso de baja presión o desinflado de algún neumático para el guiado de los trenes donde las condiciones de la vía así lo exigen; para la circulación de trenes de servicio con rodamiento férreo; como conductor de la corriente de señalización.

Los rieles por utilizar se clasifican en:

- 1.- Riel 80 ASCE, de acero no tratado, de calidad ordinaria que se colocará a lo largo de las vías principales y secundarias, cuyas dimensiones se muestran en la figura 3.1.
- 2.- Riel 100 RE, de acero no tratado, de calidad normalmente dura tipo B, generalmente utilizado en los aparatos de vía.

3.1.1 FABRICACION DEL RIEL.

a) Material:

Los rieles de acero no tratado, podrán ser fabricados según la recomendación UIC 880-0 de la Unión Internacional de Ferrocarriles (Tabla A1); estas recomendaciones son para la fabricación europea; para la fabricación de rieles en el continente americano se admite utilizar un acero definido por la norma ASTM A-1 (Tabla A2).

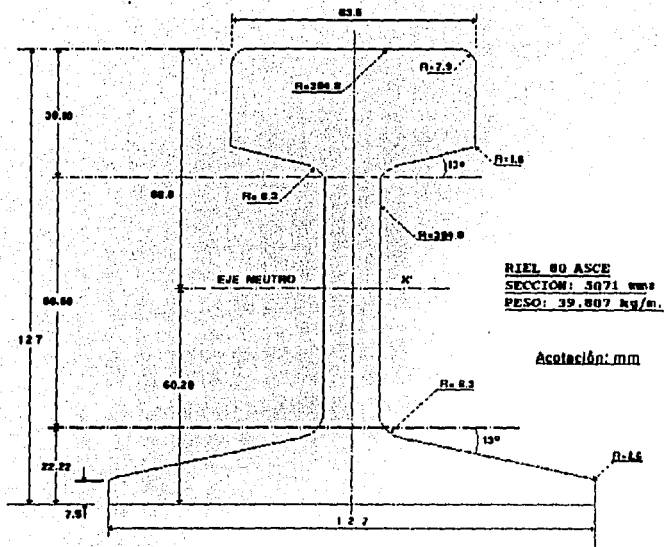


FIG. 3.1 PERFIL DEL RIEL 80 ASCE

FALLA DE ORIGEN

TABLA A1: NORMA UIC 860-0

Celdas y Procedimientos de elaboración	C Carbono %	Mn Manganeso %	Si Silicio % máx.	P Fósforo % máx.	S Azufre % máx.
Ref 88 ASCE de calidad ordinaria					
Procedimiento Thomas	0.37 - 0.55	0.70 - 1.20	0.35	0.08	0.05
Procedimiento Bessemer	0.40 - 0.50	0.80 - 1.20	0.35	0.08	0.08
Procedimiento Siemens Martin básico	0.40 - 0.55	0.80 - 1.20	0.35	0.08	0.05
Procedimiento eléctrico	0.48 - 0.58	0.80 - 1.20	0.35	0.04	0.05
Procedimiento de soldadura al oxígeno	0.40 - 0.60	0.90 - 1.20	0.35	0.05	0.05
Ref 188 de calidad normal-manera dura					
Tipo B	0.50 - 0.70	1.30 - 1.70	0.50	0.05	0.05

TABLA A2: NORMA ASTM A-1

PESO NOMINAL lb / Yd (kg / m)	C Carbono %	Mn Manganeso %	P Fósforo % Máximo	S Azufre % Máximo	Si Silicio %
60 a 80 (29.8 a 35.8)	0.55 - 0.68	0.58 - 0.90	0.04	0.05	0.18 - 0.25
81 a 88 (40.3 a 44.7)	0.64 - 0.77	0.60 - 0.98	0.04	0.05	0.18 - 0.26
91 a 120 (45.2 a 59.8)	0.67 - 0.80	0.70 - 1.00	0.04	0.05	0.10 - 0.25
121 y más (60.1 y más)	0.68 - 0.82	0.70 - 1.00	0.04	0.05	0.10 - 0.26

FALLA DE ORIGEN

b) Elaboración del acero.

El acero será elaborado según uno de los procedimientos mencionados a continuación: Thomas, Bessemer, Siemens Martin básico o eléctrico, y soldadura al oxígeno.

c) Composición Química.

El acero deberá presentar los porcentajes de composición química comprendidos en los límites que se indican en las tablas A1 y A2, para rieles 80 ASCE de acero no tratado, de calidad ordinaria y para los rieles 100 RE de acero no tratado normalmente dura.

d) Fabricación.

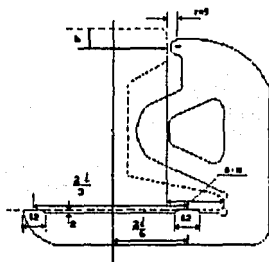
Antes de iniciar la fabricación, el fabricante elaborará dos series de escantillones machos y hebras conforme al trazo teórico del perfil del riel a fabricar, así como dos series de escantillones de máximo y mínimo que correspondan a las tolerancias en las dimensiones. (figura 3.2).

e) Afine y laminado.

La sección inicial de los lingotes será cuando menos igual a veinte veces la del perfil por laminar. Los lingotes deberán mantenerse en posición vertical hasta su completa solidificación y no deberán ser enfriados por ningún medio artificial. El laminado se realizará mediante un procedimiento apropiado de tal manera que se evite el peligro de fisuras en el patín del riel.

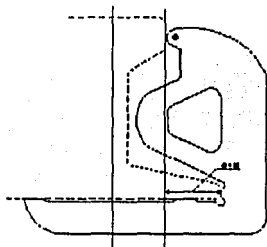
FIG. 3.2 ESCANTILLONES DE CONTROL

**METODO DE VERIFICACION
CON EL ESCANTILLON "L"**



EL ESCANTILLON "L" COLOCADO ENTRE EL BRYEN
SE ENFUNDARÁ LATERALMENTE HACIA EL BISEL.
EL TOPE "L" NO DEBE TOCAR EL RODILLO.

**METODO DE VERIFICACION
CON EL ESCANTILLON "L"**



EL ESCANTILLON "L" COLOCADO ENTRE EL BRYEN
SE ENFUNDARÁ LATERALMENTE HACIA EL BISEL.
EL TOPE "L" DEBE TOCAR EL RODILLO.

L : ANCHO DEL PATIN.

a : DISTANCIA ENTRE LOS PLANOS VERTICALES DEL DESCANSO DE
RODAMIENTO Y LA SALIENTE.

b : DISTANCIA ENTRE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO Y LA ZONA DE
EMPALME DEL DESCANSO DE RODAMIENTO CON LA CARRA LATERAL DEL
HONGO.

L : 1.25mm.

FALLA DE ORIGEN

f) Recorte.

Los lingotes parcialmente laminados y las barras laminadas deberán ser saneados de manera suficiente en la cabeza y en el pie.

g) Enfriamiento.

Los rieles de calidad ordinaria, después del laminado es enfriado al aire en lugar cubierto y en condiciones tales que el enderezado consecutivo sea reducido al mínimo.

h) Identificación.

Los rieles deberán marcarse con los siguientes datos:

- La marca de la fábrica.
- El número de mes y año de fabricación.
- El símbolo del procedimiento de elaboración.
- El símbolo del tipo de acero.
- El peso en libras por yarda y las letras que precisan el perfil.
- Una flecha cuya punta indica la dirección de la cabeza del lingote.

i) Acabado.

Toda operación en frío o en caliente, que tengan por objeto disimular un defecto, queda formalmente prohibida.

Todos los rieles deberán tener un remate de ejecución muy cuidadoso y estar exentos de defectos perjudiciales para un buen servicio de los mismos y en particular fisuras de cualquier tipo, grietas, escamas, oquedades y faltas de metal.

3.2 JUNTAS AISLANTES.

Son los perfiles de material aislante de plástico (end-post), utilizados en las juntas aislantes de los rieles y pistas de rodamiento metálicas en las vías del Metro de la Ciudad de México.

Los perfiles aislantes se fabricarán con poliamida. Las características del material y las condiciones de aplicación deberán cumplir con los requerimientos eléctricos (resistencia eléctrica superficial) y mecánicos (resistencia a la compresión, capacidad de curvatura) exigidas durante las pruebas de recepción.

Resistencia Eléctrica Superficial.

La muestra será aceptable si no se observa ninguna desviación en la aguja del voltímetro al efectuar la medición, con corriente eléctrica.

Resistencia a la Compresión.

La muestra será aceptable si la profundidad de la huella formada por el punzón no es superior a 1.5 mm. y no deberá producirse un desgarramiento ni deformación del material.

Capacidad de Curvatura.

La muestra deberá de tener una capacidad de curvatura, debido a que con el paso del convoy, ésta sufre una deflexión, que en el caso de tratarse de una planchuela rígida, ésta se empezaría a fisurar y posteriormente se rompería.

3.2.1 Fabricación.

En la fabricación de las planchuelas aislantes, se debe considerar las siguientes normas, y así se podrá obtener una excelente calidad del material a usar, en cada una de las juntas aislantes.

- 1.- Los perfiles deberán obtenerse por moldeado.
- 2.- La alimentación del molde no deberá hacerse en el alma del perfil aislante.
- 3.- Las piezas deberán tener bordes bien definidos y sin rebabas, superficies lisas, sin grietas u otros defectos superficiales.
- 4.- Cualquier retoque destinado a ocultar un defecto susceptible de perjudicar la capacidad de las piezas en servicio está prohibido

3.3 ARMADO DE VIA

Se describe el conjunto de operaciones requeridas para colocar sobre los durmientes y la primera capa de balasto, los rieles de seguridad de las vías del Metro.

La instalación de rieles comprende en términos generales las siguientes operaciones:

- 3.3.1 Abastecimiento de los rieles a la zona de trabajo.
- 3.3.2 Montaje de los rieles.
- 3.3.3 Soldadura de los rieles por el método aluminotérmico.
- 3.3.4 Colocación de juntas aislantes
- 3.3.5 Colocación balasto 2ª capa. (acabado, arreglo y bateado).

3.3.1 Abastecimiento de los Rieles a la Zona de Trabajo.

Se hará el abastecimiento de los rieles aproximadamente en el sitio de su ubicación final; en líneas subterráneas en túnel ó cajón el abastecimiento de los rieles se hará por los espacios o zonas previamente destinadas para el suministro de materiales, bien sea en zonas intermedias o desde el extremo de las líneas.

Los rieles y los perfiles almacenados nunca deberán ser colocados en el suelo, sino sobre calzas preferentemente de madera.

Está estrictamente prohibido golpear sobre los perfiles o practicar una marca cualquiera por medio de un buril, martillo, maza o sierra.

Si el abastecimiento de los rieles se hace utilizando alcancías, las maniobras deberán efectuarse obligatoriamente por una estructura de repartición de carga.

Los rieles podrán transportarse a cuestras, ya sea ayudándose con las manos o con pinzas. Por otra parte, está prohibido para voltear un riel meter las pinzas en los barrenos destinados a los tornillos de las planchuelas; operación que debe ejecutarse con las manos o con piezas especiales.

Los rieles se ubicarán fuera del espacio que ocupará una de las vías y se adaptarán para que puedan circular sobre ellos un pértico de carga rodante.

Para la maniobra de colocación de los rieles podrán utilizarse balancines, tomando las mayores precauciones para evitar accidentes y deterioros. Si los rieles fuesen estropeados, ya sea antes o después de su colocación, siempre que sea posible deberán ser enderezados en frío por medio de una prensa. Si se llega a reconocer que es imposible enderezar los rieles bajo dichas condiciones, se deberá retirar y reemplazar por otro.

Se utilizarán vehículos que los lleven hasta su sitio de colocación definitivo, los que circularán por una vía temporal usando los mismos rieles que formarán parte de la vía definitiva.

Una vez formada y terminada la primera vía de rieles se podrá usar para la circulación de vehículos de ruedas metálicas que trasladen los materiales de la vía faltante, pudiendo colocarse alternadamente ambas vías.

Salvo en caso de utilizar vagones especiales provistos de grúas, las maniobras de las carga y descarga de rieles deberán efectuarse obligatoriamente mediante rampas. En el casos de descarga, Los rieles puestos sobre las rampas deberán ser guiados y retenidos por medio de cuerdas y de ganchos firmemente sujetos al vagón. Está estrictamente prohibido tirarlos para cargarlos o descargarlos.

3.3.2 Montaje de los Rieles.

La vía de rieles está compuesta por dos rieles del tipo 80 ASCE (39.1 kg/m.), fijados sobre durmientes de madera o de concreto reforzado y colocados sobre la primera capa de balasto una vez compactada al nivel requerido.

En el caso de los durmiente de madera se tendrá mucho cuidado en apretar sucesivamente los tirafondos de un mismo riel, correspondiente a un mismo durmiente. Con el fin de facilitar la introducción de los tirafondos en los durmientes de madera, se untará grasa en la punta del perno, quedando estrictamente prohibida su introducción por percusión.

Para los durmientes de concreto, la colocación de los rieles sobre ellos se hará respetando los siguientes lineamientos:

a) Se extremarán las precauciones para evitar que se dañen las cuerdas de los pernos tirafondo, que estarán parcialmente protegidos mediante sus tuercas correspondientes, para evitar raspaduras o depositaduras en los durmientes de concreto y así mismo evitar daños en los rieles.

b) Antes de asentar los rieles sobre los durmientes de concreto, se verificará que no exista basura ni objetos extraños sobre las almohadillas de caucho o hule en las que descansarán.

c) Utilizando pórticos para colocar los rieles sobre las almohadillas de hule que constituyen su asiento sobre los durmientes de concreto. Alineando un perfil de acuerdo al eje de trazo y verificando la distancia entre rieles.

d) A continuación se retiran las tuercas de los pernos tirafondo adyacentes a los rieles, para colocar las grapas y lograr la primera fijación del riel. La grapa interior que se coloque podrá ser de cualquier número entre el 7 y el 10, de los previstos para instalación de los durmientes de concreto; sin embargo se escogerá preferentemente una grapa del No. 9 o del 10. La grapa central se colocará en esta etapa con mayor dimensión en el sentido longitudinal de la vía, de modo que la muesca prevista en ella asiente sobre el riel para lograr la fijación inicial de éste, sin evadir el espacio en que posteriormente se alojará la pista; esta grapa central con muesca, podrá ser de cualquiera de los números en que se tenga disponible. (Fig. 3.3)

e) Se apretarán las tuercas de los pernos tirafondo a 8.9 daN-m (9 kg-m), con una tolerancia de +1 y -0 daN-m (+1 y -0 kg-m).

En el caso de utilizarse un sistema combinado de durmientes de madera y de concreto, después de alinear los rieles mediante los escantillones, se procede a la fijación de los durmientes de madera bajo los rieles, para lo cual será necesario levantarlos con una tenaza apropiada y calzarlos al nivel requerido y a continuación se colocarán los tirafondos correspondientes; finalmente se realizará la fijación sobre los durmientes de concreto.

- (A) GRAPA EXTERIOR
- (B) GRAPA CENTRAL
- (C) GRAPA INTERIOR



FIG. 3.3 NOMENCLATURA DE GRAPAS

3.3.3 Soldadura Aluminotérmica Para Riel.

Los rieles se fabrican en longitudes nominales de 18 m., por lo que es necesario ejecutar soldaduras por el método aluminotérmico, para obtener las longitudes continuas de vía. La longitud mínima de riel que se puede soldar es de 4.5 m.

Si la soldadura aluminotérmica de los rieles se hace después del armado de la vía, los rieles serán mantenidos por medio de un planchuelado provisional o por prensas de apriete.

El espacio necesario entre extremos de rieles para la ejecución de las soldaduras, será conservado por medio de separadores adecuados. Las juntas de riel serán concordantes y en voladizo entre dos durmientes. No deberá haber ninguna junta de riel soldada a menos de 0.10 m. del borde de un durmiente.

En tramos en curva, los rieles previamente soldados o colocados por tramos de 18 m., serán curvados al radio requerido, cuando este sea inferior a 300 m. La curvatura antes de la colocación de los rieles se hará en la obra por medio de prensas apropiadas; la operación se llevará a cabo progresivamente y sin golpes bruscos, debiendo realizarse perfectamente con roladora. Esta operación de curvado deberá hacerse con un cuidado particular en los extremos. Al terminar dicha operación deberá verificarse el correcto curvado por el método de las flechas, con una regla de 1.5 m. en los extremos; la tolerancia será de ± 0.125 m. Los extremos que no puedan ajustarse rigurosamente al radio requerido serán cortados sistemáticamente.

En la soldadura de rieles, por aluminotermia, se utiliza el fenómeno, fuertemente exotérmico, de la reducción del Oxido de hierro, por el aluminio, según la siguiente fórmula:



La mezcla de polvos de aluminio y Oxido de Hierro, a la cual son añadidos unos productos de adición y que permiten obtener, un acero, de unas características deseadas, se llama: carga ó porción .

El Acero y el Oxido de aluminio que resulten de la reacción, indicada con el encendido de la Porción , son llevados a su estado líquido, por el fuerte calor desprendido, durante dicha reacción, separándose por decantación, dentro del crisol en que se efectúa.

El contenido líquido del crisol, es colado en el interior de un molde que envuelve los extremos de los rieles a soldar.

El interior del molde ha sido precalentado mediante un quemador de propano y aire inducido durante un tiempo prefijado.

El calor aportado por el acero líquido a alta temperatura, provoca la fusión de los extremos de los rieles, formando una masa homogénea (metal de aportación y metal de base) que por solidificación, asegura, después del enfriamiento completo, la unión de los rieles.

a) Clasificación de los Rieles en función de la aleación.

En función de las distintas composiciones de los rieles a soldar, la soldadura acabada, tendrá una dureza igual o ligeramente superior a la del riel.

De forma general, los rieles se pueden clasificar por su aleación:

Riel de bajo contenido en carbono (riel normal)

Dureza: 223 Brinell, equivalente a 76 kg/mm².

Calidad 80

Riel alto contenido en carbono (riel naturalmente duro)

Dureza: 285 Brinell, equivalente a 97 kg/mm²

Calidad 100

Riel aleado (cromo - vanadio, cromo - molibdeno)

Dureza: 321 Brinell, equivalente a 106 kg/mm².

Calidad 120

b) Tipo de Pre calentamiento:

Pre calentamiento: Aire Pulsado - Gasolina.

Aire Pulsado - Propano.

Oxígeno - Propano.

c) Tipo de Destape.

Automático

El proceso con ligero precalentamiento necesita una regulación exacta del caudal de la colada en el molde.

El uso de la boquilla automática, además de permitir el destape a tiempo sin la intervención del soldador, garantiza por el orificio calibrado, un resultado óptimo de la soldadura.

d) Espacio entre Rinles a Soldar ó "Cala".

25 milímetros.

e) Composición y Presentación de un KIT de soldadura.

La composición de un Kit de soldadura está conformada por los siguientes elementos:

- 1 Carga ó Porción de Soldadura
- 1 Fósforo de Encendido (siempre en empaque aparte.)
- 1 Juego de Moldes Refractarios.
- 1 Pan de Pasta Refractaria FUSAL LP, para el sellado de los moldes
- 1 Boquilla de Destape Automático. (D.A)

A excepción del Fósforo de Encendido estos materiales se presentan en forma de conjunto, dentro de una caja de cartón debidamente protegidos uno del otro.

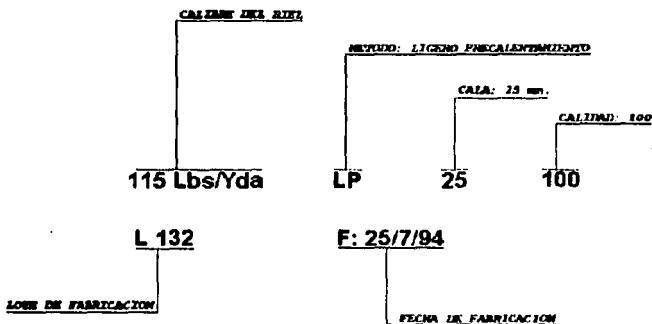
f) Nominado de la soldadura.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

El KIT de soldadura Aluminotérmica y la bolsa de polietileno que contiene la Porción lleva las siguientes referencias.

- Calibre del riel.
- Método de soldadura (CF ó LP.)
- Cala ó Espacio entre rieles a soldar.
- Tipo de aleación (calidad).
- Número de lote de fabricación.
- Fecha de fabricación.

EJEMPLO:



FALLA DE ORIGEN

g) Instrucciones para la Aplicación.

- Inspección de los extremos de los rieles a soldar:

Toda fisura (ó inicio de fisura) que se detecte, (fisuras del agujero para las planchuelas, en el alma, etc.) así como deformaciones (puntas vencidas, etc.) deben ser eliminadas por corte.

Debe tenerse en cuenta, que el agujero más cercano al extremo a soldar, debe quedar fuera del Molde.

Todo resalto del perfil (rebabas procedentes del corte, etc.) que puedan entorpecer el acoplamiento del Molde, deben ser eliminados, por esmerilado.

- Cala ó Espacio entre Rieles a Soldar:

La cala espacio entre rieles es indicada por el fabricante y viene referenciada en la nominación impresa en la bolsa de la porción.

En el caso que nos ocupa, la cala es de 25 mm. con una tolerancia de 21 mm. (figura 3.4).

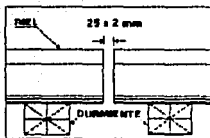


FIG. 3.4 CALA.

Esta cala se medirá perfectamente, con una Galga Triangular graduada, tanto de una parte como de la otra de la cabeza y el patín. Las cuatro medidas deben estar dentro de las tolerancias antes indicadas.

La cala se obtiene por alojamiento o aproximación de los perfiles ó por corte.

- Corte de los Rieles - Limpieza de los extremos a soldar.

Si para obtener la Cala es necesario cortar los rieles, debe hacerse preferentemente con una sierra de disco abrasivo.

El corte con soplete debería usarse, solo en caso de emergencia, pero si se utiliza este método, debe hacerse con un soplete con guía de corte y debe soldarse inmediatamente después de efectuado el corte.

Una vez efectuado el corte, los extremos de los rieles, deben ser cuidadosamente limpiados con ayuda de un Cepillo Metálico, de una piqueta, lima ó buril, etc. a fin de eliminar todas las rebabas y trazas de óxido suciedad ó grasas, que pudieran perjudicar la calidad de la soldadura.

- Movimiento del Balasto y Elementos de Fijación.

En principio no deben removerse más balasto que el necesario, para permitir una buena colocación del molde.

Deben soltarse cuatro o cinco fijaciones a cada lado de la soldadura, para permitir efectuar el alineamiento, en el caso de que el riel se haya fijado sobre el durmiente.

En el caso de los durmientes de concreto, en los que el calor o eventuales proyecciones de metal líquido pudieran dañar las suelas o apoyos de hule, éstos se retirarán mientras se efectúe la soldadura.

- Alineamiento.

El alineamiento tiene por objeto posicionar en planta y en perfil los extremos de los rieles a soldar.

El alineamiento se efectúa, con la ayuda de una regla de 1 metro de longitud y de elementos ó dispositivos que permitan modificar la posición de los rieles, tales como:

Cunas de Madera.

Gatos hidráulicos.

Regla de Alineamiento.

En el transcurso de las operaciones de alineamiento, es conveniente evitar el herir el Patín de los rieles.

Para facilitar el trabajo de alineamiento se debe efectuar un alineamiento "grosero" al ojo., colocándose a unos 3 metros a cada lado de la soldadura. Hecha esta operación previa los extremos de los rieles a soldar deben quedar "vencidos" es decir ligeramente hacia abajo.

- Alineamiento en Planta.

Sea cual sea el trazado de la vías, las caras internas del Hongo, deben alinearse perfectamente sobre una longitud mínima de 1 metro.

La posición de la parte baja de los rieles, debe ser igualmente alineada, a nivel de la unión del Alma con el Patín, a fin de que los extremos de los rieles a soldar queden con la misma inclinación. (figura 3.5).

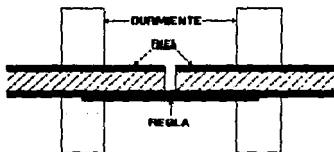


FIG. 3.5

En curva este alineamiento se consigue mediante la utilización de tirantes.

- Alineamiento en Perfil.

La superficie de rodamiento de los rieles a soldar, deben alinearse con una flecha hacia arriba en el punto de la soldadura.

El valor de esta Flecha se mide colocando la regla de Alinear, de 1 metro centrada con la Junta y debe tener en cada extremo, una luz entre regla y riel de 0.5 a 1.5 mm. (figura 3.6).

Esta flecha es necesaria para que una vez efectuado el esmerilado de terminación, la Junta quede alineada con la regla.

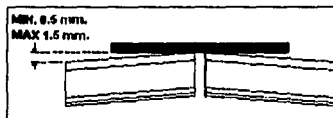


FIGURA 3.6

IMPORTANTE:

Al empezar un frente de trabajo, el soldador debe examinar las primeras soldaduras, que le darán, en función de la longitud del esmerilado necesario, para dejar a regla la Junta, la exactitud de su alineamiento y la necesidad de aportar correcciones pertinentes.

Tanto el alineamiento en planta como en perfil se efectúa colocando cuñas de madera, entre la cabeza del durmiente y el patín del riel. Debe prohibirse el alineamiento, mediante el calzado del durmiente, con el balasto.

- Colocación de Moldes.

El molde debe posicionarse de manera que el eje de la cámara de soldadura, corresponda con el de la Cala a soldar. Debe también ser perpendicular al eje longitudinal del riel.

Por la abertura superior del molde, se puede verificar el centrado de éste, respecto a la cabeza del riel y por los agujeros de las coladas, el centraje respecto a los patines. (figura 3.7).

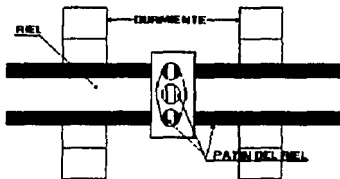


FIG. 3.7.

Los moldes se sujetan sobre el riel mediante una pieza llamada Prensa Porta Moldes.

Una vez colocados los dos medios moldes, se presenta la pieza inferior la Placa de Fondo y se procede a un presellado, colocando un bordón de Pasta Refractaria FUSAL LP a todo su alrededor, al mismo nivel que la pieza refractaria (fig. 3.8). Después se suspende de los anillos inferiores de la Placa Portamoldes y mediante un giro de las manivelas de éstas, quedará presionada contra el fondo del molde.

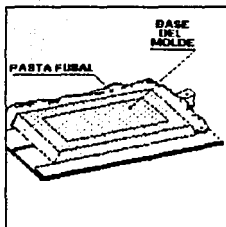


FIGURA 3.8

La fijación entre molde y riel se consigue mediante la aplicación de la Pasta Refractaria FUSAL LP (figura 3.9).

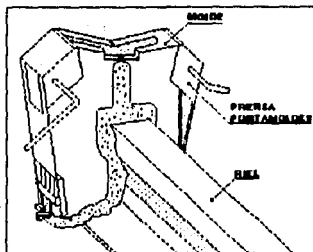


FIGURA 3.9

Antes de colocar los moldes se efectúa una escotadura en ambas mitades, en la parte superior del lado opuesto, al que se colocará la Prensa Portamoldes, con objeto de crear un rebosadero, por donde pasará la escoria al recipiente llamado Cubeta para el Corindón. El ancho y profundidad de esta escotadura, está indicado con unos trazos en el molde. (figura 3.10).

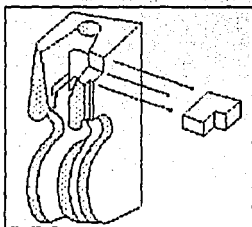


FIGURA 3.10

Finalmente se coloca sobre el riel y arrimada al molde la Cubeta para el Corindón, sellando el contacto entre ambos con Pasta refractaria FUSAL LP. (figura 3.11).

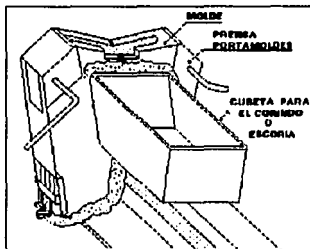


FIGURA 3.11

IMPORTANTE:

El soldador, antes de colocar los moldes debe verificar que todos los orificios y conductos están perfectamente libres, sino deberá proceder a su limpieza.

- Preparación del Crisol en caso de un Crisol Nuevo.

Para la preparación de el crisol es necesario realizar los siguientes pasos:

- 1º- El Crisol Refractario, debe acomodarse dentro de la Funda Metálica para crisol.
- 2º- Entre esta funda y crisol se coloca una capa de Pasta Refractaria.
- 3º- Una vez montado el Soporte para el Crisol, éste debe ser SECADO concienzudamente, ya sea con el Calentador ó bien efectuando una "colada falsa" con una porción que se haya desechado (el romperse una bolsa ó perderse parte de su contenido). (figura 3.12)

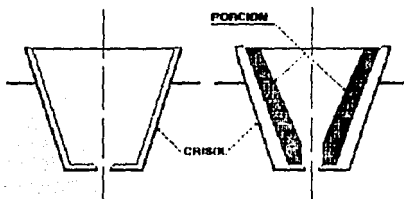


FIGURA 3.12

- Preparación en el caso de un Crisol Usado.

Antes de empezar cada Jornada de trabajo, debe también calentarse para hacer desaparecer toda posible humedad.

Para la colocación de la boquilla Automática se procederá de la siguiente forma. (figura 3.13)

Eliminar cuidadosamente del Fondo del Crisol, la escoria depositada por la reacción precedente, alrededor del alojamiento de la boquilla. Efectuar esta operación con parte puntiaguda de la Varilla Especial para Boquilla Automática.

Voltear el Crisol y empujar los restos de la Boquilla Automática empleada en la reacción precedente. Efectuar esta operación con la parte puntiaguda de la varilla.

Colocar la Boquilla Automática en su alojamiento y acoplarla con la varilla.

Verter el polvo refractario que acompaña a la boquilla.

La capa de escoria que se va formando en cada reacción, debe romperse antes que alcance un espesor considerable, que haga disminuir la capacidad del Crisol. Esta operación se efectúa con la parte puntiaguda de la Varilla Especial para Boquilla automática y debe ejecutarse cada 8 ó 10 soldaduras.

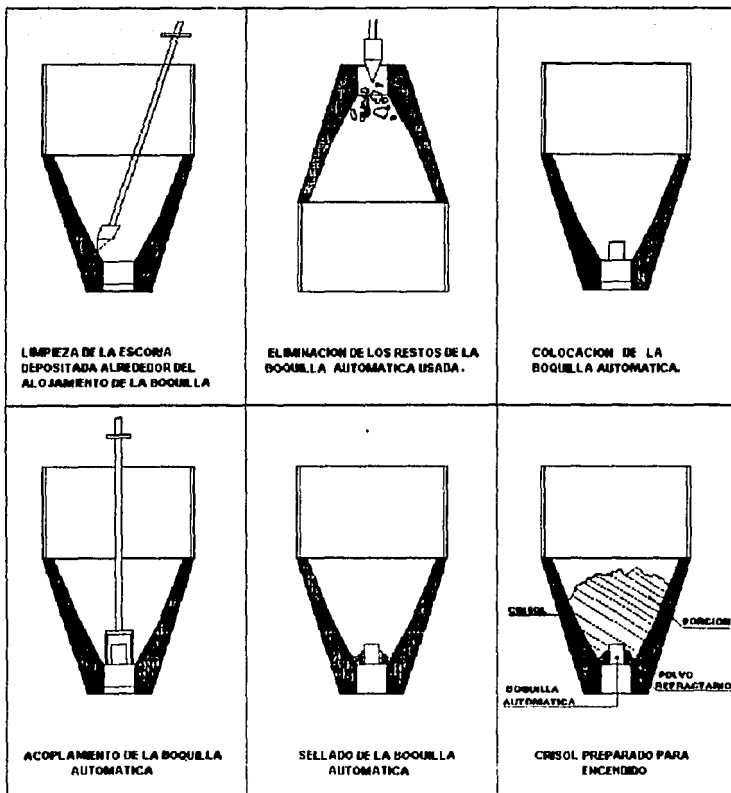


FIG. 3.13 PREPARACION DEL CRISOL PARA BOQUILLA AUTOMÁTICA.

FALLA DE ORIGEN

Para extraer los residuos producidos por las operaciones mencionadas anteriormente, se volteará el Crisol. No debe intentarse hacer pasar todos los residuos por el alojamiento de la boquilla, ya que esto lo deteriora innecesariamente.

Una vez que la Boquilla Automática está colocada en su alojamiento y sellada con polvo refractario, el soldador tomará la porción y se asegurará que su denominación corresponde al riel que va a soldar, y al tipo de procedimiento que se está usando, así como la bolsa se encuentre en buen estado, sin rotura que hayan producido la pérdida de parte de su contenido y vertirá el contenido dentro del crisol, no sin antes efectuar una homogenización de la porción, agitándola dentro de la bolsa.

El crisol así preparado, junto con su soporte Basculante se coloca sobre la Prensa Portamoldes, en el tubo existente para tal efecto.

Con anterioridad se habrá verificado que el crisol quedará centrado con el molde en el momento de la colada.

- Pre calentamiento.

El pre calentamiento tiene por objeto secar toda traza de humedad en el riel, en los moldes y elevar la temperatura del riel hasta cierto punto.

Esta temperatura se comprueba por medio del cambio de color de las marcas hechas con crayón "termocolor" de valor 850º a 900º C. (figura 3.14), o en caso de no tener los crayones, cuando el metal tenga una coloración "rojo cerezo"

La obtención de la temperatura puede alcanzarse por medio del uso de cualquiera de los siguientes equipos:

- Precalentador Ligero (butano/propano).
- Precalentador Ligero Venturi (butano/propano).
- Quemador aire/propano o aire gasolina.
- Quemador oxígeno/propano.

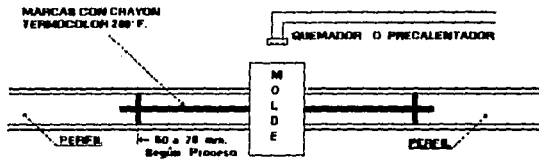


FIG 3.14

Una vez terminado el precalentamiento se levantará el calentador y se colocará el tapón en su alojamiento del molde y se procederá a la reacción y colada. (figura 3.15).

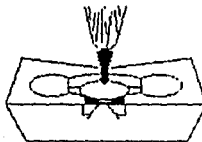


FIGURA 3.15

- Reacción y Colada.

- 1°.- Terminando el ligero Precaentamiento y colocado el tapón, se dá un giro al crisol, hasta que quede centrado con el molde.**
- 2°.- Se prende el fósforo de Encendido, acercándolo al interior del molde.**
- 3°.- Se introduce el fósforo de encendido en la porción contenida en el crisol y se coloca la tapa.**
- 4°.- Se inicia la reacción**
- 5°.- El crisol se destapará automáticamente transcurrido el tiempo necesario para que se efectúe la Reacción y Decantación de los elementos en fusión.**
- 6°.- Por la parte inferior del crisol fluirá primeramente el acero, llenará el molde y posteriormente el corindón que al encontrar el molde lleno, rebosará por la escotadura efectuada previamente al molde, a la Cubeta para Corindón.**

- Desmoldeo.

Una vez terminada la colada se procederá a retirar los herrajes, efectuando esta operación "sin prisas, pero sin pausas" por el siguiente orden:

- 1°.- cubeta para corindón (esperar la solidificación).**
- 2°.- Crisol con su soporte.**
- 3°.- Placas Portamoldes y Placa Inferior.**

En estas operaciones habrán transcurrido de 2 a 3 minutos.

Después de comprobar que el metal colado se ha consolidado suficientemente, el soldador procede a romper el molde por su parte superior, a unos 5 cm. aproximadamente sobre la superficie del risal, con la ayuda de un Cortador de Excesos (Tajadera), recogién dose este sobrante en una pala (figura 3.16).

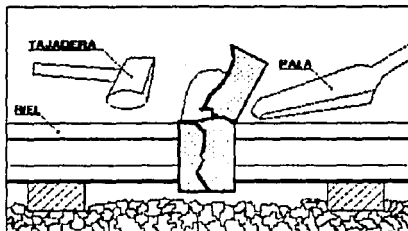


FIGURA 3.16

- Corte.

Se iniciará el corte por el exceso superior del hongo de la soldadura, la mitad en un sentido y la otra mitad en el otro, para evitar arrancamientos del metal (Figura 3.17)

A continuación se recorta el lateral del hongo, por la parte interior de la vía y después el lateral del lado exterior de la vía.

La base de la colada tiene una reducción de sección, para que una vez fría la soldadura, con un golpe de martillo se rompan las coladas al ras del refuerzo de la soldadura.

IMPORTANTE:

Debe tenerse cuidado con la inclinación que se da a la Tajadera, para evitar profundizar en el corte dentro de la sección del riel.

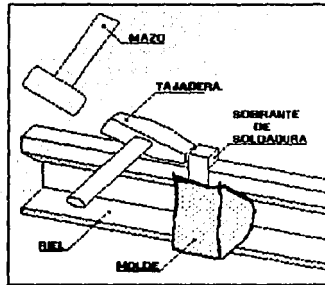


FIGURA 3.17

- Limpieza.

Una vez fría la soldadura se raspan las coladas y se procede a una cuidadosa limpieza de la soldadura eliminando todo resto de arena del molde, mediante una piqueta y un cepillo de púas metálicas.

- Esmerilado.

El esmerilado tiene por objeto la reproducción del perfil del hongo.

Existen varios tipos de esmeriles, para Soldadura Aluminotérmica, sea cual sea el tipo que se escoja, debe tenerse en cuenta que esta operación debe efectuarse con una rueda lapidaria.

El esmerilado se efectúa en dos fases:

1'.- *Esmerilado de desbaste*

2'.- *Esmerilado de Terminación.*

Esmilado de Desbaste.

Consiste en suprimir la mayor parte de los excedentes de soldadura que quedan después del corte.

Esta operación se puede efectuar con la soldadura aún caliente.

En vías principales, el esmerilado de desbaste no debe dejar sobresesores superiores a 0.5 mm., sobre el hongo y la cara lateral de este, por el lado interior de la vía.

Esmilado de Terminación.

Con este esmerilado reproduciremos lo más perfectamente posible la continuidad del perfil del hongo.

Debe ser efectuado cuando la soldadura está completamente fría.

Idealmente, debería hacerse el esmerilado de terminación con el riel ya sujeto a sus fijaciones, la vía alineada perfectamente y después del paso de un par de circulaciones.

Los restos de las coladas y las rebabas en el patín debe ser esmeriladas, evitando dejar aristas vivas.

En Principio en una soldadura alineada correctamente este esmerilado afectará unos 10 cm. a cada lado de la soldadura, para quedar ésta, de acuerdo con las tolerancias geométricas exigidas. Sin embargo este esmerilado se puede prolongar hasta desvanecerse en toda la longitud de la Regia de 1 metro centrada con la soldadura, siempre y cuando no se traslade un defecto de exceso de flecha a 50 cm. del centro de la soldadura.

- Verificación.

La verificación de la soldadura, solo puede hacerse cuando ésta, esté totalmente acabada, es decir, limpia y con el esmerilado de terminación.

La verificación comprende dos tiempos:

1º.- Verificación de aspecto.

2º.- Verificación de geometría.

Verificación de aspecto.

En una soldadura debe aparecer:

- Discontinuidad en la superficie de rodamiento, tales como: porosidades, defectos de fundición, grietas ó heridas.
- Defectos importantes tales como: Incrustaciones de corindón o arena, rechupes.
- Deformaciones en el bosaje ó resañó.
- Decalaje entre rieles.
- Decalaje entre los moldes.

Verificación de la geometría.

El control de la geometría está destinado a verificar la calidad del alineamiento y del esmerilado de terminación.

Se efectúa con la ayuda de una regla de 1 metro y con un juego de galgas o laines de mecánico y controla la rectitud del hongo, en el plano y en el perfil y la inclinación de los rieles.

3.3.4 Colocación de Juntas Aisiantes para Riel.

La vía de rieles se corta en un cierto número de tramos que sirven para la señalización. Un tramo es separado del inmediato anterior por medio de juntas aislantes situadas en cada fila de riel y pista metálica.

Las juntas aislantes se colocan en voladizo entre dos durmientes, distantes 0.40 m. entre ejes (figura 3.18).

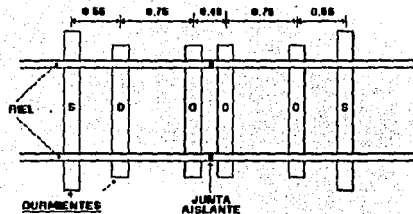


FIG. 3.18

Para obtener una "Junta perfecta", se realizarán las juntas aislantes mediante cortes con disco o sierra en un mismo tramo del perfil. Los barrenos serán realizados obligatoriamente con una plantilla.

Una junta aislante de riel incluye un separador aislante ("end-post"), dos planchuelas aislantes y dos plaquetas metálicas que unen los extremos de los rieles (fig.3.19).

Cada planchuela está fijada por seis tornillos con roldana y tuerca.

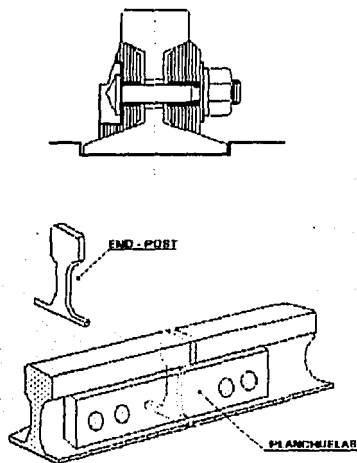


FIGURA 3.19 JUNTA AISLANTE RIEL 80 lb/yd.

3.2.5 Colocación de Balasto 2a. Capa.

Después de la colocación directa de la vía sobre la sub-capa de balasto nivelada y compactada, se procederá al abastecimiento del balasto complementario, a la elevación de la vía hasta el nivel, la alineación, el arreglo y el bateado correspondientes al primer ajuste de la vía.

El bateado debe ser particularmente enérgico hasta el extremo de los durmientes, para así lograr una buena transmisión de esfuerzos generados tanto en la vía de rodamiento como en el guiado.

Hacia el interior de la vía, para el caso de los durmientes monobloques el "bateado" se continuará hasta una distancia aproximada de 0.40 m. del borde de rodamiento de riel. El centro del durmiente recibe un "bateado" ligero con el fin de no crear un punto duro que podría ocasionar fisuras y eventualmente la ruptura del durmiente.

Con respecto al nivel teórico de las vías en línea recta, los peraltes en curva se reparten de la siguiente manera y se recuerda que las dos vías en curva no se encuentran al mismo nivel.

- a) Para la vía de radio menor, el centro de la vía se conserva y el peralte se reparte por mitad arriba y abajo del nivel teórico de la rasante.
- b) Para la vía de radio mayor el peralte se llevará por completo arriba del mismo nivel.
- c) El peralte pasa del valor cero a su valor máximo sobre la longitud de la clotoide que une la línea recta a la curva circular.

Cuando pasamos de una parte recta a una curva el peralte se presenta de la siguiente forma:

1°.- Sobre la vía de radio menor, el riel de la fila del mayor radio se eleva mientras que el riel de la fila del menor radio se baja sobre la longitud de la ciotolde; ninguna de las dos pendientes debe ser superior a 1.5 mm/M.

2°.- Sobre la vía de radio mayor solamente el riel de la fila del radio mayor se alza sobre la longitud de la ciotolde. El riel de la fila del radio menor que en el nivel teórico de la rasante.

La pendiente debe de ser en todos los casos inferior o igual a 3 mm/m. En otros términos la deflexión máxima de la vía férrea nunca debe ser superior a 4 mm/m.

El arreglo de la vía se hace a un nivel de 0.02 m. al provisto, de madera que el plano de rodamiento se encuentre, después del asentamiento debido al paso de los trenes, al nivel fijado.

Posteriormente a la operación de "bateado" definitivo, se verificará la alineación de la vía recta ya en curva (con un aparato topográfico o con cordel, anotando los valores de las flechas en curva) y se harán según el caso, las correcciones necesarias. Todas las fijaciones son verificadas y apretadas de nuevo, respetando el torque correspondiente.

Luego del "bateado" y del arreglo fino, se realiza la repartición uniforme del balasto.

3.4 ACTIVIDADES PARA EL ARMADO DE VIA.

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OERA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Carga de Riel 80 lb/tyd.	Grúa de 20 ton.	Hrs.	1	0.73
	Tractocamión.	Hrs.	1	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Manoobrino.	Hrs.	10	
Traslado	Tractocamión.	Hrs.	1	2.82
Descarga y Almacenamiento del riel.	Grúa de 20 ton.	Hrs.	1	0.73
	Tractocamión.	Hrs.	1	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Manoobrino.	Hrs.	10	
Descarga y Almacenamiento de durmiente de concreto tipo "o"	Grúa de 20 ton.	Hrs.	1	2.82
	Tractocamión.	Hrs.	1	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Manoobrino.	Hrs.	10	
Descarga y Almacenamiento de durmiente de concreto tipo "u"	Grúa de 20 ton.	Hrs.	1	0.87
	Tractocamión.	Hrs.	1	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Manoobrino.	Hrs.	10	
Introducción al cajón de durmiente tipo "u"	Grúa de 20 ton.	Hrs.	1	2.87
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Manoobrino.	Hrs.	10	
		Hrs.		
Introducción al cajón de durmiente tipo "o"	Grúa de 20 ton.	Hrs.	1	0.87
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Manoobrino.	Hrs.	10	
		Hrs.		
Introducción al cajón del riel 80 lb/tyd.	Grúa de 20 ton.	Hrs.	1	0.82
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Manoobrino.	Hrs.	10	
		Hrs.		
Introducción de Lorrys con pérdida de subsistencia.	Grúa de 20 ton.	Hrs.	1	3.77
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Ayudante Obra Via.	Hrs.	10	
		Hrs.		

FALLA DE ORIGEN

ARMADO DE VIA

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Distribución de durmiente tipo "a"	Pérrico de Sustitución. Oficial de Via. Armador de Via. Ayudante Obra Via.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 2 10	3.82
Distribución de durmiente tipo "b"	Pérrico de Sustitución. Oficial de Via. Armador de Via. Ayudante Obra Via.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 2 10	1.87
Distribución de riel	Pérrico de Sustitución. Tenazas para Riel. Oficial de Via. Armador de Via. Ayudante Obra Via.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	2 4 1 2 10	3.77
Españamiento aproximado del riel para la soldadura.	Tenazas para Riel. Oficial de Via. Armador de Via. Ayudante Obra Via.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 2 10	2.00
Alineamiento del durmiente tipo "a"	Pérrico de Sustitución. Cabo Escalera. Oficial de Via. Armador de Via. Ayudante Obra Via.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 1 2 10	3.17
Alineamiento del durmiente tipo "b"	Pérrico de Sustitución. Cabo Escalera. Oficial de Via. Armador de Via. Ayudante Obra Via.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 1 2 10	1.87
Carga de elementos de fijación en alfileres.	Camioneta F-300. Oficial de Via. Ayudante Obra Via.	Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 4	0.30
Traslado de elementos de fijación.	Camioneta F-300.	Hrs.	1	1.50

FALLA DE ORIGEN

ARMADO DE VIA

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Descarga de elementos de fijación	Camiensa F-900.	Hrs.	1	0.50
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Ayudante Obra Via.	Hrs.	4	
Armado de la Via.	Tirafondadora.	Hrs.	1	12.57
	Lorry 10 ton.	Hrs.	1	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Armador de Via.	Hrs.	2	
	Ayudante Obra Via.	Hrs.	90	
Introducción de Desplazadora Ripadora de Via.	Grúa 20 ton.	Hrs.	1	1.07
	Tractocamión 40 ton.	Hrs.	1	
	Desplazadora Ripadora.	Hrs.	1	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Maniobrero.	Hrs.	90	
	Ayudante Obra Via.	Hrs.	90	
Introducción de Motogenerador con 4 saizadoras. Niveladora y Equipo de Bateo.	Grúa 20 ton.	Hrs.	1	1.57
	Tractocamión 40 ton.	Hrs.	1	
	Motogenerador con 4 saizadoras.	Hrs.	1	
	Cabe Rana	Hrs.	30	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Maniobrero.	Hrs.	90	
	Ayudante Obra Via.	Hrs.	90	
1 era. Nivelación	Desplazadora Ripadora.	Hrs.	1	24.32
	Motogenerador con 4 saizadoras.	Hrs.	1	
	Cabe Rana	Hrs.	30	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Armador de Via.	Hrs.	2	
	Ayudante Obra Via.	Hrs.	90	
	Cadenete.	Hrs.	4	
Retiro de Desplazadora Ripadora de Via.	Grúa 20 ton.	Hrs.	1	1.17
	Tractocamión 40 ton.	Hrs.	1	
	Desplazadora Ripadora.	Hrs.	1	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Maniobrero.	Hrs.	90	
	Ayudante Obra Via.	Hrs.	90	

FALLA DE ORIGEN

ARMADO DE VIA

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
2a. Nivelación y Estado de durmientes tipo "b"	Niveladora	Hrs.	1	19.87
	Metogenerador con 4 calzadores.	Hrs.	1	
	Cabo Rama	Hrs.	20	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Armador de Via.	Hrs.	2	
	Aguyente Obra Via. Cadenete.	Hrs.	16 4	
Aplicación del Par de asfalto	Torquimetr.	Hrs.	1	1.25
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Aguyente Obra Via.	Hrs.	1	
Retiro de Metogenerador con 4 calzadores. Niveladora y Equipo de Bateo.	Grúa 20 ton.	Hrs.	1	1.57
	Tractocamión 40 ton.	Hrs.	1	
	Metogenerador con 4 calzadores.	Hrs.	1	
	Cabo Rama	Hrs.	20	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Monteborn.	Hrs.	10	
	Aguyente Obra Via.	Hrs.	10	
Tiempo Total de Armado de Via. Para 100 mts.			94.93 Hrs.	

FALLA DE ORIGEN

COLOCACION DE BALASTO 2A. CAPA.

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Traslado, introducción de Trackmobile y Balastera.	Trackmobile.	Hrs.	1	1.82
	Volquete Thermit (Balastera).	Hrs.	2	
	Grú de 20 Ton.	Hrs.	1	
	Tractacamión	Hrs.	1	
	Oficial de Vía.	Hrs.	1	
	Manoobreros.	Hrs.	10	
Introducción de Balasto 2a. Capa.	Cargador Frontal.	Hrs.	1	1.22
	Bacha o Tolva.	Hrs.	1	
	Grú de 20 Ton.	Hrs.	1	
	Trackmobile.	Hrs.	1	
	Volquete Thermit (Balastera).	Hrs.	2	
	Oficial de Vía.	Hrs.	1	
Distribución de Balasto 2a. Capa.	Trackmobile.	Hrs.	1	2.07
	Volquete Thermit (Balastera).	Hrs.	1	
	Oficial de Vía.	Hrs.	4	
	Ayudante Obra Vía.	Hrs.	1	
	Ayudante Obra Vía.	Hrs.	10	
Retiro de Trackmobile y balastera.	Grú de 20 Ton.	Hrs.	1	1.82
	Trackmobile.	Hrs.	1	
	Volquete Thermit (Balastera).	Hrs.	2	
	Tractacamión	Hrs.	1	
	Oficial de Vía.	Hrs.	1	
	Manoobreros.	Hrs.	10	
Traslado de Trackmobile y Balastera.	Tractacamión	Hrs.	1	0.07
	Trackmobile.	Hrs.	1	
	Volquete Thermit (Balastera).	Hrs.	2	
Tiempo para la Colocación de Balasto 2a. Capa Para 100 mts. de Vía.			7.00 Hrs.	

FALLA DE ORIGEN

SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA PARA RIEL 80 LBS/YD.

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANDO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Carga, Transporte y Descarga de Soldaduras de CALOMEX a el almacen.	Camioneta F-350 Oficial de Via. Ayudante Obra Viea.	Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 4	0.50
Carga, Transporte y Distribución hacia las Alcantaras por fuera del tramo incluyendo Tanques de Oxigeno y Gas Butano.	Camioneta F-300 Oficial de Via. Ayudante Obra Viea.	Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 4	0.50
Ejecución de la Soldadura Aluminotérmica para riel de 80 lbs/yd.	Tirafondadora. Lorry Pesado de 5 ton. Oficial de Via. Soldador Especializado en Aluminotermia Ayudante de Soldador. Ayudante Obra Viea.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	1 2 1 1 2 6	11.42
Esmerilado de soldadura Aluminotérmica de riel 80 lbs/yd.	Esmeril Chicote. Conjunto p/ amolar con Chicote y cabezal. Equipo para ejecutar la soldadura Aluminotérmica Oficial de Via. Operador Maquinaria Menor. Ayudante Obra Viea.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 1 1 1 1	2.50
Tiempo de la Soldadura Aluminotérmica para Riel 80 lbs/yd. necesario para 100 mts. de Via.			14.92 Hrs.	

FALLA DE ORIGEN

COLOCACION DE JUNTA AISLANTE PARA RIEL 80 LBS/YD.

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Localización del Sudo de la Junta, presentar las Planchuelas y Marcar Barranos.	Trafondadores.	Nra.	1	1.12
	Oficial de Via.	Nra.	1	
	Agente de Obra Via.	Nra.	0	
	Armador de Via.	Nra.	2	
Corte con Segura para Riel.	Motocerra para Perfiles de Via.	Nra.	1	1.80
	Operador de Maquinaria menor.	Nra.	1	
	Asistente de Operador.	Nra.	1	
Esmerilado de las caras del perfil.	Conjunto s/motor con Chicle y cabezal.	Nra.	1	0.50
	Esmeril Chicle.	Nra.	1	
	Operador de Maquinaria menor.	Nra.	1	
	Asistente de Operador.	Nra.	1	
Hechura de los Barranos con Taladro para Riel.	Taladro de Via.	Nra.	1	1.82
	Oficial de Via.	Nra.	1	
	Agente de Obra Via.	Nra.	0	
	Armador de Via.	Nra.	2	
	Operador de Maquinaria menor.	Nra.	1	
Colocación de End-Post y Planchuelas	Trafondadores.	Nra.	1	0.50
	Oficial de Via.	Nra.	1	
	Agente de Obra Via.	Nra.	0	
	Armador de Via.	Nra.	2	
Tiempo de Colocación de 2 Juntas AISLANTES para Riel 80 lbs/yd.		4.74 Hrs.		

FALLA DE ORIGEN

CAPITULO CUARTO

PISTA METALICA

- 4.1 PISTA METALICA FRANCESA.**
- 4.1.1 CARACTERISTICAS GENERALES.**
- 4.2 PISTA METALICA NACIONAL EN ACERO A-36.**
- 4.2.1 CARACTERISTICAS GENERALES**
- 4.3 INSTALACION DE PISTAS.**
- 4.3.1 ABASTECIMIENTO DE PISTAS A LA ZONA DE TRABAJO.**
- 4.4 COLOCACION DE JUNTAS AISLANTES.**
- 4.5 SOLDADURA DE PISTAS METALICAS.**
- 4.6 MONTAJE DE LAS PISTAS.**
- 4.7 ACTIVIDADES PARA LA COLOCACION DE PISTA METALICA.**

4.1 PISTAS METALICA FRANCESA.

La pista metálica es utilizada como superficie de rodamiento para las ruedas neumáticas de los trenes de pasajeros, y se utiliza también para el funcionamiento de la señalización; las pistas estan constituidas por perfiles metálicos en forma de I, de alas anchas y son colocadas en el lado exterior de los rieles; al igual que los rieles, las pistas descansan en los duramientos, los cuales son fijados mediante el uso de un perno tirafondo.

4.1.1 Características Generales

Los perfiles de Pista Metálica deberá tener las siguientes características.

a) Materiales.

los perfiles serán de acero del tipo E-24-2-NE definido por la norma francesa A 35-501 y que tiene la siguientes características mecánicas:

Esfuerzo de ruptura R: $36.0 \text{ daN/mm}^2 \leq R \leq 44.0 \text{ daN/mm}^2$.
 $3670 \text{ kg/cm}^2 \leq R \leq 4490 \text{ kg/cm}^2$.

Alargamiento: $A \geq 28\%$.

Doblado en frio a 180°: No deben existir grietas o desgarres en el metal.

b) Requisitos Químicos.

- a) Carbono : < 0.200 %
- b) Fósforo : < 0.055 %
- c) Azufre : < 0.055 %
- d) Nitrógeno: < 0.008 %

c) Fabricación.

Los perfiles se sacan de lingotes parciales laminados o de empaquetados, dependiendo del tipo de colada que se emplee, horno de hogar abierto, básico al oxígeno u horno eléctrico.

Antes de empezar la fabricación, el proveedor preparará dos series de escantillones machos y hembras que permitan la verificación del perfil teórico de las pistas por fabricar, así como dos serie de escantillones de mínimo y máximo correspondientes a las tolerancias sobre las dimensiones prescritas.

d) Laminado.

- Lingotes parcialmente laminados obtenidos por colada clásica.

La sección inicial de los lingotes debe ser cuando menos veinte veces mayor que la del perfil por laminar.

Los lingotes deben conservarse en posición vertical hasta su solidificación y no deben enfriarse artificialmente.

Cualquiera que sea el sentido en que se presenten los lingotes al laminado, las expresiones "recorte de cabeza", "cabeza de una pista", "recorte de pie", "pie de una pista, designan respectivamente el recorte o el extremo de una pista, la más cercana, ya sea de la cabeza o del pie del lingote.

- Lingotes obtenidos con empaquetados de colada continua.

La sección inicial de los lingotes deberá ser cuando menos ocho veces mayor a la del perfil por laminar.

En ambos casos, el laminado debe ejecutarse en caliente mediante un método adecuado para evitar el riesgo de grietas en las alas del perfil.

e) Recorte.

- Lingotes parcialmente laminados obtenidos por colada clásica.

Los lingotes y las pistas laminadas deben ser suficientemente saneados tanto en la cabeza como en el pie para que los perfiles cumplan con las condiciones de uso.

- Lingotes obtenidos con empaquetados de colada continua.

El primero y el último empaquetado de cada colada deberá ser saneado en la cabeza y en el pie para que los perfiles cumplan con las condiciones de uso.

f) Acabado Final.

El enderezado debe efectuarse en frío mediante acción progresiva y sin golpes.

La puesta en longitud también se efectuara en frío, con fresa o con cualquier otro medio que dé el mismo resultado. Las rebabas resultantes del fresado se quitan con lima o con cualquier otro medio, a condición que no resulte ningún biselado sensible del perfil. Queda prohibido componer con martillo.

g) Dimensiones y Peso.

Las dimensiones y tolerancias del perfil serán las indicadas en la figura 4.1, tomando en cuenta lo siguiente:

- Las barras serán entregadas en tramos de 18 m. de largo.

- Se aceptarán barras inferiores a los 18 m. (Estas últimas barras deberán tener una longitud comprendida entre 9 m. y 18 m. y serán entregadas en largos múltiples de 0.75 metros.)

- El peso normal admitido por unidad de longitud se calculará tomando como densidad del metal 7.85 kg/dm^3 , por lo que el peso normal métrico de las barras será igual a 68.334 kg/m.
Para cada fabricación, el peso de las barras entregadas se evalúa multiplicando la longitud total por el peso promedio métrico que resulta de la pesada de veinte barras escogidas.

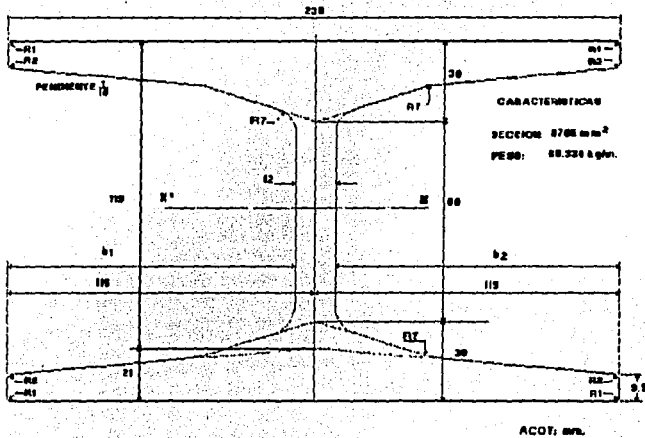


FIG. 4.1 PISTA METALICA.

FALLA DE ORIGEN

4.2 PISTA METALICA NACIONAL EN ACERO A-36.

Es un perfil metálico tipo I de alas anchas y caras exteriores paralelas, destinados a servir de pista de rodamiento para los trenes con rueda neumática del Metro de la Ciudad de México.

4.2.1 Características Generales

Los perfiles de Pista Metálica deberá cumplir con las siguientes propiedades.

a) Materiales.

Los perfiles serán de acero estructural tipo A-36, definido por la norma NOM B-254, con las siguientes características mecánicas:

Tensión de ruptura: $40.0 \text{ daN/mm}^2 < R < 55.0 \text{ daN/mm}^2$.
 $4080 \text{ kg/cm}^2 < R < 5610 \text{ kg/cm}^2$.

Límite de fluencia, mínimo: 24.7 daN/mm^2 (2520 kg/cm²).

Alargamiento en 200 mm de longitud calibrada, mínimo: 20 %.

Alargamiento en 50 mm de longitud calibrada, mínimo: 21%.

b) Fabricación.

El acero empleado en la fabricación de las pistas deberá ser no efervescente y obtenerse por uno o más de los siguientes procesos:

- a) Horno de hogar Abierto.
- b) Horno básico al oxígeno.
- c) Horno Eléctrico.

c) Requisitos Químicos.

El producto terminado deberá de cumplir con los siguientes requerimientos Químicos:

- a) *Carbono* : < 0.300 %
- b) *Fósforo* : < 0.050 %
- c) *Azufre* : < 0.060 %
- d) *Nitrógeno* : < 0.009 %
- e) *Manganeso* : < 0.30 % Mn < 0.90 %

d) Laminado.

La sección transversal del lingote deberá ser cuando menos 20 veces mayor que la del perfil que se va a laminar; los lingotes deberán mantenerse en posición vertical hasta su completa solidificación y no deberán enfriarse artificialmente.

El laminado será ejecutado con el objeto de obtener superficies lisas y uniformes.

e) Recorte.

Los lingotes y los perfiles laminados deberán ser saneados suficientemente en los dos extremos, para que las pías cumplan con las condiciones requeridas.

f) Enfriamiento.

Las barras deberán dejarse enfriar en una posición tal, que las deformaciones producidas por el enfriamiento lleguen a ser, en todo lo posible, sensiblemente rectilíneas.

Durante toda la duración del enfriamiento hasta alcanzar temperatura ambiente, las pistas deberán estar protegidas contra la lluvia y contra cualquier contacto fortuito con el agua.

g) Terminación.

Las caras y los extremos de las pistas deberán estar exentas de fisuras, grietas, rebabas, rechupes o cualquier otro defecto que perjudique la calidad del perfil.

h) Dimensiones y Peso.

Las dimensiones del perfil son las mismas que en el caso de la pista francesa, tomando en cuenta las tolerancias siguientes.

- Las pistas serán entregadas en tramos de 18.00 m. de largo
- Se aceptarán pistas de longitud inferior a los 12.00 m. teniendo en cuenta que deberán ser de 9.00 a 12.00 m., y serán entregadas en largos múltiplos de 0.75 m.
- El peso normal admitido por unidad de longitud se calcula tomando como peso volumétrico del metal 7.85 kg/dm³.
- El peso normal por metro de las pistas es igual a 68.334 kilogramos.

4.3 INSTALACION DE PISTAS.

Se describe el conjunto de operaciones que sirven para colocar las pistas metálicas de rodamiento y cuya función es la de recibir directamente las cargas verticales que transmiten los trenes de pasajeros por medio de las ruedas neumáticas. Se colocan al exterior de los rieles y se utilizan también para el funcionamiento de la señalización.

4.3.1 Abastecimiento de las Pistas Metálicas a la Zona de trabajo.

El abastecimiento de las Pistas Metálicas es igual al que se realiza con los rieles; se debe de llevar la pista metálica al sitio aproximado de su ubicación final, e introducirías por las alcancías.

Las pistas metálicas que son almacenadas en las afueras del cajón, no deberán estar colocadas en el suelo sino que deberán estar calzadas, de preferencia con maderas o polines, para que no se dañen.

Para poder bajar las pistas hacia la losa de cajón se utilizará una grúa de pluma con una capacidad de 20 ton. como mínimo, la forma de sujetar los perfiles será, por medio de estroboas de acero; bajando a la vez cierta cantidad de piezas para que estas no se maltraten entre sí.

Para la maniobra de colocación de las pistas metálicas a lo largo del túnel, se utilizarán pórticos, tomando las mayores precauciones para evitar accidentes y deterioros.

Si las pistas sufrieran daños durante esta maniobra, y estos resultarían muy considerables, se debe retirar y reemplazar por otro, en caso contrario se podrá corregir ahí mismo por medio de una prensa, y se debe realizar en frío.

4.4 COLOCACION DE JUNTAS AISLANTES.

La pista metálica incluye juntas aislantes en los extremos de los tramos de señalización, enfrente de las juntas aislantes de riel. Físicamente, las juntas estarán colocadas en voladizo entre dos durmientes, distantes a 0.40 m. entre ejes (figura 4.2).

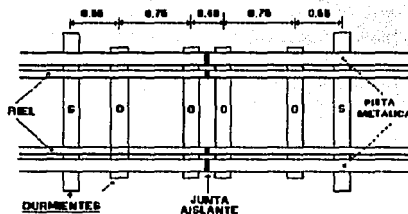


FIG.4.2. COLOCACION DE JUNTA AISLANTE PARA PISTA METALICA

Al igual que una junta aislante de riel, la junta aislante para pista está compuesta por los siguientes elementos:

- 1 separador de material aislante (end-post).
- 2 planchuelas aislantes (epoxi-fibra de vidrio).
- 4 Plaquetas.
- 6 tornillos con arandelas y tuercas.

La colocación de una junta aislante para pista metálica se muestra en la figura 4.3

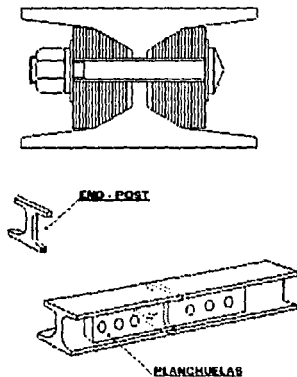


FIG. 4.3. JUNTA AISLANTE PARA PISTA METÁLICA

4.5 SOLDADURA DE LAS PISTAS METÁLICAS.

La pista metálica, constituida por perfiles que pesan aproximadamente 68.4 kg (670 N.) por metro lineal, se coloca solamente cuando la vía de rieles está en su sitio definitivo.

La soldadura de las pistas colocadas en su posición definitiva es bastante delicada debido a la cercanía del riel, por lo que se necesitan moldes especiales que constan de cinco partes, por lo que es mejor dejar esta operación para los casos absolutamente necesarios. Por lo tanto, las pistas serán soldadas previamente de un extremo al otro en el centro de la vía por grandes tramos y luego colocados en su sitio definitivo.

Antes de colocar cada pista para soldarla, habrá que emparejarla tomando en cuenta las marcas distintivas con pintura blanca sobre cada una de ellas. Estas marcas son necesarias por las tolerancias de laminado y estarán ubicadas entre 0.75 m. y 1.5 m de los extremos que fueron puestas durante su fabricación. Estas marcas permiten conocer:

- a) La clasificación de las pistas, según su altura.
- b) La clasificación de las pistas, según su ancho real.
- c) La diferencia en los anchos de las alas.
- d) Los extremos de las pistas cuyas superficies de emplanchado respeten la tolerancia de ± 0.5 mm.

En cada grupo, de acuerdo con su altura y ancho, se deberá juntar un extremo con otro de un tramo idéntico o similar; por ejemplo, un extremo marcado con dos rayas prodrá juntarse con un extremo de una, dos o tres rayas, pero se evitará juntar dos extremos marcados con una y tres rayas respectivamente.

Un procedimiento análogo deberá observarse en las alturas. Asimismo, los triángulos que indiquen el ala más ancha, deberán situarse después de la colocación en la cara de rodamiento de la pista y del lado del riel. Una vez que se hayan tomado estas precauciones, las pistas serán colocadas en el centro de la vía para la ejecución de las soldaduras.

No todas las uniones serán soldadas antes de la colocación de las pistas. Algunas deben ejecutarse en el sitio definitivo como por ejemplo, las uniones en curva. Para facilitar la introducción del molde, la unión deberá estar lo más cerca posible del eje del espacio entre dos durmientes consecutivos. Si es necesario, se harán cortes en los extremos de los perfiles para establecer la unión en buena posición.

Las pistas destinadas a las curvas de radio menor o igual que 350 m., serán previamente curvadas por medio de una máquina especialmente instalada con este fin en los talleres. La operación de curvado deberá hacerse con cuidado particular en los extremos. Al terminar dicha operación deberá verificarse el correcto curvado por el método de flechas, con la regla de 1.5 m en estos extremos; la tolerancia en las flechas será de ± 0.125 mm., pero los extremos que no puedan ajustarse rigurosamente al radio requerido serán cortados sistemáticamente.

4.6 MONTAJE DE LAS PISTAS.

Después de haber sido soldados los tramos se colocarán sobre los durmientes, que previamente deberán haber sido limpiados para eliminar todos los cuerpos extraños de las superficies de apoyo que podría quedar entre las pistas y los durmientes.

Para la fijación de las pistas en los durmientes de concreto deberán respetarse los siguientes lineamientos:

1º.- Se retirarán las tuercas de los pernos profundo exteriores a la pista, para colocar la grapa que corresponde a esta ubicación; deberá colocarse la grapa que presente 2 mm. o menos de holgura horizontal con la pista y el durmiente. Para esto, es necesario que el personal encargado de realizar esta operación lleve consigo grasas de todos los números existentes, para que pueda determinar a la vista o al tacto probando varias de ellas, la que mejor ajusta y por consiguiente cumpla con este requisito. Colocada la grapa exterior de la pista, se procederá a apretar su tuerca a $8.9 \text{ daN}\cdot\text{m}$ ($8 \text{ kg}\cdot\text{m}$) con una tolerancia de $+1$ y $-0 \text{ daN}\cdot\text{m}$ ($+1$ y $-0 \text{ kg}\cdot\text{m}$).

2º.- La tuerca de la grapa central, que esta prevista para fijar simultáneamente a la pista y al riel, se aflojará para permitir un giro de 90° en la grapa y lograr que quede en la proyección para la fijación simultánea de estos dos perfiles; se colocará entonces la pieza metálica, marcada como estribo o cuña lateral (sapo).

3º- Al igual que en la grapa exterior de la pista, en la grapa central deberán obtenerse 2 mm o menos de huecos laterales, para ello, podrá presentarse el caso de que la grapa con muesca utilizada inicialmente para fijar únicamente al riel, tenga que ser combinada en esta etapa por otra distinta que ajuste en mejor forma y que incluso puede ser una grapa normal sin muesca

4º- En caso necesario podrá utilizarse como grapa central la grapa que se haya colocado como grapa interior del riel, si es que sirve mejor para dejar menos huego, en su lugar se colocará la grapa con muesca que inicialmente se haya colocado como grapa central

5º- Debido a que los rieles deben encontrarse alineados y nivelados, la operación de aflojamiento, giro, posible cambio y reapete de la grapa central, así como de la grapa interior, deberá realizarse durmiente por durmiente, evitando siempre que en dos o más durmientes consecutivos se aflojen al mismo tiempo las tuercas de las grapas que sujetan al riel

Después de la colocación de los tramos soldados, ninguna soldadura deberá localizarse a menos de 0.10 m. del borde de un durmiente.

FALLA DE ORIGEN

4.7 ACTIVIDADES PARA LA COLOCACIÓN DE PISTA METÁLICA.

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD.	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Carga en camion de Pista Metálica	Grúa de 20 ton. Tractocamión 40 ton. Oficial de Vía. Manobrista.	Mts. Mts. Mts. Mts.	1 1 1 10	0.75
Transportación de Pista Metálica	Tractocamión 40 ton.	Mts.	1	2.02
Descarga y Almacenamiento de Pista Metálica.	Grúa de 20 ton. Tractocamión 40 ton. Oficial de Vía. Manobrista.	Mts. Mts. Mts. Mts.	1 1 1 10	0.75
Introducción y Distribución	Grúa de 20 ton. Tractocamión 40 ton. Lorry Pasado. Oficial de Vía. Manobrista. Amasador de Vía. Ayudante Obra Vía.	Mts. Mts. Mts. Mts. Mts. Mts. Mts.	1 1 1 1 3 2 8	4.87
Armaso de Pista Metálica.	Tirafondadora. Torquimetro. Oficial de Vía. Amasador de Vía. Ayudante Obra Vía.	Mts. Mts. Mts. Mts. Mts.	1 1 1 2 8	11.77
Tiempo Total para la Colocación de Pista Metálica en 100 mts. de Vía.				19.96 Hrs.

FALLA DE ORIGEN

SOLDADURA ALUMINOTERMICA PARA PISTA METALICA.

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Carga, Transporte y Descarga de Soldaduras para Pista Metálica de CALOMEX a el almacén.	Camioneta P-300	Hrs.	1	0.50
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Agente Obra Via.	Hrs.	4	
Carga, Transporte y Distribución hacia las Alcantaras por fuera del tramo incluyendo Tanques de Origen y Gas Butano.	Camioneta P-300	Hrs.	1	0.50
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Agente Obra Via.	Hrs.	4	
Ejecución de la Soldadura Aluminotérmica para Pista Metálica.	Tirafondadora.	Hrs.	1	15.00
	Lorry Pasado de 6 ton.	Hrs.	2	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Soldador Especializado en Soldadura Aluminotérmica	Hrs.	1	
	Agente de Soldador.	Hrs.	2	
	Agente Obra Via.	Hrs.	6	
Esmerilado de soldadura en la Pista Metálica.	Esmeril Chicote.	Hrs.	1	5.00
	Conjunto #1 amolar con Cabeles y cabezal.	Hrs.	1	
	Equipo para ejecutar la soldadura Aluminotérmica	Hrs.	1	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Operador Maquinaria Menor.	Hrs.	1	
	Agente Obra Via.	Hrs.	1	
Tiempo de la Soldadura Aluminotérmica para Pista Metálica, para 100 mts de Via.				21.00 Hrs.

FALLA DE ORIGEN

COLOCACION DE JUNTA AISLANTE PARA PISTA METALICA

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Localización del Sitio de la Junta, para pista presentar Planchuela y Marcar Barranos.	Tirafondadora.	Mts.	1	1.32
	Oficial de Via.	Mts.	1	
	Ayudante Obra Via.	Mts.	8	
	Armador de Via.	Mts.	2	
Corta de Pista Metálica con Seguet.	Motosierra para Partido de Via.	Mts.	1	1.17
	Operador de Maquinaria Menor.	Mts.	1	
	Ayudante de Operador.	Mts.	1	
Esmerilado de las caras del perfil.	Conjunto p/amolador con Chisole y cabezal.	Mts.	1	0.82
	Esmeril Chisole.	Mts.	1	
	Operador de Maquinaria Menor.	Mts.	1	
	Ayudante de Operador.	Mts.	1	
Hechura de los Barranos con Taladro en la Pista Metálica.	Taladro de Via.	Mts.	1	1.00
	Oficial de Via.	Mts.	1	
	Ayudante Obra Via.	Mts.	8	
	Armador de Via.	Mts.	2	
	Operador de Maquinaria Menor.	Mts.	1	
Colocación de End-Post, Planchuelas	Tirafondadora.	Mts.	1	0.50
	Oficial de Via.	Mts.	1	
	Ayudante Obra Via.	Mts.	8	
	Armador de Via.	Mts.	2	
Tiempo de colocación de 2 Juntas Aislantes para Pista Metálica.		4.81 Hrs.		

FALLA DE ORIGEN

CAPITULO QUINTO

BARRA GUIA

- 5.1 AISLADOR.**
- 5.1.1 REQUISITOS DE CALIDAD.**
- 5.1.2 MONTAJE DE AISLADOR.**
- 5.2 BARRA GUIA.**
- 5.2.1 REQUISITOS DE CALIDAD.**
- 5.2.2 COLOCACION PROVISIONAL DE LA BARRA GUIA PARA EL TRAZO DE PERNOS NELSON.**
- 5.3 SOLDADURA ALUMINOTERMICA DE BARRA GUIA.**
- 5.4 SOLDADURA DE PERNOS AUTOSOLDABLES MEDIANTE EL METODO NELSON.**
- 5.4.1 SOLDADURA DE PRUEBA.**
- 5.4.2 LUGAR DE REALIZACION DE LAS SOLDADURAS.**
- 5.4.3 SUMINISTRO DE PERNOS Y ANILLOS.**
- 5.4.4 AJUSTE ANTES DEL SOLDADO EN SERIE.**
- 5.4.5 EJECUCION DE LA SOLDADURA.**
- 5.4.6 EXAMEN DE LAS SOLDADURAS.**
- 5.4.7 MONTAJE DEFINITIVO Y AJUSTE DE LAS BARRAS GUIA.**
- 5.5 VERIFICACION DEL AJUSTE DE LAS BARRA GUIA.**
- 5.6 PULIDO Y GRAFITADO.**
- 5.7 ACTIVIDADES PARA LA COLOCACION DE BARRA GUIA.**

5.1 AISLADOR.

Un aislador está constituido por un bloque aislante homogéneo, capaz de proporcionar un aislamiento eléctrico perfecto y permanente, a pesar de los esfuerzos mecánicos a los cuales será sometido en servicio y las condiciones físicas reinantes o las que podrán presentarse ocasionalmente (aislador mojado por aguas de infiltración cargadas de sales, cebadura de corto circuito en la inmediata cercanía). Los aisladores no incluirán ningún material metálico.

Los aisladores se emplean para dar apoyo y hacer la fijación de las barras guías y toma de corriente del Metro de la Ciudad de México.

Existen dos tipos principales de aisladores que se diferencian por la forma de los orificios para la fijación de las barras guía: los de orificios ovalados que se utilizan en las vías expuestas a la intemperie y que permiten las expansiones y contracciones de las barras debidas a los cambios de temperatura y además los de orificios redondos que se colocan en las vías instaladas en túnel o cajón. (Figura 5.1).

5.1.1 Requisitos de calidad.

a) Físicos:

- El incremento de peso no deberá exceder de .2 por ciento de el peso total del aislador, el cuales de 5.5 kg.

b) Mecánicos:

- El aislador no deberá sufrir alteración alguna ni presentar indicios de fisuras.
- Ningún aislador deberá presentar ruptura y ninguna fisura abierta será aceptado.
- El aislador será sometido a carga hasta la ruptura.

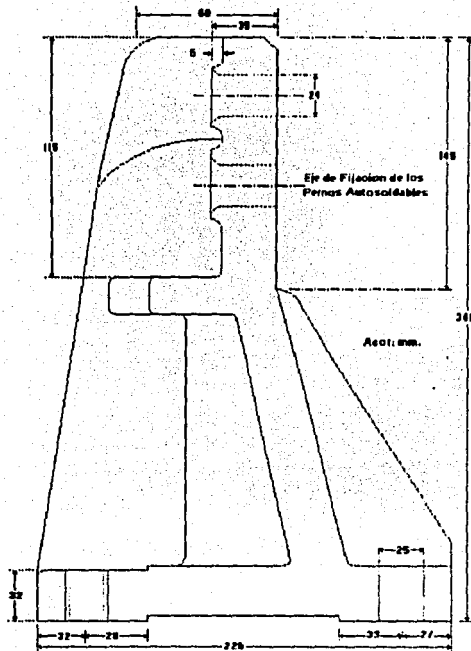


FIGURA 5.1 AISLADOR.

FALLA DE ORIGEN

c) Pruebas Dieléctricas:

Para la realización de las pruebas eléctricas se monta el dispositivo mostrado en la figura 5.2.

- Resistencia al aislamiento en seco.
- Variabilidad de la resistencia a 500 volts. La resistencia interna no deberá variar.
- Contorneo en seco. El contorneo no deberá producirse para una tensión inferior a 10,000 volts.
- Contorneo bajo lluvia. El contorneo no deberá producirse para una tensión inferior a 5,000 volts.
- Recuperación de aislamiento después de mojado. Al cabo de 30 minutos, la resistencia de aislamiento no deberá ser inferior a 100 megohms.
- Resistencia después de inmersión en agua durante 24 horas. La resistencia obtenida no deberá ser inferior a 100 megohms.
- Perforación. La tensión deberá ser mayor que 10,000 volts.
- Arco eléctrico a 750 volts. No deberá producirse reiniciación del arco al término de cada uno de los ciclos.
- Tensión bajo infiltración de agua salada.

d) Térmicos.

- Verificación de no propagación de flama. El área de la zona quemada no será mayor que 60 mm.
- Resistencia a los cambios bruscos de temperatura.
- Prueba de envejecimiento acelerado. No se deberán observar fisuras ni fracturas.

e) Acabados:

Los aisladores deberán ser compactados y exentos de burbujas de aire o de porosidades. Deberán presentar una superficie exterior uniforme sin cavidades, ranuras, grietas u otros defectos que pudieran disminuir su solidez.

EL ARCO SE INICIA MEDIANTE UN PAPEL METALICO COLOCADO ENTRE LOS DOS CARBONES. CUANDO EL CARBON SUPERIOR SE ENCUENTRA ALZADO, LA DISTANCIA MINIMA ENTRE LA PIEZA BAJO TENSION (BARRA GULA) Y EL NEGATIVO (CARBON INFERIOR) ES DE 130mm.

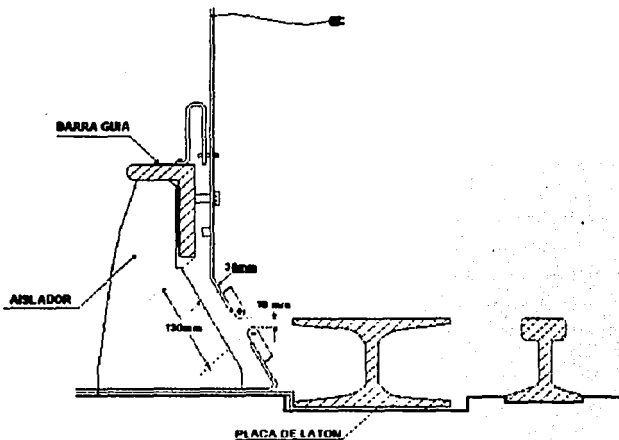


FIG. 5.2 Montaje para prueba al arco eléctrico de un aislador

FALLA DE ORIGEN

5.1.2 Montaje de los Aisladores.

En los durmientes de concreto los aisladores son fijados a los durmientes por medio de cuatro tornillos de 22 mm. de diámetro y 200 mm. de longitud que se sujetan a cuatro tuercas que quedan embebidas en cada bloque de concreto que conforman el durmiente. Una roldana plana y una roldana de presión deben colocarse debajo de la cabeza de cada tornillo.

5.2 BARRA GUIA

Es un perfil angular de alas con anchos desiguales fabricado en acero; sirve para el guiado, la alimentación de corriente de tracción del material rodante; es uno de los perfiles componentes de las vías del Metro de la Ciudad de México.

5.2.1 Requisitos de calidad.

Las barras guía y/o de toma de corriente serán fabricadas en acero tipo A-34-2NE (no efervescente), definido por la norma francesa A-35-501 y presenta las siguientes características mecánicas:

- a) Tensión de ruptura: $33.0 \text{ daN/mm}^2 \leq A \leq 41.0 \text{ daN/mm}^2$.
 $3370 \text{ kg/cm}^2 \leq A \leq 4180 \text{ kg/cm}^2$.
- b) Alargamiento: $A \leq 30\%$.
- c) Doblado en frío a 180°: No debe aparecer ninguna grieta o desgarre en el metal.

El producto terminado deberá tener la siguiente composición:

Carbono < 0.123 %.
Fósforo < 0.055 %.
Azufre < 0.055 %.
Nitrógeno < 0.008 %.

a) Laminado.

La sección inicial del lingote deberá ser cuando menos 20 veces mayor que la de la barra que se va a laminar; los lingotes deberán mantenerse en posición vertical hasta su completa solidificación y no deberá enfriarse artificialmente.

El laminado será ejecutado de tal manera que se obtengan superficies lisas y uniformes.

b) Recorte.

Los lingotes y las barras laminadas deberán ser saneadas suficientemente en los dos extremos de cada una de ellas.

c) Enfriamiento.

Las barras deberán dejarse enfriar en una posición tal que las deformaciones producidas por el enfriamiento lleguen a ser en todo lo posible, sensiblemente rectilíneas.

Durante la duración del enfriamiento hasta la temperatura ambiente, las barras deberán estar protegidas contra lluvia y preservadas contra cualquier contacto fortuito con el agua.

d) Acabado.

El enderezado en frío debe efectuarse gradualmente sin golpes, para evitar cualquier alteración del metal.

La puesta a longitud se efectuará por corte en frío, con fresa o con cualquier otro medio que dé el mismo resultado. Las rebabas resultantes del corte serán quitadas con lima o esmeril y está prohibido arreglarlas con martillo.

e) Terminación.

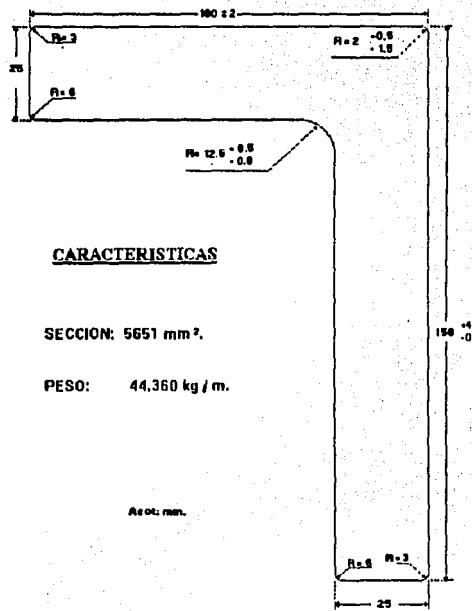
Las caras y los extremos de las barras deberán estar exentos de fisuras, grietas, rebabas, rechupos o cualquier otro defecto perjudicial para el uso del producto.

Los defectos superficiales serán sondeados y eliminados mediante cincelado hasta su completa desaparición. Cualquier operación, sea en frío o en caliente, que tenga por objeto ocultar un defecto, está formalmente prohibida.

f) Dimensiones.

Las dimensiones del perfil serán las indicadas en la figura 5.3. Las barras serán entregadas en tramos de 18 m; sin embargo, serán toleradas barras menores de 18 m., dentro del límite del 10 por ciento del tonelaje total.

Estas barra podrán tener una longitud cualquiera, con la condición que esta longitud esté comprendida entre 9 y 18 m; los extremos de estas barras serán cortadas a escuadra.



CARACTERISTICAS

SECCION: 5651 mm².

PESO: 44,360 kg / m.

As ot. min.

FIGURA 5.3 BARRA GUIA

FALLA DE ORIGEN

**5.2.2 Colocación Provisional de las barras guía para el trazado
de la posición de los pernos autosoldables.**

Esta colocación provisional se presenta en dos casos:

a) **Barras Guía en línea Recta.**

- 1º. Las barras guía serán colocadas en forma provisional sobre las cabezas de los aisladores y serán mantenidas en esa posición firmemente por medio de prensas manuales o por cualquier otro modo de fijación.
- 2º. Serán colocadas varias barras una tras otra, dejando entre ellas la separación necesaria para la soldadura aluminotérmica.
- 3º. La posición de cada perno autosoldable será marcado y trazado de manera precisa en las barras, por medio de una plantilla que podrá servir también para la soldadura de pernos autosoldables. En el caso de que se utilice para la soldadura, la plantilla deberá incluir unas guías en la ubicación de los pernos, para facilitar la introducción de la pistola para soldar; sin embargo, las dos plantillas podrán ser distintas. El modo de fijación provisional de la barra, el procedimiento de marcación y las medidas de las plantillas deberán ser lo más exacto posibles.
- 4º. La primera barra guía deberá colocarse de manera que su extremo quede entre dos aisladores y a 0.20 m. o más de la parte más cercana del aislador. Dado que las barras son de 18 m. de longitud que es múltiplo de la distancia de 3.0m. entre aisladores, la soldadura siguiente será ubicada en principio en la misma posición relativa entre dos aisladores. Sin embargo, debido a las tolerancias y a las separaciones en las uniones soldadas, puede ocurrir que en un momento dado la distancia del aislador más cercano sea inferior a 0.20m. En este caso, la barra será recortada para lograr las condiciones antes señaladas.

b) Barras guía en Curva.

1º.- Las barras colocadas en curvas de radio menor o igual que 250m. serán curvadas con una máquina roladora antes de ser enviadas a la obra. Esta operación deberá hacerse con cuidado particular: especialmente en los extremos que no puedan ajustarse rigurosamente al radio requerido, éstos serán cortados sistemáticamente. Para radios mayores, las barras serán ajustadas a la curvatura prescrita por deformación elástica.

2º.- Las barras serán colocadas sobre los aisladores en las mismas condiciones que en tangente: las ubicaciones de las soldaduras de las barras serán desplazadas rápidamente debido a la diferencia de longitud de las filas. Las barras colocadas en la fila de radio menor requerirán un mayor número de cortes.

5.3 SOLDADURA ALUMINOTERMICA DE BARRA GUIA.

Las soldaduras de barra guía, se realizarán en su posición definitiva; en curva, las fijaciones cercanas a la unión podrán ser retiradas y se colocarán de nuevo en su lugar después de la soldadura. Las soldaduras podrán encontrarse a una distancia mínima de 0.20 m. del extremo más sobresaliente de la fijación cercana, como por ejemplo los aisladores.

Cabe aclarar que las soldaduras de barra guía se realizarán de la misma manera que las de los rieles y las pistas metálicas, cambiando únicamente en el molde y el tipo de la carga que se va a utilizar., porque el método aluminotérmico es igual para todos los perfiles.

Deberá de tenerse particular cuidado en las curvas, para asegurar la regularidad de la curvatura, empleando, si fuese necesario, todo dispositivo adecuado (tirantes o prensas especiales) para poder lograr este propósito.

5.4 SOLDADURA DE PERNOS AUTOSOLDABLES MEDIANTE

EL METODO NELSON.

El método Nelson se utiliza para soldar los pernos de acero dulce que sirven para efectuar el montaje y fijación de las barras guía sobre los aisladores. Este método utiliza el calor del arco eléctrico para soldar pernos en un solo extremo sobre superficies metálicas en tiempos muy cortos.

Los trabajos de soldadura de pernos mediante el método Nelson deberán ejecutarse con el siguiente equipo:

- Equipo de soldadura con corriente continua, cuya tensión en vacío este comprendida entre 60 y 90 V, capaz de proporcionar una intensidad suficiente para el diámetro de perno previsto.
- Una caja de mando, que permita la regularización y la automatización del ciclo de soldadura y que evite el arranque de un nuevo ciclo antes de que se termine el ciclo en curso.
- Una pistola para soldar, con desplazamiento controlado y sus juegos de cables.

5.4.1 Soldadura de Prueba.

Antes de empezar la ejecución se deberá demostrar que está en condiciones de ejecutar soldaduras de excelente calidad, cualquiera que sea la posición de la pistola, vertical u horizontal, y con el equipo de soldadura indicado. Para esto, deberá ejecutar, en las diferentes posiciones, una serie de soldaduras con pernos de 16 mm. sobre una muestra de ángulo guía.

El cordón formado en la base del perno deberá ser regular y de buen aspecto. Las soldaduras realizadas no deberán tener burbujas.

Con un martillo se golpeará el perno hasta que se doble a lo largo de la pieza sobre la cual esté soldado. Una buena soldadura debe permitir el doblado sin ruptura ni principio de ruptura.

5.4.2 Lugar de Realización de las Soldaduras.

Las soldaduras deberán realizarse en las líneas del Metro en construcción. Como no se tendrá ninguna fuente de energía eléctrica, se deberá prever los equipos de soldadura adecuados, tales como baterías de acumuladores o grupos electrógenos, capaces de suministrar la potencia necesaria para la soldadura de pernos de 16 mm.

5.4.3 Suministro de pernos y anillos.

Los pernos a suministrar tendrán un diámetro de 16 mm; la longitud de la parte roscada, así como la longitud total, en principio de 80 mm. Será de acero dulce y su extremo llevará una celdilla cerrada por una cápsula engastada y de un flujo especial granular, cuya función es estabilizar el arco y desoxidar el metal líquido.

El anillo fabricado en cerámica será de forma apropiada para moldear el cordón de metal fundido que rodea el perno en su base y asegura correctamente las otras funciones que le son atribuidas, como proteger el acero contra el aire, evitar las pérdidas de calor en el arco por difusión y conductibilidad del aire ambiente y permitir la salida de los gases durante la última fase del ciclo.

5.4.4 Ajuste antes del Soldado en serie.

Antes de empezar los trabajos en serie, y después de cada cambio de material, como equipo de soldadura, caja de mando y pistola, se efectuará una serie de soldaduras para prueba sobre una barra guía muestra, colocada en la obra donde se va a realizar la soldadura. Estas pruebas tienen por objeto el ajuste de los distintos parámetros que influyen en la buena calidad de la soldadura, tales como intensidad de la corriente, tiempo de paso del arco, centrado del anillo y longitud de compresión del perno.

Se harán tantas pruebas como sean necesarias para obtener tres pernos que resistan perfectamente la prueba de doblado.

Una vez establecida la intensidad óptima, se determinarán los grados máximos de intensidad, fuera de los cuales la soldadura corre peligro de ser defectuosa.

5.4.5 Elección de la Soldadura.

El problema consiste en fijar las barras guía sobre las cabezas de aisladores mediante pernos de 16 mm. de diámetro, soldados en el interior del ángulo. Hay tres pernos por aislador y en montaje definitivo, que son horizontales; sin embargo, la soldadura no será simplemente montada provisionalmente en la vía para referenciar los pernos; luego será desarmada y descansada en la vía y se efectuará la soldadura verticalmente, con el ángulo hacia abajo. Debido a la presión que debe emplearse en esta operación se usarán plantillas, tanto para la marcación de los pernos como para la colocación de la pistola en el momento de la soldadura.

Al principio de la operación, la pistola cargada con un perno y un anillo de cerámica, que es una especie de crisol que se adapta a la forma del contorno por soldar, se aplicará sobre la parte metálica de la barra guía. Oprimiendo el gatillo, el operador pone en funcionamiento el ciclo de soldadura que es totalmente automático y depende de la regulación de la caja de mando.

Primero el perno es elevado, lo que da comienzo al arco eléctrico y se mantiene en esta posición durante el tiempo necesario para la fusión de una cierta longitud del perno (3 mm. aproximadamente) y de una parte de la barra con el metal en fusión, mientras se corta la corriente de la soldadora; cada perno es soldado en un tiempo no superior a los dos segundos. Le corresponde al operador determinar la intensidad necesaria y regular el tiempo de soldadura, en función del diámetro de los pernos y de la posición de la soldadura.

5.4.6 Examen de las soldaduras.

Después de ejecutarse los trabajos en serie y antes de colocar las barras guía en la vía, las soldaduras terminadas se examinarán y se verificará el aspecto del cordón y podrá "sondear" los pernos con el martillo, después de colocar una tuerca para evitar el desgaste de la roscas. Las soldaduras no deberán presentar ningún defecto; además, deberán ser muy regulares y los pernos tienen que estar perpendiculares a la superficie sobre la cual estén soldados. Las soldaduras defectuosas se volverán a realizar.

5.4.7 Montaje definitivo y ajuste de las barras guía.

- 1) Antes de colocar las barras, se deberá medir la cota tomada entre el borde de rodamiento del riel y del aislador por medio de una regla especial. En función de la indicaciones de colocación y del espesor teórico de las barras, deducirá el espesor de calzado a efectuar y lo inscribirá en los aisladores, en milímetros. Las calzas de ajuste tienen por objeto llevar la barra guía a la cota prevista con respecto al borde interior de rodamiento del riel más cercano.

- 2) El espesor del calzado se obtendrá mediante la añadidura de una calza permanente de tres barrenos, de 3 milímetros, y de las calzas de espesor variable, cuyo juego estará constituido de la siguiente manera:
 - a) Calzas permanentes de tres barrenos de 3,5 y 15 mm.

 - b) Calzas de ajuste fino, separadas en dos partes para facilitar su colocación, de 1, 3 y 4 mm. de espesor. Estas calzas se colocarán cuando las barras guía se encuentren puestas sobre los aisladores y antes de apretar las tuercas autofrenadas que las fijarán.

- 3) Después de la soldadura de los pernos autosoldables las barras serán montadas sobre los aisladores. Las calzas deberán colocarse en el orden siguiente, partiendo de la cara interior de la barra guía:
 - a) Calza permanente de tres barrenos.

 - b) Calzas de ajustes en dos partes.

- 4) En la tabla siguiente se presenta un ejemplo de las combinaciones posibles de estas calzas, para obtener el espesor deseado.

Calado Total, en mm.	Ajuste con una Cabeza Permanente de tres Barreras, en mm.	Ajuste con una o más Calzas en dos piezas, en mm.
21	15	6
20	15	5
19	10	9
18	10	8
17	10	7
16	5	11
15	5	10
14	5	9
13	5	8
12	5	7
11	3	8
10	3	7
9	3	6
8	3	5
7		7
6		6
5		5
4		4
3		3

Las tuercas autofrenadas, después de la colocación de las roldanas, se apretarán con una llave hasta alcanzar un par de 3 daN-m (3.06 kg-m) para limitar el esfuerzo de tracción inducido en los pernos.

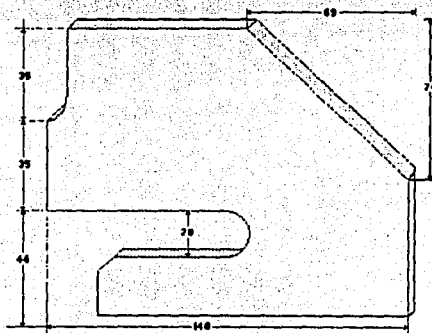
- 5) Deberá asegurarse que el ala vertical de las barras sea perpendicular al plano de rodamiento y además que las barras hayan sido colocadas respetando las tolerancias.

5.5 Verificación del ajuste de las barras Guía.

Después del montaje definitivo de la barra guía y de apretar las tuercas autofrenadas, se procederá a la verificación de la separación entre las barras guía y de la separación entre una barra guía y el borde inferior del riel más cercano para cada fila.

Si después de la verificación se observan todavía diferencias con respecto a las cotas establecidas, la diferencia será compensada mediante calzas de ajuste en dos partes. La colocación de estas calzas requiere aflojar y posteriormente volver a apretar las tuercas autofrenadas, para lo cual será necesario separar la barra del aislador.

Las calzas que se utilizan en el ajuste son ilustradas en la fig. 5.3



Acotación: mm

FIG. 5.4 CALZA DE AJUSTE

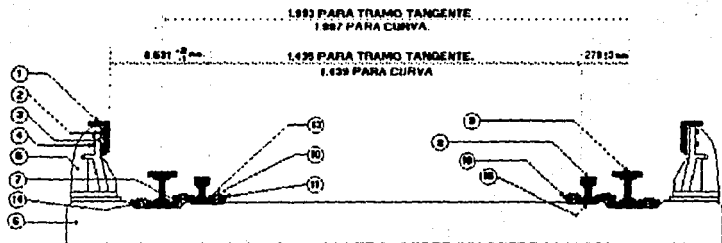
5.7 PULIDO Y GRAFITADO.

1º- Las barras guía se entregan con el acabado de laminado. Pero la cara vertical de la barra en que ruedan los neumáticos guía y se deslizan las escobillas positivas, tienen irregularidades o puntos de óxido que pueden ser molestos en el momento de la puesta en servicio, produciendo arcos eléctricos, desgaste prematuro de los neumáticos, etc.; por lo tanto, esta cara deberá esmerilarse hasta lograr quitar todas la irregularidades o puntos de óxido.

2º- Los puntos de ataque de las escobillas, es decir, cuando inicia por las crucetas el contacto, deberán esmerilarse hasta tener un puído. El resto de la barra guía se esmerila de forma más moderada, hasta quitar las Irregularidades.

3º- Una vez esmerilada la cara vertical de las barras guía, se le aplicará una capa de grasa grafitada.

En la figura 5.5 se observan las Medidas Geométricas que deberá tener la Vía Neumática del Metro de la Ciudad de México.



- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| ① BARRA GUA. | ⑥ CURTIMIENTO DE CONCRETO TIPO "S". | ⑭ ARANDELA. |
| ② CALZA PERMANENTE 3 PERFORACIONES. | ⑦ ESTRIOLA LATERAL. | ⑮ LAMPRA RESORTE. |
| ③ MEDIAS CALZAS DE A.ASTE. | ⑧ RIEL. | ⑯ PERNO TIRA FONDO. |
| ④ PERNO NELSON. | ⑨ PISTA DE RODAMIENTO. | ⑰ GRAPA. |
| ⑤ AISLADOR. | ⑩ TUERCA AUTOFRENADA. | ⑱ ALMOHADILLA DE CAUCHO. |

Fig. 5.5 Elementos de una Vía Neumática

FALLA DE ORIGEN

5.8 ACTIVIDADES PARA LA COLOCACION DE BARRA GUÍA

ACTIVIDAD	EQUIPO Y		CANT.	TIEMPO
	MANO DE OBRA	UNIDAD		TOTAL DE LA OPERACION
Carga de Barra Guía en el Almacén.	Grúa de 20 ton.	Hrs.	1	0.75
	Tractocamión.	Hrs.	1	
	Oficial de Vías.	Hrs.	1	
	Manobrista.	Hrs.	10	
Traslado de la Barra Guía.	Tractocamión.	Hrs.	1	2.02
Almacenaje de Barra Guía en la Línea.	Grúa de 20 ton.	Hrs.	1	0.75
	Tractocamión.	Hrs.	1	
	Oficial de Vías.	Hrs.	1	
	Manobrista.	Hrs.	10	
Introducción de la Barra Guía al Cajón y Máquina Diesel con Motor.	Grúa de 20 ton.	Hrs.	1	0.82
	Máquina Diesel para soldar con pistola y cables.	Hrs.	1	
	Lorry con pluma y polipasto	Hrs.	2	
	Oficial de Vías.	Hrs.	1	
	Manobrista.	Hrs.	3	
	Armador de Vía.	Hrs.	2	
Ayudante Obra Vías.	Hrs.	10		
Distribución de Barra Guía en Cajón.	Lorry con pluma y polipasto	Hrs.	2	3.77
	Oficial de Vía.	Hrs.	1	
	Armador de Vía.	Hrs.	4	
	Ayudante Obra Vías.	Hrs.	11	
Colocación Provisional de la Barra para el trazado de la posición de los Pernos Nelson.	Lorry con pluma y polipasto	Hrs.	2	1.52
	Oficial de Vía.	Hrs.	1	
	Armador de Vía.	Hrs.	4	
	Ayudante Obra Vías.	Hrs.	11	

FALLA DE ORIGEN

COLOCACION DE BARRA GUIA

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA OPERACION
Limpieza y soldado de Pernos Nelson.	Esmeril Chilcoce.	Hrs.	1	3.67
	Máquina Diesel para soldar con pistola y cables.	Hrs.	1	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Electricista.	Hrs.	2	
	Ayudante Obra Vias.	Hrs.	8	
Armado Final de la Barra guía y retro de Máquina Diesel con Motor.	Lorry con pluma y polipasto	Hrs.	2	1.52
	Máquina Diesel para soldar con pistola y cables.	Hrs.	1	
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Armador de Via.	Hrs.	8	
	Ayudante Obra Vias.	Hrs.	25	
Ajuste de medidas y " Par de Apriete "	Torquimetro.	Hrs.	1	3.45
	Oficial de Via.	Hrs.	1	
	Armador de Via.	Hrs.	3	
	Ayudante Obra Vias.	Hrs.	1	
Tiempo Total de la Colocación de Barra Guía. para 100 mts. de Via.			17.77 Hrs.	

FALLA DE ORIGEN

SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA PARA BARRA GUIA

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Carga, Transporte y Descarga de Soldaduras de CALOMEX a el simcon.	Camioneta F-350 Oficial de Via. Ayudante Obra Vias.	Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 4	0.50
Carga, Transporte y Distribución hacia las Alcantaras por fuera del tramo incluyendo Tanques de Oxigeno y Gas Butano.	Camioneta F-350 Oficial de Via. Ayudante Obra Vias.	Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 4	0.50
Ejecución de la Soldadura Aluminotérmica para Barra Guia	Tirafondadora. Lorry Pesado de 5 ton. Oficial de Via. Soldador Especializado en Aluminotérmica Ayudante de Soldador. Ayudante Obra Vias.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	1 2 1 1 2 6	14.27
Esmerilado del sobrante de la soldadura.	Esmeril Chicote. Conjunto p/ amolar con Chicote y cebeza. Equipo para ejecutar la soldadura Aluminotérmica Oficial de Via. Operador Maquinaria Menor. Ayudante Obra Vias.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 1 1 1 1	5.00
Tiempo de las Soldadura Aluminotérmica para Barra Guia necesarias en 100 mts. de Via.		20.27 Hrs.		

FALLA DE ORIGEN

COLOCACION DE AISLADOR

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Carga de Aisladores y elementos de fijación.	Camión F-400 de 16 ton. con Grúa Hieb. Oficial de Via. Maniobrista.	Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 10	0.57
Transportación.	Camión F-400 de 16 ton. con Grúa Hieb.	Hrs.	1	0.42
Descarga de Aisladores y Elementos de fijación en Alcarria.	Camión F-400 de 16 ton. con Grúa Hieb. Oficial de Via. Maniobrista.	Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 10	0.57
Introducción al Cajón.	Grúa 20 ton. Lorry pesado 8 ton. Oficial de Via. Maniobrista.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	1 2 1 10	1.53
Distribución de Aisladores.	Lorry pesado 8 ton. Oficial de Via. Armador de Via. Ayudante Obra Vías.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	2 1 2 8	0.83
Colocación y " Par de Apriete ".	Terquimetro. Oficial de Via. Armador de Via. Ayudante Obra Vías.	Hrs. Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 2 8	2.25
Tiempo Total para la Colocación de Aislador. en 100 mts. de Vía.				6.17 Hrs.

FALLA DE URGEN

LIMPIEZA Y GRAFITADO DE BARRA GUIA

ACTIVIDAD	EQUIPO Y MANO DE OBRA	UNIDAD	CANT.	TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD
Pulido de Barra Guia.	Esmeril Chicote de 3 a 4 mts. Oficial de Via. Ayudante Obra Via.	Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 10	2.07
Grafitado de Barra Guia.	Camioneta F-300 Oficial de Via. Ayudante Obra Via.	Hrs. Hrs. Hrs.	1 1 10	0.32
Tiempo en la Limpieza y Grafitado de Barra Guia. para 100 mts de Via.			2.59 Hrs.	

FALLA DE ORIGEN

CAPITULO SEXTO

PROGRAMACION DEL PROYECTO

- 6.1 LA RUTA CRITICA.**
- 6.1.1 BREVE BOSQUEJO HISTORICO.**
- 6.1.2 DIAGRAMA DEL PROCESO.**
- 6.1.3 ANALISIS DEL PROYECTO.**
- 6.2 SUMARIO DE ACTIVIDADES.**
- 6.3 RUTA CRITICA DEL PROYECTO.**
- 6.4 PROGRAMACION DE GANTT.**
- 6.5 REALIZACION DEL PROYECTO.**
- 6.6 PRUEBA PILOTO.**

6.1 LA RUTA CRITICA

El método de la ruta crítica es una técnica eficaz en la planeación y administración de todo tipo de proyectos. En esencia es la representación del plan de un proyecto en un diagrama o red, que describe la secuencia e interrelación de todas las componentes del proyecto, así como el análisis lógico y la manipulación de esta red, para la completa determinación del mejor programa de operación. Es un método que se adapta admirablemente a la industria de la construcción, pues brinda un enfoque mucho más útil y preciso, que las gráficas de barras convencionales, anteriormente empleadas como base de las planeaciones y control de la construcción. Más aún, permite la evaluación y comparación rápida de distintos programas de trabajo, métodos de construcción y tipos de equipo. Una vez que el mejor plan ha sido elaborado en esta forma, el diagrama de la ruta crítica indica claramente las operaciones que controlan la ejecución fluida de los trabajos. Finalmente, durante la construcción, el diagrama provee de una información precisa de los efectos de cada variación o retraso en el plan adoptado, permitiéndole así identificar las operaciones que reiteran cambios.

A esta técnica se le reconoce ya con varios nombres: Camino o Trayectoria Crítica, Análisis del Camino Crítico, Análisis de Redes, Programación de la Ruta Crítica, Estimación y Programación del Costo Mínimo; pero la designación Método de la Ruta Crítica (abreviado CPM), es la más satisfactoria, ya que no implica limitaciones en su uso.

6.1.1 BREVE BOSQUEJO HISTORICO.

La técnica de la Ruta Crítica tuvo su origen entre 1956 y 1958, en dos problemas simultáneos aunque diferentes, sobre la planeación y control de proyectos en E.U.

Por un lado, la Marina de Estados Unidos, estaba interesada en el control del contratista en su programa de Projectiles Polaris. Los contratos comprendían la investigación y desarrollo de trabajo, así como las manufacturas de componentes que no estaban todavía hechas. Por lo tanto, ni el costo ni el tiempo podían ser estimados con exactitud, y los tiempos de terminación tenían que estar basados en la probabilidad.

Se le pedía a los contratistas, que estimarán el tiempo requerido de sus operaciones con el siguiente criterio:

- a) Tiempo Optimista.
- b) Tiempo Pesimista.
- c) Tiempo más Probable.

Posteriormente estas estimaciones se sometían a procesos matemáticos, para determinar la fecha de terminación probable para cada contrato, y a este procedimiento convino en llamarle PERT, siglas de las palabras inglesas: *Program Evaluation and Review Technique* (Técnica de Evaluación y revisión de Proyectos).

En ese proyecto no se consideraba al costo como una variable. Recientemente se ha introducido el costo como dato (sobre la misma clase de base de probabilidad), siendo conocido este sistema como PERTCO (PERT con costos.) Por lo anterior es importante comprender que los sistemas PERT constituyen "un enfoque probabilístico" de los problemas de planeación y control de proyectos, y son mas apropiados para la información sobre trabajos en los que existe mayor grado de incertidumbre.

Por otro lado, la compañía E.I. du Pont de Nemours, estaba construyendo muy importantes plantas químicas en América. Estos proyectos requerían que el tiempo y el costo fueran estimados con bastante precisión. El Método de planeación y control que fue desarrollándose, era originalmente llamado Programación y Planeación de Proyecto (PPS) e incluía los trabajos de diseño, construcción y mantenimiento, necesarios para obras grandes y complejas. El PPS requiere estimaciones de costo y tiempos realistas y es, por tanto, más efectivo que el PERT. Ha sido este punto de vista el que hizo nacer el Método de la Ruta Crítica (CPM), que poco a poco ha venido aumentando su uso en la industria de la construcción.

A pesar de que siempre existen algunas variables inciertas en cualquier proyecto de construcción; el costo y tiempo correspondientes a cada operación pueden valuarse satisfactoriamente y, posteriormente, todas las operaciones pueden revisarse por el Método de la Ruta Crítica, de acuerdo con las condiciones que se hayan establecido originalmente y los imprevistos que se presenten en el momento de su realización.

6.1.2 DIAGRAMA DEL PROCESO

A partir del diseño del producto, y conociendo por un análisis del mercado y predicciones de venta, la cantidad que se debe producir, es necesario decidir la forma en que se va a fabricar el producto.

Para facilitar la comparación de los distintos procesos de producción, se utiliza una representación gráfica de las actividades y secuencias necesarias para obtener el producto. Esta gráfica es conocida generalmente con el nombre de Diagrama del Proceso.

En su elaboración se emplean símbolos, por lo que mostramos a continuación su significado.

-  = Operación.
-  = Transporte.
-  = Almacenaje Temporal.
-  = Espera.
-  = Almacenaje Permanente.
-  = Inspección.
-  = Operación Fuera de la Planta.

El Método de la Ruta Crítica puede ser empleado no sólo en la planeación y control de trabajos de construcción, sino también en programas de investigación, problemas de mantenimiento, promoción de ventas, y operaciones relacionadas con alguna industria.

En virtud de que el método de la ruta crítica se aplica a la elaboración de presupuestos o al control de muy diversos procesos, para ello deberá seguirse una serie de procedimientos lógicos. Estos procedimientos pueden ser agrupados convenientemente en planeación y programación, que se define de la siguiente manera:

Planeación.

Es el proceso de seleccionar un método y orden, dentro de todas las posibilidades y secuencias en que podría efectuarse un proyecto, señalando su forma de realización. La secuencia de los pasos requeridos para lograr el resultado óptimo, es propiamente el plan de acción y puede mostrarse esquemáticamente en el diagrama de flechas de CPM.

Programación.

Es la determinación de los tiempos de realización de las distintas actividades que comprenden el proyecto, y la coordinación junto de éstas, a fin de poder calcular la duración total. La programación solamente se puede iniciar después de que el proyecto particular en cuestión se haya representado mediante diagrama de flechas.

6.1.3 ANALISIS DEL PROCESO.

El primer paso en la planeación de un trabajo, es el de desglosarlo en las operaciones o procesos que son necesarios para su determinación. El grado de descomposición de cada concepto, depende de cada proyecto y está sujeto a la naturaleza del trabajo y tipo de mano de obra involucrados, a la localización de trabajos, la información de costos requeridos por la gerencia, del detalle de las facturas, bien sea con respecto a cantidades o tasas y la secuencia general del trabajo. Cada una de estas operaciones o procesos se llama actividad y la terminación de una actividad se llama evento. Por lo tanto, las actividades consumen tiempo, mientras que los eventos no; éstos se encuentran separados unos de otros por actividades.

Después que se ha preparado una lista de todas las actividades que constituyen el proyecto, se procede a determinar las relaciones esenciales entre todas ellas. Aunque muchas de las actividades se pueden realizar simultáneamente, algunas deben ordenarse de acuerdo con una secuencia necesaria, llamada cadena y son determinadas por restricciones físicas en la secuencia de las actividades, y se determinan cuando sujetamos a cada una de las actividades del trabajo a las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Cuáles son las actividades *precedentes* a ésta?
- 2.- ¿Qué actividades *deben* proseguir a ésta?
- 3.- ¿Qué actividades *pueden* realizarse simultáneamente con ésta?

En esta forma se examina cada actividad, determinándose la secuencia necesaria de actividades. Cada actividad tiene, por lo tanto, definido un evento que le señala su posible iniciación; este evento puede ser el inicio de todo el trabajo, o la terminación de una actividad precedente.

Conviene aclarar que la terminación de una actividad señala el inicio de una actividad que depende de aquella. En consecuencia no se permite traslapar actividades. Si esto ocurriera, debe descomponerse las actividades en dos o más, representando las componentes de esta operación, las actividades parciales que deben completarse, antes que las siguientes componentes sean iniciadas. Los traslapes de actividades que se presentan en el diagrama convencional de barras en los programas de construcciones, son imposibles en el CPM, siendo por eso que esta técnica ofrece un mayor grado de control sobre todas las operaciones en la obra.

Además de las restricciones físicas existen otros tipos de factores que determinan la secuencia de las actividades:

Restricciones de seguridad. Este tipo de restricciones obligan a realizar en secuencia actividades que en otras condiciones podrían hacerse simultáneamente; por ejemplo, debe prohibirse labores en el piso inferior mientras se efectúa la colocación de acero en la losa inmediata superior.

Restricciones de Recursos. Se presenta cuando es necesario aplazar una actividad porque los recursos para realizarla no están disponibles.

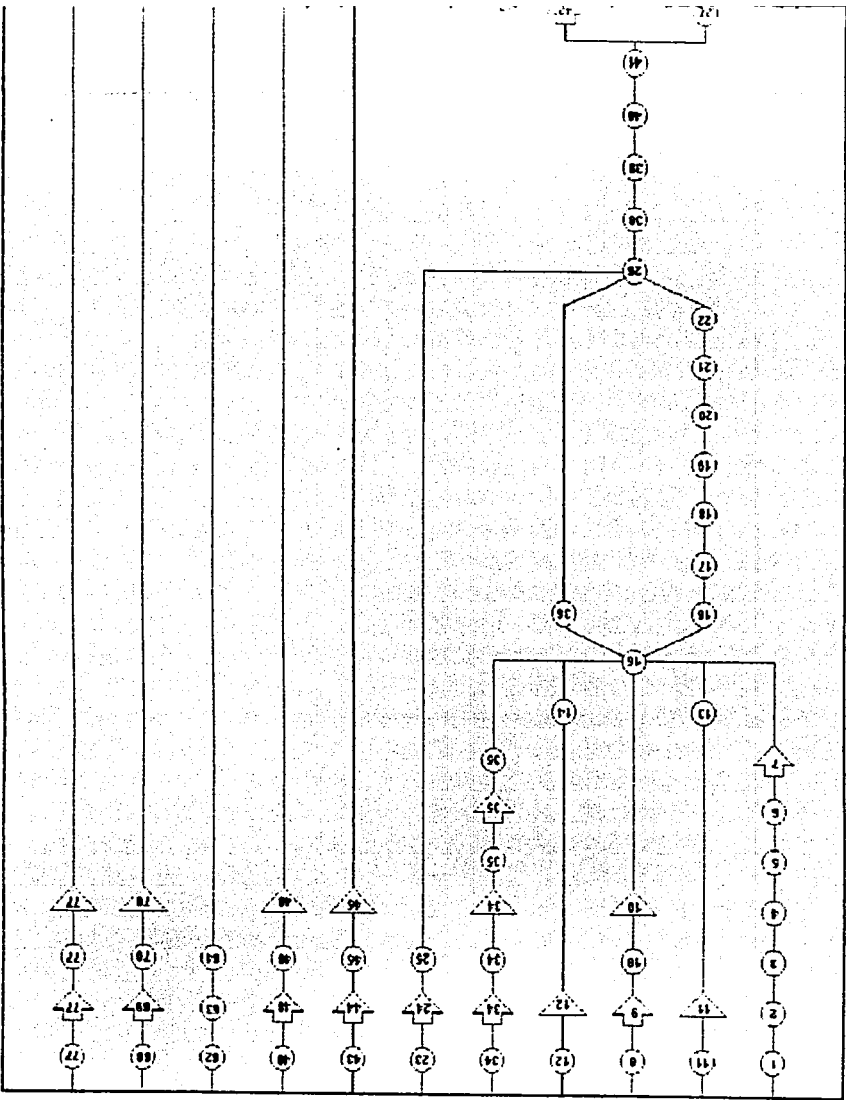
Restricciones de Mano de Obra. En este caso se presenta cuando no se cuenta con la mano de obra suficiente, o en su defecto la mano de obra no esta capacitada para realizar el trabajo.

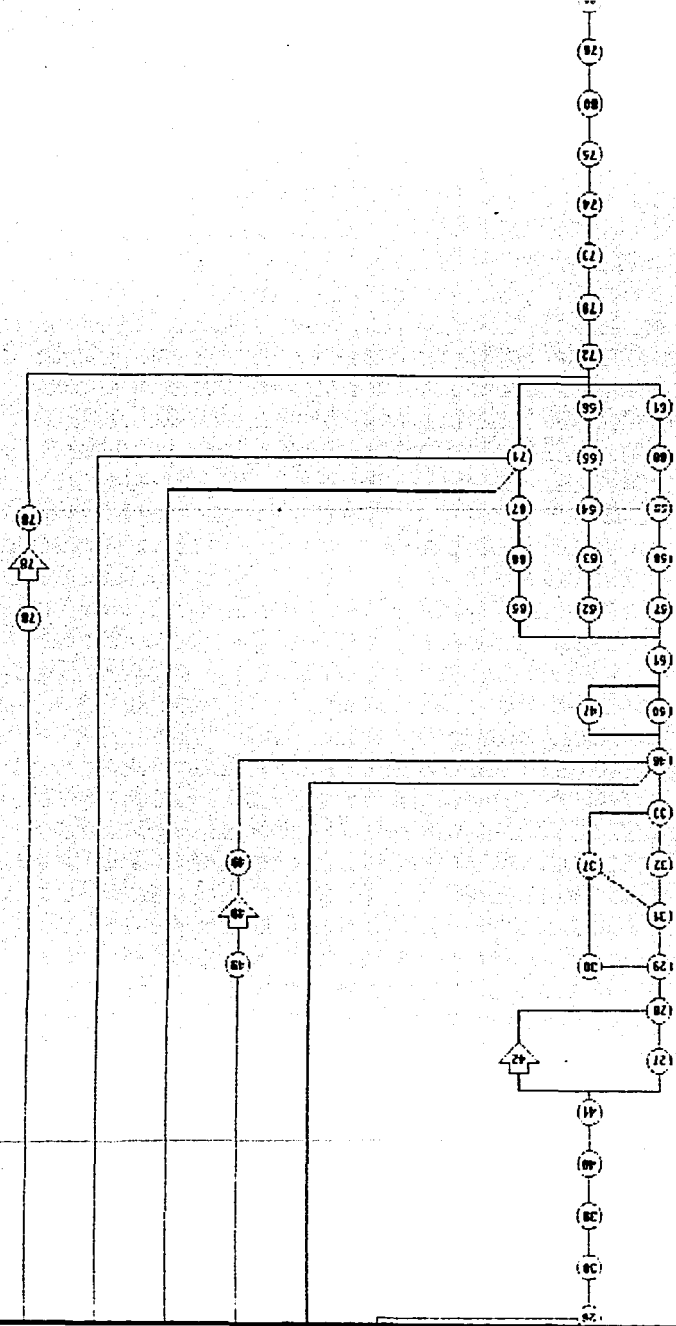
Restricciones Administrativas. Esta se presenta cuando, la secuencia de actividades que serian independientes, es controlada por una decisión de la gerencia, o cuando actividades que normalmente son simultáneas, son ordenadas para efectuarse en cierta secuencia, simplemente porque la gerencia, arbitrariamente, desea que se realice de esa manera.

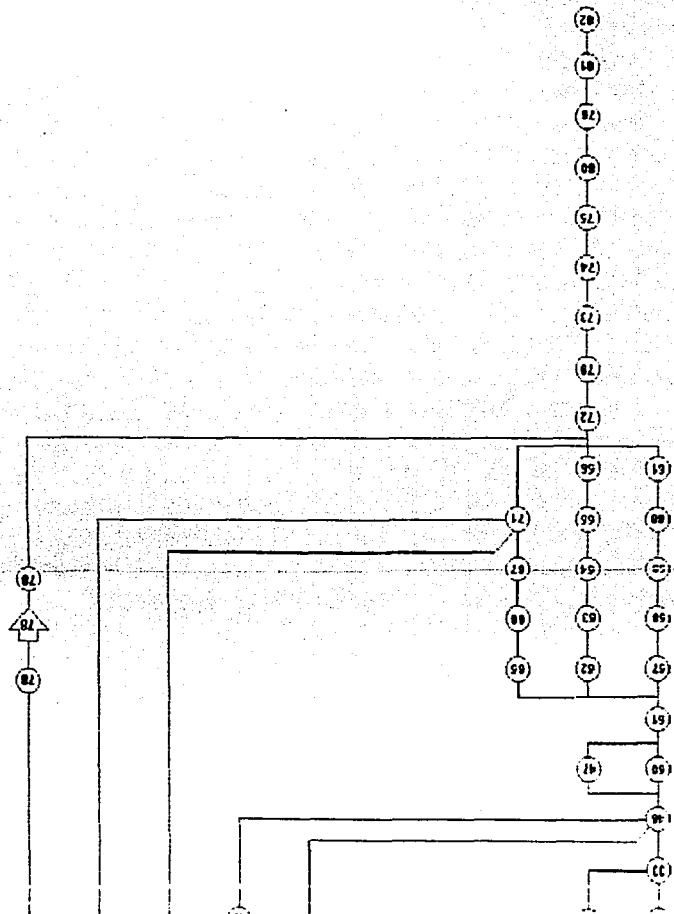
Todos estos factores deben ser cuidadosamente estudiados cuando el proyecto se haya descompuesto en sus actividades primarias y cuando se establezcan las diversas cadenas de actividades que deben prevalecer. El diagrama será realmente representativo del proyecto, hasta el punto de poderse plasmar efectivamente en un diagrama, pues en muchas ocasiones se requerirá una gran pericia para diseñar un diagrama que satisfaga todos los requerimientos impuesto por las restricciones físicas, de seguridad, de mano de obra, de equipo, de financiamiento y administrativas.

La elaboración del Diagrama de Proceso para nuestro proyecto, se realiza una vez que se hayan efectuado todas las restricciones físicas, de seguridad, de recursos y mano de obra, que se presentan durante su construcción. Quedando el diagrama como se aprecia en la figura 6.1.

FIG. 6.1 DIAGRAMA DE ORIGEN FALLA DE PROCESO







6.2. SUMARIO DE ACTIVIDADES

El sumario de actividades que a continuación se presenta, es la recopilación de todos los tiempos que fueron utilizados en cada una de las actividades.

A cada una de estas actividades se les asigna un código, que por la cantidad de actividades que se presentaron, se opta por utilizar números.

Una vez asignándoles su código, se determina cual es su precedencia y el tiempo en que se realiza cada actividad. Cabe aclarar que todos los tiempos que se mencionan son para construir 100 metros de Vía Neumática, considerando las siguientes condiciones:

- El ancho del cajón es de 7 00 mts.
- La altura del Balasto 1a. Capa es de 40 cm.
- La altura del Balasto 2a. Capa es de 30 cm.
- 100 mts de Colocación de Pista Metálica (por cada lado).
- 100 mts. de Colocación de Barra Guía (por cada lado).
- 2 Juntas Aislantes para riel.
- 2 Juntas Aislantes para Pista Metálica.
- 10 Soldaduras Aluminotérmicas para Riel.
- 10 Soldaduras Aluminotérmicas para Pista Metálica.
- 10 Soldaduras Aluminotérmicas para Barra Guía.
- 66 Alisadores.
- 100 mts. de Pulido y grañado (por cada lado).

CODIGO	ACTIVIDADES PARA EL PROYECTO	PRECEDENCIA	TIEMPO STANDARD Ibs.
1	Limpieza de Túnel.	NINGUNA	0.22
2	Referencias Topográficas.	1	0.17
3	Introducción de Cargador Frontal y Rodillo Compactador.	2	0.12
4	Distribución de Balasto 1a. Capa.	3	2.92
5	Compactación de Balasto 1a. Capa.	4	0.92
6	Retiro de Cargador y Rodillo Vibratorio.	5	0.12
7	Tránsito de Cargadores.	6	0.07
8	Carga de Riel #01b5/yd.	NINGUNA	0.75
9	Traslado de Riel.	8	2.92
10	Descarga y Almacenamiento del Riel	9	0.75
11	Descarga y Almacenamiento de durmiente de concreto tipo "O".	NINGUNA	2.92
12	Descarga y Almacenamiento de durmiente de concreto tipo "B".	NINGUNA	0.87
13	Introducción al Cajón de durmiente Tipo "O".	6,11	2.97
14	Introducción al Cajón de durmiente Tipo "B".	12	0.97
15	Introducción al Cajón de riel.	7,10,13,14,35	0.92
16	Introducción de Lorry con Pártico de sustitución.	15	3.77
17	Distribución de Durmientes Tipo "O".	16	3.92
18	Distribución de Durmientes Tipo "B".	16	1.07
19	Distribución de Riel.	17,18	3.77
20	Alineamiento del Durmiente Tipo "O".	19	3.17
21	Alineamiento del Durmiente Tipo "B".	20	1.07
22	Reparamiento aproximado del Riel para la Soldadura.	21	1.00
23	Carga de elementos de fijación en almacén.	NINGUNA	0.50
24	Traslado de los elementos de Fijación.	23	1.50
25	Descarga de los elementos de Fijación.	24	0.50
26	Armado de la Vía.	22,26	12.87
27	Introducción de Desplazadora Ripadora de Vía.	41	1.07
28	Introducción de Motogenerador con 4 calandras.	27,42	1.57
	Niveladora y Equipo de Bateo.		
29	Isa. Nivelación.	28	24.32
30	Retiro de Desplazadora Ripadora de Vía.	29	1.17
31	Isa. Nivelación y Bateado de Durmientes Tipo "B".	29	18.07
32	Retiro de Motogenerador con 4 calandras.	31	1.57
	Niveladora y Equipo de Bateo.		
33	Aplicación del par de apriete.	37,32	1.25
34	Carga, Transporte y Descarga de Soldaduras para Riel de CALOMEX a el almacén.	NINGUNA	0.50
35	Carga, Transporte y Distribución hacia las alcancías por fuera del tramo incluyendo Tanques de Oxígeno y Gas Butano.	34	0.50
36	Ejecución de Soldadura Aluminotérmica para Riel.	15	11.42
37	Embarcado de la Soldadura Aluminotérmica de riel.	30,31	2.50
38	Introducción de Trackmobile y Balastera.	36	1.82
39	Introducción de Balasto 1a. Capa.	38	1.22
40	Distribución de Balasto 1a. Capa.	39	2.07
41	Retiro de Trackmobile y Balastera.	40	1.82
42	Traslado de Trackmobile y Balastera.	41	0.07

FALLA DE ORIGEN

CODIGO	ACTIVIDADES PARA EL PROYECTO	FRECUENCIA	TIEMPO STANDARD Hrs.
43	Carga en Almacén de Placa Metálica.	NINGUNA	0.75
44	Transportación de Placa Metálica.	43	2.02
45	Descarga y Almacenamiento de Placa Metálica.	44	0.75
46	Introducción y Distribución de Placa Metálica.	33	4.67
47	Armado de Placa Metálica.	46	11.77
48	Carga, Transporte y Descarga de Soldaduras para Placa de CALOMEX a el almacén.	NINGUNA	0.50
49	Carga, Transporte y Distribución hacia las alcancías por fuera del tramo incluyendo Tanques de Oxígeno y Gas Butano.	48	0.50
50	Ejecución de Soldadura Aluminotérmica para Placa Metálica.	46	15.00
51	Remediado de la Soldadura Aluminotérmica de Placa Metálica.	47,50,64	5.00
52	Localización del Sitio de la Junta, quitar los pernos tirafondos, levantar el Riel, Presentar Planchuela y Marcar Barrerones.	51	1.12
53	Corte con sierra al Riel.	52	1.00
54	Remediado de las caras del Riel.	53	0.50
55	Hechura de los Barrerones con taladro Para Riel.	54	1.82
56	Colocación de RND - POST, y Planchuelas Aislantes para Riel.	55	0.50
57	Localización del Sitio de la Junta, quitar los pernos tirafondos, levantar la Placa, Presentar Planchuela y Marcar Barrerones.	51	1.32
58	Corte con sierra a la Placa Metálica.	57	1.17
59	Remediado de las caras de la Placa Metálica.	58	0.82
60	Hechura de los Barrerones con taladro en la Placa Metálica.	59	1.00
61	Colocación de RND - POST, y Planchuelas Aislantes para Placa.	60	0.50
62	Carga de Aisladores y elementos de fijación.	NINGUNA	0.57
63	Transportación de los Aisladores.	62	0.42
64	Descarga de Aisladores y Elementos de fijación en Alcanía.	63	0.57
65	Introducción al Cajón de Aisladores y elementos de fijación.	51,64	1.53
66	Distribución de los Aisladores.	65	0.83
67	Colocación y Par de Apriste.	66	2.25
68	Carga en almacén de Barra Guía.	NINGUNA	0.75
69	Traslado de Barra Guía.	68	2.02
70	Almacenaje en la Línea de Barra Guía.	69	0.75
71	Introducción de la Barra Guía, en el Cajón y Máquina Diesel.	67	0.92
72	Distribución de la Barra Guía en el Cajón.	56,61,71,78	3.77
73	Colocación Provisional de la Barra Guía Para el trazo de los pernos Nelson.	72	1.52
74	Limpieza y Soldado de Pernos Nelson.	73	3.07
75	Armado Final de la Barra Guía.	74,79	1.52
76	Ajuste de Medidas y Par de Apriste y retiro d Máquina Diesel.	80	3.45
77	Carga, Transporte y Descarga de Soldaduras para Barra Guía de CALOMEX a el almacén.	NINGUNA	0.50
78	Carga, Transporte y Distribución hacia las alcancías por fuera del tramo incluyendo Tanques de Oxígeno y Gas Butano.	77	0.50
79	Ejecución de la Soldadura Aluminotérmica para Barra Guía.	72	14.27
80	Remediado de la Soldadura Aluminotérmica de Barra Guía.	75	5.00
81	Pulido de la Barra Guía.	76	2.07
82	Grafitado de la Barra Guía.	81	0.52

FALLA DE ORIGEN

6.3 RUTA CRITICA DEL PROYECTO.

La ruta crítica que a continuación se presenta nos describe en forma gráfica, la secuencia las actividades requeridas para poder realizar la construcción de una Vía Neumática, en tramo Cajón de la Ciudad de México.

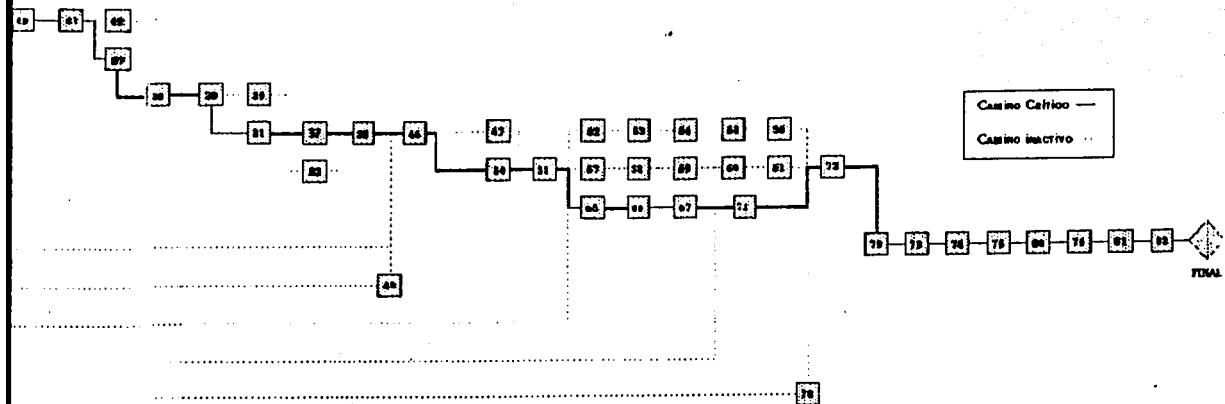
La guía principal para la construcción de una red consiste en observar los requerimientos de secuencia que tienen nuestras actividades. Al relacionar una actividad dada con el diagrama podemos preguntarnos tres cosas.

- a) ¿Qué actividades deben completarse antes de que pueda iniciarse esta actividad?
- b) ¿Qué actividades se pueden desarrollar al mismo tiempo que esta actividad y dependen igualmente de la terminación de las mismas actividades precedentes ?
- c) ¿Qué actividades siguen inmediatamente a esta actividad ?

Para la elaboración de la Ruta Crítica del Proyecto se utilizó el programa computacional de nombre Harvard Total Project Manager II (Método Harvard para Administración Total de un Proyecto).

El cual utiliza el Método PERTT para encontrar el camino crítico.

A continuación se muestra la construcción de la red de actividades, así como el camino crítico de nuestro proyecto, que es determinado por este programa computarizado.



FALLA DE ORIGEN

6.4 PROGRAMACION DE GANTT

El Diagrama de Gantt tiene como finalidad objetiva la de poder representar graficamente cuando se deben iniciar las actividades relacionadas, de tal modo que se mantengan las restricciones precedentes y se utilicen bien los recursos limitados.

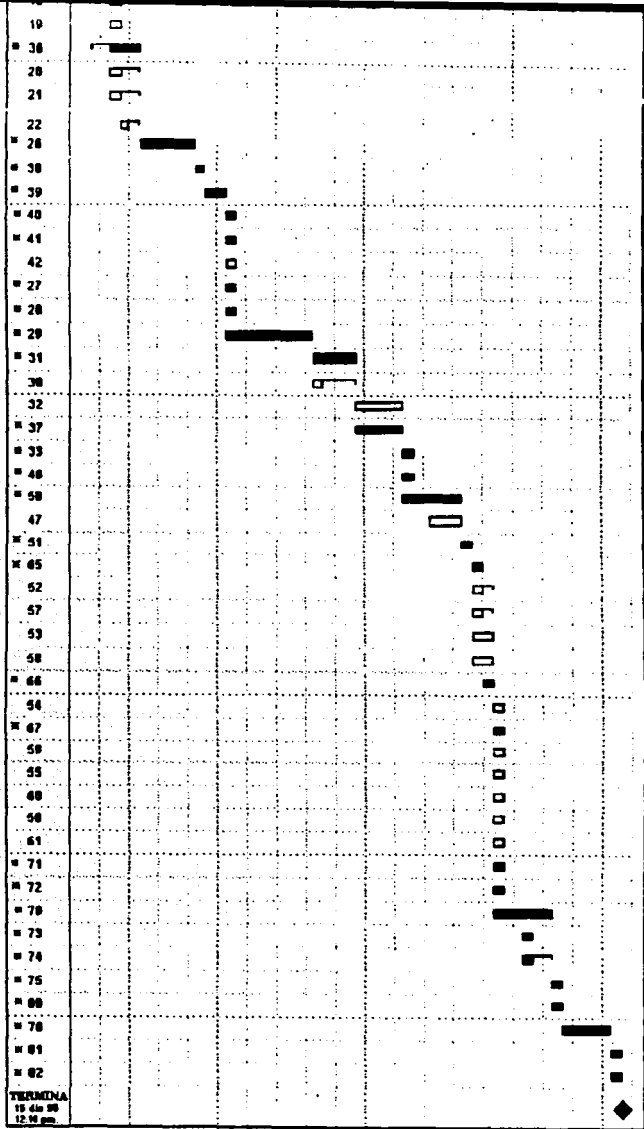
Dichas barras nos muestran el tiempo que se lleva cada una de las actividades, así como el punto de inicio y el de terminación, haciéndose notar de una manera muy clara los tiempos de espera que tienen cada una de ellas para poder continuar con la siguiente actividad.

El Diagrama de Gantt tiene como utilización principal, en el campo de la construcción la de poder determinar el avance de obra que lleva nuestro proyecto, porque en él podemos verificar que actividades se encuentran atrasadas, y cuáles se encuentran dentro de lo programado hasta la fecha actual.

La elaboración de un Diagrama de Gantt se realiza de la siguiente forma:

- 1.- Se determina cuales son las actividades principales.
- 2.- Se hace la estimación de duración de cada una de las actividades.
- 3.- Se representa cada actividad mediante una barra recta horizontal cuya longitud es a una escala determinada, representativa de la duración efectiva de dicha actividad.

Enseguida se presenta la carta de Gantt para el desarrollo de nuestro proyecto; en el cual se utilizó el programa computarizado Harvard Total Project Manager II (Método Harvard para Administración Total del Proyecto).



FALLA DE ORIGEN

6.5 REALIZACIÓN DEL PROYECTO.

Una vez que se haya elaborado la programación del proyecto, de acuerdo con los resultados arrojados con la Ruta Crítica y La Gráfica de Barras de Gantt, se procederá a iniciar los trabajos de construcción, sin olvidar que para comenzar se necesitarán los siguientes puntos:

- 1.- Que se tenga el presupuesto Asignado.
- 2.- Las Licitaciones estén Liberadas.
- 3.- El responsable de Obra Civil haga entrega del Paso de Vía, para que esta pueda ser recepcionada sin ningún detalle; siempre y cuando esta cumpla con los requisitos de proyecto.

Requisitos que se mencionan a continuación:

- a.- Longitud del Gallo. Distancia que debe tener el cajón entre sus 2 muros laterales
- b.- Nichos de tracción. Hueco donde se aloja el equipo de tracción que alimentará de corriente a la barra guía
- c.- Nichos de Seguridad. Hueco que se utiliza para resguardarse del tran
- d.- Nichos de Protección Contra Incendio (PCI). Hueco que se utiliza para la colocación de equipo de protección contra incendio
- e.- Varilla de Puesta a Tierra. Varillas de cobre que son enterradas para tener un sistema de tierras, en las instalaciones eléctricas
- f.- Prueba de Retorno en el drenaje. Verifica que el drenaje no tenga ninguna obstrucción y el agua puede fluir libremente hacia las coladeras
- g.- Colocación de Registros y tortugas. Los registros son para indicar en donde se encuentran las coladeras, las tortugas sirven para que el agua hacia las coladeras

- 4) Reclutamiento de Personal Capacitado.
- 5) Equipo de Trabajo en condiciones de Operar.

Una vez aprobados cada uno de estos puntos se procederá a iniciar los trabajos de construcción del Proyecto.

6.6 PRUEBA PILOTO

Una vez terminada la Vía Neumática para la circulación de un tren, se procederá a realizar todas las pruebas necesarias para la detección de posibles fallas en la construcción.

Esta prueba es llamada como Marcha en Vacío y consiste en Hacer circular un tren durante un tiempo indeterminado, de tal manera que la Vía este en constante trabajo y así detectar cualquier falla.

En dicha prueba estarán presentes todos y cada uno de los responsables encargados de las operaciones de construcción.

Una vez que el convoy o tren es quitado de la circulación, todos los encargados de cada una de las operaciones, revisarán uno por uno todos los elementos que fueron utilizados para la construcción de la Vía.

La revisión es llevada a cabo con la supervisión de obra, para que se tenga una mejor de visión de las fallas.

Para la detección de fallas de cada uno de los elementos que constituyen la Vía Neumática, se verifican 2 aspectos fundamentales, los cuales son el Armado de Vía y las Soldaduras.

Para el Armado de Vía.

Se hace circular el tren durante 2 o 3 meses, para que el balasto pueda asentarse bien, y así poder detectar las zona donde se haya bajado el nivel.

Una forma de darse cuenta que hay faltante de balasto en ciertas zonas, es estar abordo del tren, el cual al pasar por estas zonas tiende a brincar. Lo que indica que existe una falla balasto en estos sitios por lo que podemos asumir que nuestra Vía se encuentra desnivelada.

Para las medidas geométricas se debe permanecer en el tren, pero el movimiento que realiza es un bamboleo en las zonas donde las medidas Geométricas se han modificado, debido a que hubo un reacomodo del balasto, éstas se desalinearon. Para corregir estos problemas se deberá hacer una renivelación en las zonas que lo requerirán.

Para las Soldaduras Aluminotérmicas:

Como requisito indispensable para todas las soldaduras es necesario que estas se encuentren con una superficie plana de la parte donde hacen contacto con el tren; la forma de determinar si la soldadura se encuentra realmente plana, es poniendo una regla metálica de un metro sobre la superficie de la soldadura y esta no debe tener ningún movimiento.

Para el caso de la soldadura aluminotérmica para riel, no deberá presentar ningún contacto, en la parte superior del Hongo después de que el tren haya pasado por varias ocasiones sobre ella.

Cuando se trate de una soldadura de Pista Metálica lo que se deberá observar, es que esta no presente ninguna rebaba, ya que sobre este perfil correrá la Llanta Neumática y podría sufrir una ponchadura al hacer contacto.

En el caso de las soldaduras de Barra Guía se requiere en la cara que va hacia adentro este perfectamente plana, porque es la encargada de alimentar de corriente a el tren, y si presenta alteración repercutirá sobre los escobillones que hacen contacto sobre ella; para la otra cara únicamente es necesario que se encuentre plana y esmerilada a regla.

Una vez que se hayan hecho todos aquellos detalles que salieran durante la revisión, se procede a una segunda revisión para corroborar que se hicieron las correcciones de aquellos elementos que estaban mal realizados.

En dado caso que no se hayan realizado las correcciones, se seguirán haciendo las revisiones que sean necesarias hasta que no se encuentre ningún detalle.

Si la Vía se encuentra sin ningún detalle se procederá a hacer la entrega de las instalaciones a el Sistema de Transporte Colectivo Metro.

CONCLUSIONES.

Si se toma en cuenta que la urbanización de la ciudad de México sigue en aumento por cualquier parte sabemos que será necesario aumentar la red de transporte. Este aumento en la red no quiere decir que por su alta demanda se realicen trabajos muy rápidos para cubrir las necesidades requeridas, sin que se establezcan normas para la construcción.

Cuando se habla del sistema de transporte colectivo metro, se sabe que se trata de un medio de transporte muy seguro. Esta seguridad que se tiene está basada en su construcción. Porque para la elaboración de una Vía Neumática es indispensable que todos los materiales que se utilizaron, sean de una excelente calidad.

Esta calidad fue lograda en base a que se exigieron pruebas para cada uno de los materiales que conformaron la vía, así como el método que utilizaron para su fabricación, además de exigir que los elementos estuvieran por arriba de los límites solicitados, evitando problemas no previstos por causas no programadas, como lo son los sismos.

La elaboración del tema fue diseñado de tal manera que con el paso del tiempo el mantenimiento sea preventivo y no correctivo, porque para una arteria principal de comunicación en el área metropolitana.

Nos proporcionó elementos suficientes para conocer el proceso de construcción de una Vía Neumática y servimos como base para mejorar en un futuro las nuevas líneas del metro.

FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFIA

Sistemas de Producción e Inventario (planeación y control)
Elwood S. Buffa, William h. Taubert.
Edi. LIMUSA.

Método de la Ruta Crítica y sus Aplicaciones a la Construcción.
James M. Antill, Ronald W. Woodhead.
LIMUSA

Elementos de Ingeniería Industrial.
Juan Jose Trujillo.
LIMUSA

Sistemas Integrados de control de Producción.
David d. Bedwort, James e. Bailey.
LIMUSA

Manual de Soldadura Aluminotérmica para rieles.
CALOMEX.

Conferencia de construcción para Durmientes de Concreto.
ITISA.

Curso para la Formación de un Soldador Especializado en Aluminotermia.
CALOMEX.

Especificación Técnica No. 30.
Comisión de Vialidad y Transporte Urbano.