

26
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"CONSERVACION DE VIAS FERREAS"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N :

- ARACELI A. CALZADA VALENCIA
- ALBERTO GARDUÑO MURILLO
- BENITO ROBERTO MARTINEZ RODRIGUEZ
- RICARDO SANCHEZ GARCIA
- ALBERTO STRASSBURGER FRIAS



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E G E N E R A L

CAPITULO I	Introducción	1
CAPITULO II	Materiales de Vía.	3
CAPITULO III	Elementos esenciales en la conservación.	32
CAPITULO IV	Herramienta, equipo mecánico y Maquinaria para el Mantenimiento	60
CAPITULO V	Importancia, e influencia en la conservación de algunos factores derivados de la construcción.	89
CAPITULO VI	Conclusiones	115

CAPITULO I. I N T R O D U C C I O N

Si el desarrollo de alguna región de un país hace necesaria -
la construcción de nuevas vías, de capital importancia e - --
ineludible obligación resulta, el mantenimiento de las mis- -
mas.

Los incrementos de velocidad, de la carga transportada y el -
empleo cada día de equipo rodante y de tracción más pesado, -
implica tener una mayor vigilancia en la vía y la ejecución -
de numerosos trabajos que deben desarrollarse con el mayor -
esmero posible, a fin de "conservar" el estado de la vía en -
un alto nivel de calidad para asegurar el confort de los pasa-
jeros, la seguridad de los trenes y en último análisis aumen-
tar la vida de los materiales utilizados.

Para poder alcanzar el objetivo anterior, se hace necesario -
dividir la conservación de una vía en dos etapas:

- a) La conservación común y corriente que tiene por objeto la-
corrección de defectos menores.
- b) Las rehabilitaciones, cuyo fin principal es el reempla-
zo sistemático de los elementos constitutivos de la superes-
trutura de la vía, por haber llegado al límite de toleran-

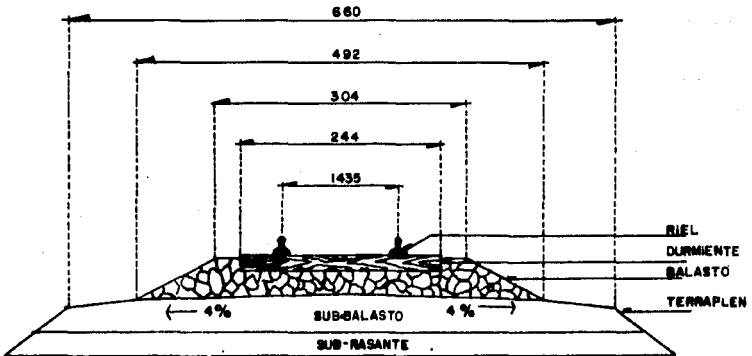
cia en su desgaste ó fatiga y evitar en consecuencia una conservación deficiente, difícil y sobre todo onerosa.

Reducir pendientes, suavizar curvaturas, y una base estructural eficiente en la construcción de vías férreas combinado -- con un buen material de las mismas, dará como resultado una apreciable reducción en los gastos de mantenimiento tanto del equipo rodante como el de conservación de la propia vía.

CAPITULO II

TEMA II.- MATERIALES DE VIA

En primera instancia hemos de identificar los elementos básicos de una vía férrea:



SECCION TRANSVERSAL (VIA EN TANGENTE)

Las terracerías y las obras de drenaje forman parte de la infraestructura, cuya finalidad es la de servir de apoyo a las vías férreas. En ocasiones se emplea una capa de sub-balasto-

de acuerdo al valor relativo de soporte de la capa sub-rasante. Para lo cual se recomienda la aplicación de la siguiente tabla.

TABLA II.1

MATERIAL DE LA CAPA SUBRASANTE		ESPESOR DEL SUB-BALASTO REQUERIDO
SÍMBOLO DEL SUELO	VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR MAS FRECUENTE	
GW, GP, GM, SW	MAYOR DE 40%	NO SE REQUIERE
GC, SP, SM, SC	DE 20 a 40%	NO SE REQUIERE
CL, ML	DE 8 a 20%	30 CMS
OL, MH ₁ , CH ₁	MENOR DE 8%	40 CMS

Cuando los suelos no alcancen un VRS mínimo de 5% serán rechazados para formar la sub-rasante.

Las ventajas que se tienen al utilizar una capa de sub-balasto son:

- Disminuir el espesor del balasto, lo cual redundaría en economía.
- Proporcionar al balasto una capa de apoyo más resistente, mejorando así la estabilidad del conjunto.
- Impedir la interpenetración del balasto y la capa sub-rasante.
- Proteger del agua pluvial a la sub-rasante y restringir el ascenso de los materiales muy finos, que contaminarían el

balasto.

Los materiales normalmente utilizados son los naturales que no requieren trituración y/o cribado, preferentemente.

Valor relativo de soporte "VRS". - Se obtiene de una prueba de penetración y se define como: La relación expresada como porcentaje, entre la presión necesaria para penetrar los primeros 0.25 cms. y la presión requerida para tener la misma penetración en un material adoptado como patron.

II.1.- Superestructura.

II.1.1 Balasto.- Es un material suelto, cuyas funciones son:

- Confinar los durmientes, restringiendo sus desplazamientos longitudinal y transversal, originados por el tránsito de los trenes, y en vías soldadas, por los cambios de temperatura.
- Distribuir la carga de trenes sobre la terracería.
- Drenar las vías.
- Permitir el nivelado y alineado de la vía para la conservación de la rasante.

Se pueden emplear diversos tipos de materiales como balasto,-

su elección dependerá de la intensidad del tráfico, del peso de los trenes y de la velocidad de los mismos.

Los materiales que se han utilizado, de acuerdo a su calidad son: Roca triturada, grava lavada, escoria de fundición, grava simple y miscelaneo.

II.1.2 Características:

-Roca Triturada.- Se requiere de roca sana, triturada por medios mecanicos a tamaños de 3/4 a 2 1/2 pulgadas. Este material mantiene la vía nivelada y alineada mejor que cualquier otro, dando buen servicio por muchos años. Por sus cualidades es el conveniente para las vías de primera clase, o sea, para vías de carga pesada, tráfico intenso y velocidades - - altas.

El crecimiento de yerbas, la acumulación de polvo, etc., disminuyen la capacidad de drenaje del agua pluvial, por lo que el balasto se debiera retirar, limpiar y recolocar sustituyendo de un 15 a 25% del balasto, por nuevo.

- Grava.- La grava lavada con buena graduación de tamaños es casi tan buena como la roca triturada, se acomoda perfectamente utilizando calzadores mecanicos; mantiene a la vía en adecuado alineamiento y nivel.

La grava tal como se encuentra en el banco, generalmente tiene un alto porcentaje de arena y tierra. Esto ocasiona que el drenaje sea deficiente, existan acomodamientos que con frecuencia desnivelen la vía y por ende requiera de más conservación.

Puede emplearse también grava de río, siempre que no contenga limo, barro, o materias vegetales. El tamaño máximo será de 3 pulgadas, y el contenido de arena; de preferencia gruesa; - hasta un 40%.

- Escoria de fundición.- En zonas donde hay grandes fundiciones se emplea este material por economía. Cumple con los requerimientos necesarios, ya que conserva la posición de la vía, drena perfectamente, es duro y con poco polvo. Pero, debiera seleccionarse cuidadosamente, ya que hay cierto tipo que se desintegra rápidamente por el tránsito pesado.

- Miscelaneo.- Se denomina así a los materiales usados para ballastar como arena, desperdicios de fundición, etc., estos se emplean solo en ramales no importantes. También se utilizan como sub-ballasto.

II.1.3.- Espesor de ballasto.

En vías férreas con tráfico no muy intenso, han dado excelentes

tes resultados espesores de 15 a 20 cms.

Debido a las rígidas especificaciones exigidas para el sub-balasto y para la capa sub-rasante donde falta el primero, la recomendación más aceptable para el espesor del balasto es la propuesta por la comisión de la entonces Secretaría de Obras Públicas; considerando la tabla para el sub-balasto varía el espesor entre 15 y 30 cms. bajo el durmiente, de acuerdo con el tonelaje anual que vaya a soportar la vía.

II.1.4 Nivel de colocación.

Dado que la capacidad de carga del balasto aumenta a medida que este se eleva alrededor del durmiente (principalmente a esfuerzos horizontales), se aconseja lo siguiente:

En las electrificadas o simplemente señalizadas, el balasto llegue hasta 5 cms., abajo del patín del riel.

En la vía elástica, hasta 10 cms., abajo del punto más alto de los blocks de concreto (durmientes tipo RS o SL) y en el centro, 2 cms., abajo de la barra de unión.

Se tendrá cuidado especial que el espacio entre los dos durmientes de una junta este perfectamente lleno, así como en aquellos durmientes que lleven anclas.

II.2 Durmientes.

Es el medio usado por los ferrocarriles para sostener los rieles y conservarlos a escantillón. La clase de durmientes y su condición, son factores importantes para determinar la seguridad y capacidad de la vía.

Existen cuatro clases de durmientes: Madera, concreto, acero y mixtos.

II.2.1 Durmientes de madera.

Las maderas que se recomiendan para durmientes son:

Maderas duras.- Chicozapote, moza quebracha, tepeguaje, encino prieto, roble cortes, tepezuchil, tamarindillo, etc.

Maderas semiduras tipo encino.-Encino amarillo, laurel prieto, amargoso, naranjillo, nanche, tepeguacate, etc.

Maderas suaves.- Pino ocote, cipres, etc.

Las dimensiones tipo de los durmientes son 18 X 20 X 244 cms. 7" X 8" X 8'; aserradas por sus cuatro caras, con aristas vivas y perfectamente escuadradas; las cabezas deberan cortarse en angulo recto y las fibras de la madera no deberan tener -- distorsión de más de 1:15, respecto al eje longitudinal de la

pieza.

La vida de un durmiente en la vía, depende de varios factores como clase de madera, método de secado (durmiente nuevo), clima, cama de vía, drenaje del balasto, conservación de vía, peso de locomotoras, intensidad de tráfico y desde luego el tratamiento químico.

Dependiendo del tipo de impregnación que se emplee, los durmientes serán secados o no. Para el secado, se apilan en grupos de cincuenta, de manera que se permita el paso del aire; los durmientes no se deberán apoyar sobre la superficie que estará en contacto con el patín del riel o la placa.

Los líquidos preservativos que se utilizan en el tratamiento químico de los durmientes son la creosota disuelta en petróleo (impregmol), solución de cloruro de zinc, sales de sodio y dinitrofenol de la patente wolman, sales osmosalt, etc.

Los cuales ejercen un efecto tóxico sobre los hongos, insectos y parásitos de la madera.

Impregnación por presión.- Se emplean retortas en las cuales se metan los durmientes ya secos (como mínimo seis meses a un año que estén desfleamados) y se aplica aire a presión antes de introducir el preservativo (creosota o cloruro de zinc o -

sales wolman) incrementando la presión hasta introducir o - - absorber el volumen especificado y se termina con vacío antes de sacar la carga.

Impregnación por ósmosis.- El ósmos emplea el flujo de la savia de madera verde para introducirse con buena penetración - sin requerir presión alguna, por lo que con una instalación - sencilla para sumergir los durmientes en baños de inmersión,- con sales ósmosalt se ahorraran varios meses de secado.

El empleo de la creosota, incrementa la duración de los durmientes pero, les disminuye la capacidad de apriete para sujetar los clavos o tirafondos. Caso contrario con el uso de sales wolman o similares, que al cristalizarse aumentan el apriete de los clavos y tirafondos, y reduce las grietas de la madera.

La vida útil de los durmientes oscila entre los 10 y 16 años.

Las fallas más frecuentes, ocurren bajo los rieles y en gran parte dependen de balasto sucio que puere los extremos.

El deslave de la cama del balasto ocasiona que el durmiente - al no tener el apoyo en los extremos, tenga presiones en la parte central produciendo su rotura por la mitad.

Existen tramos de vías que solo pueden usar durmientes de ma-

dera; desde luego debidamente tratada con sustancias químicas con adecuados accesorios de fijación, tales como tirafondos - con grapas o rondanas elásticas, placas de hule y clavos elásticos y son terraplenes angostos por deslaves, tramos de fuerte curvatura ya que someten a sus durmientes a esfuerzos inaceptables por el concreto y a placa única de hule, requiriendo placas de acero adicionales.

II.2.2 Durmientes de concreto.

Los diwidag tipo B-58, son durmientes pretensados de tecnología alemana, adaptados para sujeción elástica del tipo RN modificada para calibres de riel 115 RE y 100 RE.

Adecuados para zonas de gran precipitación o atmosfera corrosiva, ya que son durmientes monolíticos que no exponen fierro a la oxidación.

II.2.3 Durmientes de acero.

Durmientes tipo ligero (L), quedan ahogados en concreto.

Durmientes tipo reforzado (R), quedan parcialmente ahogados o sobre una cama de balasto.

Durmientes denominados concha, llamados así por tener los bor

des volteados hacia abajo. Estos precisan de adecuado balasto y saber introducirlo y calzarlo correctamente, usando herramienta mecánica especializada. Tienen un valor de recobro muy elevado. Son inconvenientes para tuneles y costa próxima al mar, no así para el desierto o la montaña.

II.2.4 Durmientes Mixtos.

Son durmientes integrados por dos blocks de concreto reforzado ligados por una barra. El diseño es de tecnología francesa que evita los esfuerzos (producidos en la zona central, al -- faltar apoyo en los extremos) en lugar de resistirlos.

Los blocks son de 22 X 30 X 22 cms., con apoyos inclinados para los rieles de 1.2 a 1.4 para protección de la barra en caso de gran humedad, se le aplica pintura ahulada o algún galvanizado económico.

II.3 Rieles.

Son los elementos de la línea férrea que soportan directamente la carga de los trenes, al mismo tiempo que los guía.

II.3.1 Evolución del Riel. - La primera noticia que se tiene sobre el uso de rieles para el transporte, data de 1604, en Inglaterra. La vía fue hecha de madera sobre la cual rodaban

los carros, también de madera, que tenían ruedas con pestaña y de tracción humana y animal.

En 1776, en Inglaterra, se fabricó el primer riel de hierro - colado, y no fue hasta 1825 que el ferrocarril comenzó a operar utilizando locomotoras de vapor.

Se dice que los primeros rieles de acero se laminaron en galletas en 1855.

En 1900, la sección del riel moderno quedó definida, haciendo solo pequeñas modificaciones a la forma del riel. La evolución de este se concretó en la producción de un riel más pesado y en mejorar los procesos de fabricación.

Las técnicas de la vía elástica y continua, han contenido el aumento de calibres mayores a 156 LBS/YD. Los rieles tienden a estandarizarse entre cinco tipos muy similares; de 100 a -- 156 LBS/YD, para países con gran desarrollo; entre 80 y 115 - LBS/YD, para países en desarrollo.

En la figura No. II.2, se muestra la sección de un riel, en la cual se indican las partes que la conforman.

II.3.2 Características Intrínsecas.

Químicamente, los rieles están compuestos de hierro dulce - -

adicionado de:

- Carbón, que proporciona mayor dureza. 1% Máximo
- Manganeso, aumenta resistencia y flexibilidad.
- Silicio, evita porosidad. (Varia de 0.04% -alto silicio - - 0.1%).

II.3.3 Fenomenos a los que estan sujetos los rieles.

Dada la función de los rieles, estos se encuentran sometidos:
A flexión, (la resistencia de los mismos debiera ser tal que - la deflexión sea mínima entre durmientes) al paso de los trenes.

A vibraciones, que destruyen la cohesión molecular; estas se han logrado minimizar mediante el uso de placa de hule y elementos de fijación del tipo elástico.

A impacto, en conexiones con planchuela y pernos; para soportar el impacto, se endurece el riel en las puntas, sin que -- ello elimine la vibración, pero, se logra disminuir esta y -- dar mayor vida al riel.

Así mismo, los rieles al estar fijos en los durmientes y estos anclados al balasto, se someten a fuertes compresiones o tensiones provocadas por la variación de la temperatura am- -

biental. Nota: La colocación de los rieles siempre se efectúa a la temperatura neutra del lugar ($A t/2$).

II.3.4 Vida util.- La vida del riel puede variar desde 10 - - hasta 50 años; depende del tráfico y su velocidad, del calibre ó sea del peso en libras por yarda o kilos por metro, del durmiente, su número, calidad y su mantenimiento respectivo - del balasto, la clase y nivelación de este y sobre todo, de la supresión de impactos directos en las juntas, la reducción de vibraciones y el mejor alineado geométrico de la vía.

II.3.5 Longitud de rieles.- La longitud de los rieles se ha - podido incrementar de 13 mts., rieles cortos, a medianos con longitudes de 26 a 52 mts., a través de soldadura con conexiones estandar. Para emplear el método de rieles largos (continuos) con longitudes superiores a 1 km., se precisa de dispositivos especiales de dilatación; en México estos dispositivos se colocan a cada 100 mts.

II.3.6 Defectos de los rieles.

Causas.-El enfriamiento rápido después de la laminación, origina grietas internas; por lo que se implantó en las laminadoras el proceso de control de enfriamiento.

El recalentamiento sin control del lingote antes de laminarlo

genera porosidad, partículas extrañas o burbujas de aire o gas.

Laminar el lingote antes de que esté completamente solidificado, también provoca fisuras transversales.

Lo anterior obliga un control de calidad en fundiciones y laminadoras de riel. (FIG. II.3)

II.3.7 Identificación de defectos:

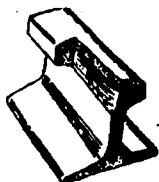
Fisura transversal.-Es una fractura progresiva en el plano transversal comenzando en un centro o núcleo dentro del hongo para luego extenderse hacia afuera en ángulo recto a la longitud del riel, se extiende como una superficie lisa brillante u oscura en forma redonda u ovalada.

Es peligrosa porque la falla siempre ocurre antes de que el defecto sea visible. Por lo general la rotura es total. (hongo, alma y patin). Se detectan con el carro detector sperry.

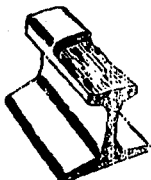
Fisura compuesta.- Es una fractura progresiva en el hongo del riel, que comienza como una separación horizontal que luego gira hacia arriba, hacia abajo o en ambas direcciones para formar una separación transversal que hace ángulo recto con la banda de rodamiento. Es igual de peligrosa que la primera.



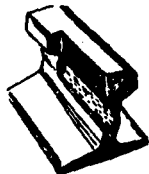
Figura transversal, sección de crucetismo de
pala. Las flechas indican sentido de crucetismo.



Apariencia general de una parte
vertical del tren.



Apariencia general de una parte
horizontal del tren.



APARIENCIA GENERAL
DEL RIEL ENTUBADO.

FIG. II.3

Fractura detallada.- Fractura progresiva que se inicia en o -
cerca de la superficie del hongo del riel. No confundir con -
las fisuras transversales, compuestas u otros defectos que --
tienen un origen interno. Las fracturas detalladas están divi-
didas en dos tipos:

- 1.- Sitios aconchados en donde pequeñas laminillas de metal, -
como pedazos de concha, se separan de la superficie supe-
rior o lateral del hongo del riel.
- 2.- Fallas de hongo, generalmente en o cerca de la parte sup^{er}
rior de la cabeza del riel en el lado de escantillón, en-
donde el escurrimiento, o derrame del metal superficial -
inicia una fractura apenas perceptible.

Fractura por grieta de calor.- Fractura progresiva que se ori-
gina en aquellos lugares donde las ruedas motrices de una ma-
quina han patinado. Al crecer hacia abajo frecuentemente seme-
jan las fisuras transversales o compuestas.

Cabeza abierta horizontal.- Falla progresiva horizontal que -
se origina dentro del hongo, generalmente 1/4" ó más bajo la-
superficie del riel, y creciendo horizontalmente en todas di-
recciones, generalmente acompañada de un aplanamiento en el -
riel. El defecto aparece como una cuarteadura cuando llega a-

los lados de la cabeza.

Cabeza abierta vertical.- Una cuarteadura a través o cerca -- del centro del hongo y se extiende a lo largo del mismo. Se -- conoce por una línea oscura en la superficie del riel, o -- bien una cuarteadura o línea oxidosa que se ve en la junta -- con el alma. En ocasiones se produce rotura de media luna en -- una lado de la cabeza del riel.

Cabeza aplastada.- Aplanamiento ó aplastamiento del hongo del riel.

Alma partida.- Una cuarteadura a lo largo del alma. Originada por una perforación para tornillo defectuosa, una perforación quemada por soplete o el alma dañada.

Patin roto.- Cualquier rotura en la base del riel.

Riel entubado (piped rail).- Riel con una abertura vertical, -- siempre en el alma, y que llega algunas veces hasta el hongo -- y/o al patin. Se debe a que el hueco o tubo superior del lin -- gote de donde se laminaron los rieles no se unió debidamente -- en los rodillos laminadores. Los lados de esta abertura se ven -- lisos, como riel recién laminado y de un color más claro que -- la cara exterior del riel.

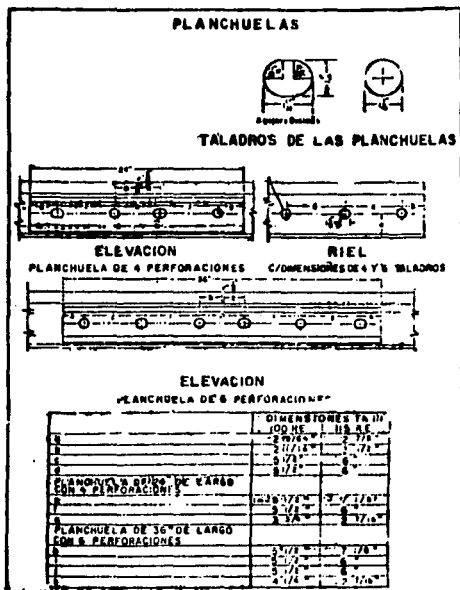
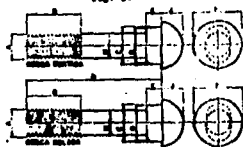


FIG. II.4

PERNOS DE PEROCARRA
Fig. 30



PESO DEL BO DE	DIAMETRO DE LA CABEZA D	ANCHURAS MINIMAS DE LA ROSCA A	LARGO B	CARGAS					LARGO DE LA ROSCA MOLDAO C CONTADA G
				H	J	K	L	M	
Lib./Tls	mm	mm	mm	kg	kg	kg	kg	kg	mm
100 DE	28.4	27.0	120.7	1700	750	1700	1700	750	220 157
110 DE	28.4	27.0	120.7	1700	750	1700	1700	750	220 157

FIG. II.5

planchuelas deben aceitarse periódicamente.

Las juntas de riel se localizan entre dos durmientes, donde el esfuerzo cortante es nulo.

II.4.2 Pernos de conexión.

El trabajo de una junta de riel depende mucho de la resistencia y lo apretado que este el tornillo a la planchuela. Los tornillos usados son tratados al calor y templados en aceite. su diámetro varia de 1" a 1 1/4". (FIG. II.5)

Para evitar que los tornillos se aflojen, se colocan con la tuerca alternadamente adentro y afuera del riel. No debe usarse una llave de vía más larga que la oficial del ferrocarril, puesto que se podrían dañar las cuerdas.

II.4.3 Rondanas de presión.

Se colocan entre la planchuela y la tuerca, evitando que esta se afloje por la vibración e impactos a los que la vía se ve sometida. La rondana de presión es un anillo de acero cortado en un lado y torcido espiralmente. (FIG. II.6)

II.4.4 Placas para durmientes (Metálicas y de hule)

Metálicas.- Protege el durmiente contra la acción cortante que el riel ejerce, especialmente en curvas, en los de madera

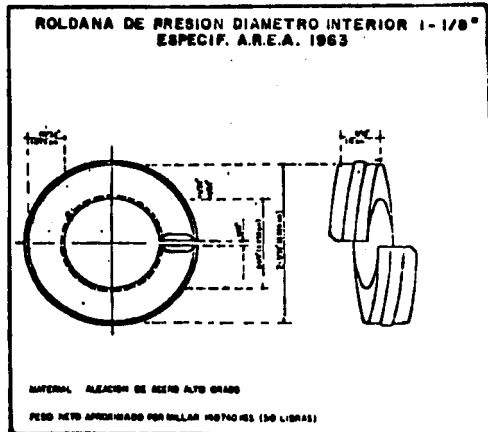


FIG. II.6

suave. Se construyen de acero, hierro forjado o hierro maleable y se colocan a lo largo del durmiente para distribuir la presión sobre una superficie mayor de la madera, y resistir la tendencia del riel a volteo.

La placa tiene en su cara superior un hombro que se ajusta -- contra la orilla exterior del patin el riel, que quita parte de la presión lateral que tiende a desalojar el clavo de vía.

Hule.- Son placas acanaladas, se colocan sobre madera bien en tallada y asfaltada; además de dar mejor asiento, absorbe las vibraciones provocadas por el paso de los trenes y proporciona un mayor anclaje (no solo por el aumento del coeficiente de fricción debido a la placa, sino por la fuerza de apriete continuado entre el riel y el durmiente.) (FIG. II.7)

II.4.5 Sujeción del riel (clavo, clavo elástico, tirafondo)

Clavo de vía.- Son de acero de sección cuadrada y con cabeza en forma de gancho que apoya en el riel. Son de diseño variado aunque el clavo de 5 1/2" de largo y 5/8" por lado parece ser el más usado. El clavo se adelgaza en su parte inferior hasta terminar en forma de cincel o en punta, esta separa las fibras de la madera del durmiente sin cortarlas o aplastarlas se usan extensamente clavos con rosca, los cuales requieren el uso de perforaciones de diámetro más pequeño que el clavo-

para ser colocados. La cabeza de este clavo apoya directamente en el riel o en una grapa que sostiene al riel.

Tirafondos.-Dependiendo el tipo de madera empleado en los durmientes, se utilizarán tirafondos con longitudes y diseño de cuerdas adecuadas a las mismas. (FIG. II.8)

Para maderas suaves, pueden utilizarse tirafondos tipo jab largos (23 X 153 MM).

Para maderas duras y semiduras, pueden utilizarse tirafondos-tipo jab normales (23 X 173 MM).

La fijación al riel puede ser simple, o combinarse con grapas elasticas del tipo RN o grapas rígidas.

II.4.6 Grapas elasticas.

Son grapas del tipo RN o grapillas griffon, las cuales se fabrican de acuerdo al patín del riel. (Se utilizan en cualquier tipo de durmiente).

II.4.7 Anclas de vía.

Son grapas que se ajustan a la base del riel y que se apoyan en el durmiente. Cualquier tendencia al movimiento longitudinal del riel, aumenta la sujeción del alma. Daban ponerse en

ambos lados del durmiente.

II.4.8 Abragadoras.

En las curvas, las ruedas ejercen una fuerte presión lateral-
contra los rieles, tendiendo a correrlos hacia afuera o a vol-
tearlos. Para evitar esto se usan abragaderas clavadas al dur-
miente, que apoyan, en algunos tipos, contra el alma del riel
y en otros contra el alma y la cabeza. Se colocan en el lado-
exterior de los rieles en curva.

CAPITULO III

ELEMENTOS ESENCIALES EN LA CONSERVACION.

Para que una vía férrea, como cualquier otra vía de comunicación, esté en óptimas condiciones de servicio, es menester - que todos los elementos anexos y conexos guarden las mejores propiedades de trabajo. de esta manera los trenes que las uti-lizen, transitarán con las velocidades establecidas con la ma-yor seguridad.

Es indudable que la correcta construcción de las nuevas obras reduce la conservación de la vía, pero en términos generales "Los Elementos Esenciales" como, el drenaje superficial o pro-piamente dicho sobre la vía el balasto; los durmientes, los - rieles y sus accesorios, requieren de estudios y programas de acuerdo al tipo de vía, topografía, clima y fundamentalmente al tráfico y velocidad de los trenes que transitan sobre las vías.

Aunque la rehabilitación o conservación de una vía está obli-gada cuando se trata de obtener un mejoramiento de la misma (vía angosta a vía ancha, reducción de pendientes y curvatu-ras), aumento en el volumen de tráfico y/o velocidad.

La finalidad principal, es el reemplazo o mejoramiento siste-matizado de los "Elementos Esenciales" constitutivos de la -

superestructura de la vía, al llegar al límite de tolerancia para la seguridad de los trenes y así evitar conservaciones deficientes y caras.

Es indudable que para poder tomar las medidas necesarias y programar debida y puntualmente los trabajos de conservación, es primordial y fundamental la inspección periódica por personal técnico capacitado y dentro de la organización de los Ferrocarriles Nacionales de México, éstas son llevadas a cabo por :

1.- Jefe de Vía :

Cubre cuando menos dos recorridos mensuales en la división a su cargo, normalmente en autoarmón e invariablemente a pie - la inspección de los cambios.

2.- Supervisores de Vía :

Inspecciones normales en autoarmón a velocidad de 20 Km/hr., pero a pie algunos tramos del distrito a su cargo, para cuando menos haberlo caminado totalmente una vez al año, verificando cada seis meses la sobre elevación y alineamiento de las curvas e inspeccionando los cambios de la vía principal por lo menos una vez al mes.

3.- Mayordomos de Sección :

Normalmente efectúa el recorrido de su sección a pie con la frecuencia que lo requiera, verificando en cada recorrido - los cambios y demás instalaciones en su sección.

4.- Guarda Vías :

Recorren a pie diariamente el tramo de su sección, revisando y corrigiendo los defectos de los cambios y juntas, efectuando aquellos trabajos que puedan realizar solos.

Quando la conservación o rehabilitación de la vía es por tramos, estos trabajos son encomendados a los mayordomos de las mismas, pues son los únicos responsables de las condiciones físicas de su sección. Estas cuadrillas estan formadas generalmente de : Un Mayordomo, de seis u ocho reparadores y un Guarda-Vía, teniendo bajo su responsabilidad de 12 a 15 kilometros. Pero si la conservación requiere de reparaciones continuas o generales, los trabajos son ejecutados por las llamadas Cuadrillas Regulares o las Sistemales, compuesta cada una de un Mayordomo y 24 reparadores, y no tienen para su atención longitud de vía especificada.

Todos estos trabajos de conservación para su correcto desarrollo

llo deben realizarse con la herramienta, equipo y maquinaria necesaria.

III.1.- Drenaje :

Los puentes y alcantarillas solucionan el paso debajo de las vías de las aguas superficiales de los arroyos y ríos que cruzan la línea férrea.

Las aguas pluviales sobre el derecho de vía tanto en línea como en patios y terminales, requieren de cunetas, canales y --contracunetas para drenar las vías, así como las subterráneas y freáticas precisan drenarse para evitar la pérdida de la estabilidad y capacidad de carga de la vía.

Para abatir el nivel freático original se deberá disponer de subdrenes más abajo que el efecto de ascenso (por capilaridad) característica de cada suelo.

Las aguas freáticas se les haya generalmente al excavar cortes en lomeríos y montañas, al construir las terracerías del ferrocarril, y este nivel freático quedará abatido hasta la elevación de la proyectada rasante, donde las cunetas permitirán la salida superficial del agua subterránea aflorada. Además de que a lo largo de las vías no sólo en cortes sino también en terraplenes, con el aumento del tráfico y mala cali -

dad de las terracerías, éstas se suavisan y se incrusta en balasto en la terracería, y se forman las bolsas de balasto o -bolsas de agua (water pockets), lo cual impide que el agua sea drenada, por lo que es necesario construir drenes a base de -tubos perforados (tipo dren frances), piedra triturada, etc., estos drenes pueden ser paralelos a la vía o transversales a ella, dependiendo cada dren de las condiciones y necesidades del terreno. Pero lo que se debe evitar es que se tape con -el material que arrastre el agua, evitar el deslave del mate -rial del terraplen, construyendo protecciones a la salida de los drenes (lavaderos y rejillas). Las pendientes de estos -drenes pueden variar desde el 4% y nunca mayores al 16%. La instalación de los drenes subterrneos, requiere por lo menos de una zanja de metro y medio de profundidad bajo la subrasan -te del corte o terraplen. Otro método para estabilizar bol -sas de agua, es encajar durmientes, sacos de arena, inyectar lechada de mortero de cemento, etc., pero como mencionamos an -tes, cada caso requiere de un análisis especial, el cual - -aumenta con la superficie, como sucede en los grandes patios ferroviarios; el problema no sólo consiste en drenar el agua subternea, sino también en impedir la penetración del agua superficial, mediante la compactación, sellado y asfaltado de la sub-rasante y desde luego el revestimiento con concreto o

mampostería de todas las cunetas y canales.

En ocasiones cuando no es posible drenar con tubo un terraplen aguachinado, puede realizarse construyendo un dren ciego (french drain), de la siguiente manera : Se construye transversalmente al terraplen (vía), excavando una zanja con ancho de -- 1.20 a 1.50 m. y profundidad mínima de 1.50 m. con respecto al patin del riel, cimbrando cuidadosamente, para evitar derrumbes deberá tener la pendiente no menor al 5% desde la salida - en la base del talúd del terraplen hasta el extremo cerrado, - que puede quedar bajo la cabeza del durmiente. El extremo cerrado debe tener un talúd de 1:4, para el llenado, utilizamos piedra-hombre y piedra triturada para cubrir los huecos, colocando también este material en los lados y en la parte superior, con lo que evita que el material del terraplen tape los huecos e impida el paso del agua. Estos drenes pueden con un costo muy bajo, secar terraplenes aguachinados con la consiguiente mejoría del nivel de la vía para el tráfico de trenes con entera seguridad.

En lo que concierne al drenaje de las aguas, producto de los escurrimientos (superficiales), éstas deben conducirse mediante cunetas laterales a lo largo de las vías, con la misma pendiente que la vía; las pendientes de éstas varían entre el 1% al 3%, de modo que las cunetas triangulares de 30 m. de profun-

dad y talúd 1/2:1 y 2:1 por 75 cm. de ancho, sólo admiten -
velocidades entre 1 y 1.5 m/s (dependiendo de la rugosidad),
con gastos máximos promedio de 0.15 M³/s, que demandan frecuen-
tes caños de alivio.

La función primordial de las cunetas es abatir el nivel de --
agua con respecto a la base del sub-balasto, lo cual requiere
desechar el uso de cunetas sobrelevadas en las curvas.

Es recomendable construir cunetas o canales semicubiertos de -
mampostería o concreto (con cubeta drenada por protección del
balasto), en las vías de montaña, en tanto que en los tramos -
de suelo arcilloso de las planicies, es recomendable usar per-
filadora "Jordan" para mantener la sección tersa y limpia de -
las cunetas, evitando de esta manera que debido a los deslaves
del talúd en los cortes se obstruye el escurrimiento, ocasio -
nando que la cuneta se llene y ensucie el balasto y se pierda
por el arrastre del mismo por el agua.

La conservación y limpieza de cunetas y contracunetas, debe --
programarse y realizarse con anticipación a la temporada de -
lluvias, en la Sección o Distrito efectuándose ésta ya sea a -
mano o con maquinaria.

III.2.- Balasto :

De acuerdo a la inspección realizada por el personal y al programa de la conservación de la vía, y para obtener un drenaje adecuado, nivelación y alineación correcta, es indispensable efectuar levantes periódicos, dependiendo del tráfico, peso de los trenes y calidad del balasto utilizado, para que las vías presten servicio óptimo y seguro.

La cantidad de balasto que se requiere y el procedimiento a realizar depende fundamentalmente del tipo de trabajo de conservación a efectuar, pues cuando son tramos pequeños, éstos los realizan a mano (calzado manual) y con personal de la cuadrilla de la sección, no así, si el levante se realiza en tramos de gran longitud, para ello se requiere de maquinaria que efectúa tanto el trabajo de retiro de balasto contaminado o sucio, como el de colocación del balasto nuevo con calzado y nivelado. Estos levantes pueden realizarse anualmente para vías troncales con tráfico continuo y pesado, y cada cuatro años para vías con tráfico de pasajeros o con menor tonelaje que el anterior.

III. 3.- Durmientes :

La calidad de una vía con durmientes de diversas edades, se -

mide en función del número de durmientes en estado de prestar buen servicio, necesitándose un 90% en buen orden, para las vías de primera clase y tolerándose de 15% a 20% en mal estado, para las vías de menor tráfico.

La sección tipo, es de 18 x 20 x 244 cm. (7" x 8" x 8") que es fácil obtener esta escuadría para las maderas de pino y difícil para encinos y maderas duras tropicales, que obligan a aceptar menores escuadrías.

El pino y las maderas semiduras, tienen y deben creosotarse, para de esta manera incrementar su vida útil, cuyo promedio en México, es de apenas de 10 a 18 años, para tráficos moderados actuales, con reducidas velocidades y escaso balasto. El pino, encino y quebracho, (con un máximo porcentaje de pino creosotado) constituyen actualmente más de 95% de los durmientes de las vías en México, donde el tráfico y las velocidades crecientes contra áreas de crecientes forestales, hacen que, el problema del durmiente se agudice y demande una solución integral eficiente.

A medida que aumenta el porcentaje de durmientes en mal estado, aparentemente se incrementa la vida útil promedio, que posiblemente en teoría sea de 18 años para México, donde la conservación diferida requiere periódicas rehabilitaciones inten-

sivas.

Los durmientes duros, se usan sin creosotar en áreas próximas a sus bosques y el tirafondo (con arandela de presión) y el clavo elástico Macbeth hincado a presión en el barreno, son recomendables en lugar del clavo que produce el rajamiento de la madera al clavarse a golpes y carece de apriete al patín. El durmiente de regular calidad de pino-ocote de México es el mejor pino de Canadá y Oregon usan los clavos sólo para mantener el escantillón, porque el corrimiento de los rieles los resuelve en exclusiva el ancla a pesar de sus limitaciones, además de fatiga a las juntas rígidas y el chicoteo y desnivelación resultantes.

El durmiente de madera se marca con una raya de crayón amarillo cuando es notoriamente corta su vida útil (1 año) y deben evitarse largos tramos con estos durmientes de resistencia in-suficiente, en especial en las curvas y extremos de rieles (llantas) y todo lugar crítico como proximidades a cambios, puentes, etc., cuando el durmiente "suena hueco" y suelta el clavo, además de rajarse o sufrir la destrucción de los bordes de la placa o del patín, debe marcarse con 2 "rayas" y tiene que ser retirado con urgencia para deshecho, aún cuando se puede utilizar el cincho, no así, si aún puede ser utilizado

con taquetes o tarugos de madera creosotada, clara esta, en -
vías como espuelas.

La madera resulta excelente para poder observar los momentos
negativos y otras complejas deformaciones imprevisibles. Si
los terraplenes y el sub-balasto carecen de compactación y -
drenaje adecuado, la madera proporciona durmientes capaces de
resolver problemas de esfuerzos al igual que los durmientes -
de 2 blocks de concreto.

Una de las más frecuentes fallas ocurre bajo los rieles y en
gran parte el responsable es el balasto sucio que pudre los -
extremos, la falta de banqueteta debida al gradual deslave de --
taludes del bordo o a los deslizamientos producen presión cen-
tral con momentos negativos y rotura por la mitad del durmien-
te.

Los grandes esfuerzos rasantes en las curvas de radio corto,
no es posible soportarlos sólo con durmientes y clavos renova-
dos, con frecuencia, lo cual obliga al uso de barras de escan-
tillón.

El durmiente de madera puede presentar algún argumento a su -
favor en vías de gran tráfico, siempre y cuando los terraple-
nes estén bien drenados y compactados, y si el riel es de ca-

libre tal, que su vida útil sea tan reducida que precise cambiarlo con mayor frecuencia que los durmientes, lo cual sólo ocurre en tramos excepcionales. Aunado a lo anterior, se intenta que riel y durmiente tengan igual duración, aún cuando el escaso peso del durmiente de madera (70 Kg.) produzca mayor inestabilidad que el durmiente de concreto (200 Kg.).

Hemos acotado que el uso de la madera en durmientes en México es limitada en su cuantía y escasa la resistencia del pino -- que constituye la mayoría, aunque las maderas duras son eficientes, también son escasas. Independientemente de que algunos tramos de nuestras vías, sólo pueden usar madera para sus durmientes, los cuales deben y tienen que ser impregnados correcta y adecuadamente, tanto en terraplenes angostos por deslaves, vías provisionales, tramos con fuerte curvatura (G), - etc., someten a estos durmientes a esfuerzos inaceptables al concreto y a la placa única de hule, requiriendo de placa de acero adicionales.

Por otra parte, en los lugares cercanos a las zonas boscosas el abastecimiento de durmientes de madera ofrece fletes mínimos.

Ahora bien, para determinar y seleccionar el tipo y número de durmientes que es necesario cambiar, tanto el Mayordomo, en -

cargado de la Sección, como el Supervisor a cargo del Distrito y al Jefe de vía de la División de que se trate, deben marcar y elevar los "machotes" desde fines de octubre hasta noviembre, y de esta manera el Ingeniero de la División podrá a su vez notificarlo a la Gerencia Regional antes del 20 de diciembre, según el Reglamento de Conservación de Vía estructurada de los Ferrocarriles Nacionales de México. Tomando en cuenta siempre que la razón esencial de cualquier conservación de vía, es la seguridad del tráfico de acuerdo a la velocidad y tonelaje indicado en el tramo de vía respectivo. Como las vías principales son las que requieren de mejores características de servicio, una regla práctica para saber el número de durmientes a cambiar es : Vía principal, dividir el número de durmientes en el tramo de Sección entre siete; en los ramales entre 8; y en los laderos de encuentro o pasada entre 9, en vías con rieles de 39' y con durmiente no creosotado.

Como norma general y de acuerdo al "Reglamento", al seleccionar los durmientes para colocar, los de mejores cualidades deben ir en las juntas (llantas) con la base mayor hacia abajo, para de esta manera tener mejor sustentación la vía, además de proteger y alargar la vida útil del durmiente. También es fundamental que el criterio del Mayordomo se adapte a las características físicas y geométricas de la Sección a su

cargo (Terracerfías, balasto, tráfico, velocidad. lluvia o seca, tangente o curva), para tomar una buena decisión, ejemplo: No debe cambiar más de tres durmientes contiguos, como tampoco cambiar más de la mitad de los durmientes por riel por temporada a menos de que exista alguna causa especial, todo esto cuando la rehabilitación es parcial. No así cuando la renovación es total como en cruceros de carreteras o calles pavimentadas, túneles, puentes, en los cambios y en vías que se requiere rehabilitarse, retirando todo el durmiente, cuya vida útil sea menor de dos años y/o cuando se cambia balasto, para lo cual después de realizar el "vaciado" de la vía se reatornillan las planchuelas (juntas), para después reclavar los durmientes existentes y también clavar los durmientes nuevos, primero se clava el riel de "línea (o de ojo)", para posteriormente clavar el riel de escantillón reglamentario (1.435 m. = 56 1/2") en vía ancha, procurando evitar dejar holgura o cerrado el escantillón, para de esta manera evitar el desgaste prematuro del riel, e inmediatamente efectuar el tendido del balasto y llevar a cabo el calzado, nivelado y alineado de la vía, de acuerdo al Reglamento de Conservación de Vía Estructurada.

Es indispensable hacer notar que el manejo y colocación del durmiente debe realizarse según el mencionado "Reglamento" y a las normas que rigen a los Ferrocarriles Nacionales de Méxi-

co.

III.4.- Riel y sus Accesorios :

Los rieles como elementos esenciales en la vía, permiten el tránsito de los trenes y equipo, conservando mediante el tipo de ejecución escogidos y apoyados en los durmientes el escantillón reglamentario (paralelos a una determinada distancia entre sus costados interiores). Para poder soportar los esfuerzos provocados por el tráfico a que son sometidos, con seguridad y confort a las velocidades especificadas, los rieles requieren de máxima precisión para su alineado en la planta y la nivelación del perfil longitudinal, así como adecuadas sobreelevaciones y fijaciones sólidas para mantenerlos sobre los durmientes y así poder amortiguar los impactos y vibraciones provocados por el golpeo al paso del Equipo.

El riel tiene una vida útil, que varía de 10 a 50 años, dependiendo del clima, tráfico, velocidad, calibre (peso en libras por yarda o kilogramos por metro), del durmiente (número, calidad y mantenimiento), granulometría y calidad del balasto, la clase y nivelación de éste y principalmente a la supresión de impactos directos en las juntas (plachuelas), a la reducción de vibraciones y al mejor alineado geométrico de la vía.

El riel, es una viga cuyo peralte y momento de inercia le proporcionan cierto momento resistente que precisa concordancia, con la máxima carga rodante y su impacto sobre los durmientes contiguos que pueden fallar a los que soportan la carga analizada, produciendo claros reales, hasta el triple del normal espaciamiento de los durmientes.

Por lo anterior expuesto, se producen presiones máximas sobre un sólo durmiente, el cual debe reaccionar en su apoyo de balasto sin hundirse y a su vez debe soportar la flexión sin deformarse ni romper las planchuelas o juntas de rieles por la excesiva tensión; siendo las variables para estas condiciones de esfuerzo; el área de apoyo del durmiente, el espaciamiento entre durmientes (0.50 m.), la reacción del balasto, el calibre, peso por eje y el impacto considerado. Lo que define que el riel y sus uniones presisen de un módulo de sección capaz de resistir la flexión que produce la carga máxima y su impacto sobre claros hasta 3 centros de durmiente, o sea 1.50 m., aproximadamente para durmientes de madera.

La vibración destruye la cohesión molecular iniciando de esta manera la destrucción por las zonas de fisuras y defectos de la fundición y laminado, con el golpeteo del tráfico, asimismo el impacto cuando la rueda cae debido a la gravedad y a la

vez que se traslada por la inercia del tren provocando un golpe al brincar la separación (máxima 15mm.=2/3") entre la unión del riel con riel, en aproximadamente 450 microsegundos cuando el tren viaja a 120 km/hr. variando a mayor tiempo para menor velocidad, este impacto hace vibrar todo el riel además de romper el rodamiento de sus extremos.

La unidad para medir estos fenómenos que causa la desintegración de los materiales es el Hertz (g) y es el producto del número de oscilaciones por segundo por la fuerza en equivalente a la aceleración, ejemplo : Un tren lento produce 50 g y un tren rápido puede provocar 500 vibraciones por segundo con mayores aceleraciones (120 km/hr.=5 g), donde se puede deducir la fuerza destructiva derivada del golpeteo que recibe cada junta vencida y abierta entre dos rieles al paso de un convoy, con gran variedad de cargas por eje, cuyos efectos se amortiguan lentamente vibrando como diapasón, con magnitudes combinadas por golpes sincronizados entre los ejes y ruedas de un largo tren de carga, desde el eje de la locomotora hasta un carro vacío y al desnivel teórico de caída, se suma el vencimiento del riel y su desgaste, provocando las fisuras del riel, de las ruedas la destrucción de los durmientes, etc.

La temperatura hace variar en su longitud el riel, provocando que las uniones (juntas) se levante, actuando tal esfuerzo en

las planchuelas y tornillos, originando el "chicot-o" del alineado de la vía. Y como la vía no es rígida y sufre problemas de dilatación y contracción, es necesario dejar una separación para "expansión" entre riel y riel, pero de tal manera que tal expansión no sea mayor a 15 mm. ó 2/3" para evitar grandes golpes al paso de cada rueda, con impactos de magnitud inaceptable, es por esto que se debe registrar y calcular la temperatura neutra con los termómetros de riel para tender la vía, y ello determina la posibilidad o inconveniencia de poder "liberar" a la vía de sus fijaciones y anclaje al balasto, por lo que, debemos esperar a tener en el ambiente, rieles con temperatura neutra para aflojar y levantar la vía del balasto, o deberá calentarse el riel con soplete hasta lograrlo o exponer la vía a graves deformaciones o a su rotura.

Los rieles desarrollan fricción contra sus placas de asiento y otros factores que cooperan a resistir los esfuerzos téoricos anteriores, ejemplo : Los durmientes se rodean de balasto compactado, de tal manera que para romper la resistencia al esfuerzo cortante del balasto (por el largo del durmiente) para desplazarlo de su lugar, se necesita una fuerza máxima al iniciarse el primer movimiento del durmiente similar al golpe de la cuchilla del bulldozer empujando el balasto compactado.

Las vías con riel sobre placas de fierro, usando clavo con algunas anclas mal colocadas, tienen poca resistencia para contrarrestar la dilatación, no así las vías sobre placa de hule apretada o sujeta con tirafondos, grapas o arandelas elásticas, que tienen gran resistencia al movimiento longitudinal.

Los Ferrocarriles Nacionales de México, para rieles de 39' -- usan cuñas de expansión de 5 mm. en tiempo de frío de 0° C a 10°; 3 mm. de 10° a 25°C; de 2 mm. de 25° a 40°C y nada en -- más de 40°C.

Aproximadamente la tolerancia que nos permite aflojar las fijaciones del riel, levantarlo con sus durmientes y vaciar la vía retirando el balasto es de 8°C más o menos de lo que marca el termómetro alrededor de la Temperatura Neutra.

Otro de los esfuerzos que provocan el corrimiento longitudinal de los rieles, es el producido por el drenaje de emergencia de un tren, que representa un esfuerzo tangencial de 5 toneladas en cada riel bajo cada rueda y ocasionalmente puede coincidir con esfuerzos de temperatura en igual sentido provocando la rotura del equilibrio en resistencias de anclaje. Por otra parte en las fuertes pendientes, los rieles, se jalan -- hacia el columpio, cerrándose las separaciones de expansión,

creando juntas "retopadas", que provocan el "chicoteo" y rotura de rieles, además de abrir en demasía las uniones y produciendo tensión en planchuelas y tornillos.

Para determinar la Temperatura Neutra de cada lugar, se necesita del termómetro, que se coloca al riel en el lado que es te a la sombra y sobre el patín. Y para medir los esfuerzos en la estructura de la vía y a diversas profundidades de balasta, se usa el Acelerómetro de cristal de cuarzo; la resistencia eléctrica de cuarzo, es muy sensible a las precisiones variables, de modo que un galvanómetro señala con precisión las fatigas provocadas por el tráfico de los trenes. Ahora bién para medir las vibraciones producidas por el impacto, se utiliza el Vibrogir, que es un simulador del paso de los trenes y funciona con motor eléctrico y sus mecanismos excentricos, con 3000 RPM equivalentes a 50 Hertz, que sacude vibratoriamente a un tramo de vía experimental donde los rieles, las fijaciones, los durmientes y el balasto, son estudiados con resultados casi idénticos a la práctica.

Para detectar problemas, defectos o fisuras en los rieles antes de que la grieta resulte visible y el daño es demasiado grande, se pueden usar detectores de sonido y magnéticos que marcan las variaciones del flujo al pasarse sobre un tramo de

riel fisurado o agrietado en su interior; el detector manual emplea sonido para acusar la presencia de la falla localizada por el flujo magnético de una pila portátil, pudiendo investigar 10 Kilometros por día. El carro Sperry que se agrega a un tren, localizando, registrando y marcando con pintura el lugar defectuoso y la cuantía del daño con gran precisión, recorre 200 Kilometros diarios.

Como norma de Ferrocarriles, para retirar un riel y desecharlo, es que independientemente de otras causas, el hongo o cabeza, que representa la superficie de rodamiento, haya alcanzado el 25% de desgaste; los rieles en curva se gastan del borde y se les invierte para usar el filete del lado opuesto en la misma vía o para vías de menor importancia; las "quemadas" producidas por las aplanaduras al arrancar el tren, etc. provocan que estos rieles sean retirados a otras vías o desechados. Cuando los rieles son detectados y marcado el lugar dañado se emplea pintura roja para daño irreparable y pintura amarilla para proteger con órdenes de precaución y cambiar el riel defectuoso a vías, laderos y patios de segundo orden; - por lo que los rieles pueden clasificarse de la siguiente manera :

Riel vía tra. Clase : Extremos sin vencimiento, desgaste rodadura 2mm., máximo (vertical) desgase-

te lateral un sólo lado 3mm.

Riel Vía 2da. Clase : Desgaste máximo vertical 4 mm., desgaste máximo lateral 7 mm. de un sólo lado (vías de tráfico ligero).

Riel Vía 3ra. Clase : (Patios de segunda importancia), 5mm. desgaste vertical, 8 mm. lateral y -- 3 mm. del otro lado (lateral).

III.-4.-I.- Accesorios :

Los accesorios pueden ser de Conexión, Anclaje, Fijación, Reducción de esfuerzos y de Lubricación.

Planchuelas : Elementos que unen a los rieles por sus extremos, pudiendo usar 2 ó 3 tornillos por cada extremo de riel -- según la importancia del esfuerzo de tensión a que se someten, debiendo usar la sección más robusta para cada calibre de -- riel y poder reducir el vencimiento de las puntas de los rieles. Las juntas de riel se localizan entre dos durmientes, -- donde el esfuerzo cortante es nulo y existe momento flexionante máximo positivo, en la viga continua que representa el -- riel, permitiendo la junta la libre dilatación y debiéndose limpiar y lubricar.

La expansión resulta permisible por la forma ovalada de los --

agujeros de la planchuela, en tanto que el diámetro del tornillo lo determina su esfuerzo cortante deducido de la tensión por temperatura.

La revisión siempre se hace manualmente, ya sea por observaciones del mayor como o el Guarda-vía, cambiando en el momento de que existan grietas o fisuras que puedan provocar que se quiebran y dejen sueltos a los rieles.

Anclas : Estos accesorios son para aferrarse al patín del riel con fuerza de amarre superior a 500 Kg. por pieza y se colocan a los costados de los durmientes y poder aprovechar la resistencia de éste a desplazarse debido al esfuerzo cortante del balasto compactado.

A mayor apriete continuado entre riel y el durmiente mejor anclaje por fricción. La colocación de las anclas precisa estudiar la dirección del corrimiento dependiendo del sentido del tráfico pesado, las pendientes, frenajes, etc., y para mejores resultados en las monovías, que son las características de nuestras vías, generalmente se colocan a ambos lados del durmiente.

Placa de Asiento : Son placas metálicas que se colocan dos por durmiente una bajo cada riel, evita que el riel se hunda en el durmiente de madera, aumentando el área de contacto -

(con anchura de 25 a 35 cm.), aunque los bordes de la placa -- también llegan a cortar la madera; además de repartir en mayor área las cargas que transmite el riel al durmiente. Se pueden colocar directamente sobre el durmiente o utilizar máquinas "entalladoras" para mejorar el asiento en el durmiente.

Clavo de Vía : Elementos de sujeción del riel al durmiente, su función es evitar que los rieles se laven, y sobre todo -- mantienen el escantillón reglamentario entre los rieles, aún cuando se sigue usando el clavo clásico hincado a golpe en la madera, este tiene muchos inconvenientes, como es de que daña la madera, la raja con facilidad y debido al incremento de -- los trenes pesados, los clavos se sueltan con facilidad, provocando con ello el crecimiento longitudinal del riel, etc. -- Por estas causas, es mejor utilizar tirafondos o clavos elásticos, hincados en barrenos verticales hechos a máquina, ya que su uso es indistinto para cualquier tipo de madera, especialmente cuando el tráfico sea pesado y de trenes rápidos.

Barras de Escantillón : Son barras de diferentes formas, aunque la mayoría de forma redonda y diámetro de 1 1/8" para -- vías principales y 1" para secundarias o con menor tráfico -- que las anteriores. Se usan en tramos con curvas mayores a 40 (G) de Grado de curvatura y en lugares que el clavo no es suficiente para conservar el escantillón reglamentario.

Hemos descrito los elementos que utiliza el riel para su correcta fijación a los durmientes y que prestan seguridad y confort en el tráfico de los trenes a la velocidad proyectada, además de mencionar las posibles fallas de cada elemento para su cambio y conservación del tramo en cuestión. Pero indudablemente para la conservación de los rieles, como en el de los durmientes, dichos trabajos pueden realizarse según la magnitud y longitud del tramo, mediante la cuadrilla de la Sección en longitudes pequeñas y que no requieren de personal extra.

No así cuando los cambios de conservación son de gran longitud del tramo, o por cambio de diferente calibre de riel nuevo.

Cuando la reparación es parcial o por tramos, estos trabajos como mencionamos antes, los realiza el Mayordomo o Supervisor con su cuadrilla y pueden retirar tramos de riel o rieles que en las inspecciones realizadas, se encontraron fallas y que ponen en peligro el funcionamiento de la vía, o reclavado de clavos zancos, reposición de planchuelas y tornillos defectuosos. En el cambio de riel, el Mayordomo debe medir exactamente el tramo de riel defectuoso por cambiar y taladrar el riel nuevo antes de soltar la vía, retirar pla

cas en mal estado o colocar en durmientes que no tienen, cuidando el alineamiento y nivelado correspondiente en cada tramo, con las medidas de seguridad marcadas en el "Reglamento".

En los trabajos continuos o generales, abarcan tramos largos de vía y el personal que lo ejecuta como lo anotamos antes -- son las Cuadrillas Regulares o Sistemales. Para el cambio de riel nuevo, se puede tener la siguiente gente con sus actividades bien definidas, bajo la dirección de un Mayordomo General estarán 3 cuadrillas Sistemales (74 trabajadores) :

- 2 Bandereros : Uno en cada extremo del frente de trabajo a la distancia de 800 m. a 1,200 m. de dicho punto.
- 4 Reparadores : Para desplanchuelar.
- 4 Reparadores : Para el desmantelamiento del sistema de fijación.
- 2 Reparadores : Para retirar con barras de línea, el riel - que se va a reelevar.
- 1 Reparador : Sacando a mano planchuelas, tornillos y clavos desmantelados.
- 1 Reparador : Retirando la placa del durmiente.
- 1 Reparador : Sumiendo "morros" (clavos descabezados).
- 4 Reparadores : Taqueteando.

- 2 Reparadores : Hachazuelando (asiento de la placa en el durmiente).
- 2 Reparadores : Creosotando la parte de los durmientes afectada por la hachazuela.
- 2 Reparadores : Sentado placa para durmiente.
- 2 Reparadores : Manejando la máquina alineadora de placa para durmiente.
- 5 Reparadores : Operando la máquina escantilladora de placa para durmiente.
- 3 Reparadores : Clavando las placas maestras (1 de cada 5 durmientes).
- 4 Reparadores : Con la grua burro para el manejo del riel que se va a colocar.
- 2 Trabajadores: Operario y ayudante manejando la grua burro.
- 2 Reparadores : Con la máquina atornilladora emplanchuelando.
- 4 Reparadores : Alineando riel y fijando escantillón.
- 2 Reparadores : Reacomodando la placa para durmiente.
- 2 Reparadores : Manejando la máquina de talar durmiente para la colocación de clavo.
- 2 Reparadores : Apuntando el clavo.
- 4 Reparadores : Colocando el clavo (dos por máquina clavadora).

6 Reparadores : Rectificando con martillo de mano el clavo -
colocado defectuosamente.

4 Reparadores : Colocando anclas.

2 Reparadores : Esmerilando.

2 Aguadores.

1 Velador de maquinaria.

Y para los trabajos de nivelación y revestido de la vía se -
utiliza maquinaria multicalzadora, máquina reguladora de ba-
lasto y máquina alineadora de vía, atendida por un Mayordomo
General y una cuadrilla Sistemal (24 reparadores y un Mayor-
domo).

CAPITULO IV

HERRAMIENTA, EQUIPO MECANICO Y MAQUINARIA PARA EL MANTENIMIENTO

Dada la importancia de mantener las vías ferroviarias en óptimas condiciones, con frecuencia en su conservación y rehabilitación, se debe de contar con HERRAMIENTA Y EQUIPO MECANICO, capaz de efectuar los trabajos.

IV. TIPOS DE CUADRILLAS DE TRABAJO.

Cuadrillas de Sección : Compuesta por un mayordomo, seis u - - ocho separadores y un guarda vía, teniendo a su cuidado un tramo de 12 a 15 Km. y se encargan de reparaciones menores como son: supervisión de codos, quitada de golpes, cambio de durmientes (1 ó 2) devastado o entalle de durmientes, sustitución de riel (por defectos peligrosos) accesorios de vías, limpia de desagues, herrajes de cambio.

Cuadrillas sistemales : Son las encargadas de reparaciones mayores a las vías en tramos de más de 15 Kms. como son cambio de durmientes, espaciamiento de durmientes, nivelación, alineamiento y calzado de juntas, corrección de escantillón , encuadramiento de durmientes, apriete y reposición de tuercas y formillas; reclavado de clavos rancones, ajuste y reposición de anclas, reposición de planchuelas agrietadas o rotas, dicha cua -

drilla consta de un mayordomo y 24 reparadores.

IV.I HERRAMIENTAS DE VIA.

Las herramientas usadas por las cuadrillas para trabajos de conservación de vía en reparaciones menores son: (Fig.IV.I).

IV.I.1 HERRAMIENTAS MANUALES.

Escantillón, dicha herramienta sirve para medir la distancia entre rieles un extremo del escantillón generalmente está hecho en forma de "U" para que al colocarlo en la vía quede en ángulo recto al riel.

Gato de vía, herramienta utilizada para subir la vía debe usarse en levantes de vía mayores de 5 cm. Hay varios tipos de gatos de vía, el chico con peso de 20 Kg., usado para trabajos de balastrado levanta hasta 15 cm.

El tipo mediano levanta hasta 30 cms. y pesa 27 Kg., es el más usado en los trabajos de conservación de vías, el tipo pesado levanta hasta 50 cm. y pesa 44.5 Kg., todos los anteriores de gatos tienen una capacidad de 15 tons.

Nivel de vía, esta herramienta es una regla de madera, con nivel de agua, sirve para medir la sobre elevación del riel exterior en curvas y poner los dos rieles de la vía al mismo nivel en tangentes.

Niveleta, herramienta usada para llevar una pendiente unifor

HERRAMIENTAS MANUALES.

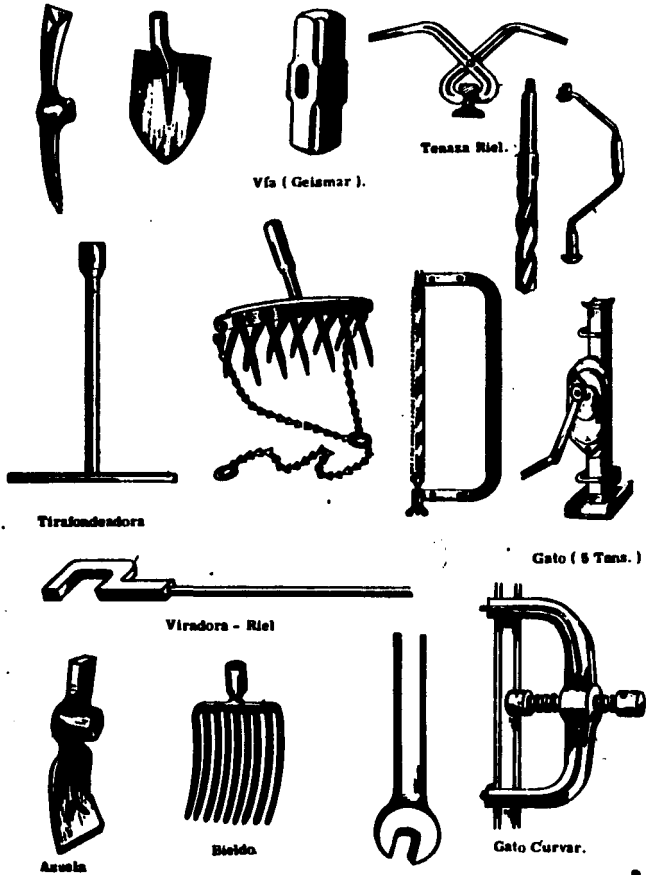


FIG. IV.1

me al nivelar la vía. Es esencialmente una regla de madera - equipada con un nivel, montada sobre dos patas graduadas hasta octavas de pulgada y que se apoyan sobre los rieles de la vía.

Barra de calzar. Es esencialmente una barra de acero de aproximadamente 1.50 a 1.80 mts. de largo y con uno de sus extremos en forma de paleta inclinada que sirve para empujar el balasto bajo el durmiente, esta herramienta sirve para calzar al riel.

Tenazas para durmientes. Son tenazas aproximadamente con un peso de 4.5 a 6 Kg. y usadas para mover durmientes con facilidad

Tenazas para riel. Herramienta usada para cargar rieles trabajando los obreros en pareja siempre tienen un peso aproximado de 7.5 a 8 Kg.

Pico calzador. Tiene la forma de la herramienta usada en construcción con algunas variantes, generalmente tiene un extremo en forma de punta de diamante para sacar balasto o jalar durmientes viejos de la vía, y el extremo de calzar en forma de "V" tiene un peso aproximado de 3.6 Kg.

Barretas de línea. Son herramientas de 1.50 Mts. de largo y de 8 a 12 Kg., de peso hechas de acero al carbón, se usan para

alinean vías, para levantar ligeros y para empujar rieles.

Hachuela. Son del tipo de una hacha solamente más pequeña, se usa para emparejar la cara superior del durmiente cuando la placa o riel se han incrustado en el durmiente su peso aproximado es de 2.5 a 3 Kg.

Barra de uña. Herramienta utilizada para sacar clavos de los durmientes, su extremo de trabajo está hecho en forma de uña para sacar los clavos, el otro extremo de la barra es en forma de cincel, mide aproximadamente 1.50 Mts. de largo y pesa aproximadamente 12.5 Kg.

Martillo de vía. Se utiliza para colocar clavos en los durmientes, es un martillo con dos lados, uno de ellos más angosto que el otro para clavar en sitios reducidos tiene un peso aproximado de 4.5. Kg.

Mazo. Herramienta usada para golpear sobre el corta riel, tiene un peso aproximado de 2.7 a 5.5 Kg. se fabrica en acero al carbón.

Pala de vía. Es una herramienta de uso variable y continuo - su hoja es de acero al carbón y las hay de punta cuadrada y de punta redonda, según sea el trabajo a desarrollar, consta de un mango de 70 cms. de largo.

Gato para curvar. Esencialmente estos gatos consisten en un armazón, uno o dos ganchos y un gato, de tornillo, o hidráulico, los hay de dos tipos, uno el que da presión de un lado, y el que tiene un gato de tornillo entre dos ganchos de riel.

El primer tipo se compone de dos partes principales, un marco fuerte de acero que tiene un gancho o grapa que se sujeta al riel y un brazo corto, lateral; la segunda parte es un gato de tornillo hidráulico especialmente construido para asentar en un lado del riel y que hace presión en el brazo corto del marco, el riel se dobla por la acción del gato contra el brazo.

El segundo tipo es un arco de acero con dos ganchos en los extremos, para sujetar el hongo del riel, y un gato o tornillo al centro del arco que aprieta contra el riel.

Biéldog. Herramienta utilizada para manejo de balasto, los hay con dos dientes y con 14 dientes, consta de un mango de 1.07 mts. de largo.

Tajaderas. Herramientas usadas para cortar tornillos de vía o realizar cortes de riel tiene un tamaño de 0.26 mts. con un lado en forma de marro y el otro termina en cincel cóncavo para comodidad y seguridad, lleva un mango de madera de 50 cms.

de largo.

IV.2.- EQUIPO Y MAQUINARIA USADA EN LOS TRABAJOS DE VIA.

En la actividad se ha generalizado al uso de equipo mecánico que sustituyen a las herramientas manuales, este equipo puede hacer el trabajo más rápidamente, y por lo mismo se usan cuando los trabajos se ejecutan para rehabilitar una línea, puesto que son en general poco prácticos para el trabajo común y corriente de conservación.

Es manifiesto que al hacer un trabajo general de construcción de una línea ferrocarrilera, una rehabilitación en varias divisiones de un ferrocarril, que comprenda cambio de balasto, cambio de durmientes, cambio de rieles, reconstrucción, levante o ensanche de terraplenes, para el que se asignan varias cuadrillas extras, el uso de los equipos mecánicos por su rapidez al ejecutar el trabajo, por su gran rendimiento será económico para el ferrocarril, puesto que al reducir considerablemente el tiempo para ejecutar la obra, reducirá el costo de la misma.

Por esta razón se está haciendo frecuente en las líneas ferroviarias la organización de cuadrillas de trabajadores especializados en el uso de equipo y maquinaria.

La maquinaria puede dividirse, en forma general en dos gran -

des categorías:

Maquinaria pesada de construcción

Maquinaria de vía.

IV.2.1. Maquinaria pesada de construcción.

Se usa mucho en los trabajos de conservación, porque lleva a cabo con rapidez, eficiencia y economía trabajos como ensanche y reforzamiento de terraplenes ampliación de cortes y construcción y limpieza de cunetas y canales, sacar derrumbes y deslizamientos, rellenar deslaves, tapar clavos de puentes, acostar taludes, construcción de desvíos, ayudar en descarriamientos y manejo de materiales. En esta categoría se cuenta con lo siguiente:

Pala Mecánica, la moderna pala mecánica equipada con motor diesel, de gasolina o eléctrico es la máquina indispensable para los trabajos de terracería. Consiste en una base fundida, pesada y baja de un armazón montado sobre la base y que puede girar horizontalmente sobre ésta. Las plumas se elevan y bajan por medio de cables operados en un mecanismo de tambores, y también por otros cables se mueve el brazo del cucharón obligándolo a excavar o atacar el material; la orilla de corte o filo del cucharón es cambiabile y construído de acero de aleación endurecida.

Las palas mecánicas es una unidad independiente con propulsión propia que puede trabajar fuera de la vía sin interrumpir el - paso del tren, está especialmente adecuada para trabajar a la base de un talud, recogiendo material desde abajo hasta una - altura que limita el alcance del cucharón, y su utilidad es en la ampliación de cortes con material duro, extracción de de--- rrunbes, cargadura de balastro a góndolas, etc. Fig.(IV.2)

DRAGA. Esta máquina combina muchas de las características de la pala y de la grúa, consiste en una base que lleva montada, un armazón giratorio, sobre este armazón va el mecanismo de - operación y el motor, lleva además una larga pluma y un bote de arrastre. La máquina está diseñada para poder excavar material que se encuentra a un nivel mucho más bajo que la misma máquina; lo que la hace ser muy útil, para excavar lechos de ríos, acostar taludes, construir canales o extraer balastro de depósitos profundos.

Por su facilidad para trabajar fuera de la vía, le permite du- rante la temporada de secas, trabajar ampliando estructuras - existentes o construyendo nuevas alcantarillas en donde sea - necesario. (Fig. IV.2)

TRACTORES. Estos pueden ser de acuerdo a la posición de la --

de corte en buldozer o angledoser . Es útil para diversas fa
ses del trabajo de conservación de vía y ha sido aceptado co-
mo equipo standard en la mayoría de los ferrocarriles; basicamente
es una planta de fuerza montada sobre ruedas o sobre -
orugas. La ventaja principal del tractor, sobre orugas es la
gran variedad de trabajos que pueden ejecutar.

Entre los trabajos más usuales para un tractor ampliación, re
fuerzo y levante de terraplenes, limpia y construcción de cu-
netas y contracunetas; sacar derrumbes, llevar desazolves, ni
velaciones, quitar vegetación y troncos en el derecho de vía,
manejo de materiales, apilamiento de balasto y ayuda en desca
rrillamiento, arados y sirve con equipo adecuado como grua y -
cargador de material.(Fig. IV.3)

ESCREPA La escrepa mecánica o la jalada por un tractor es bá-
sicamente una gran caja de acero, montada sobre grandes llan-
tas neumáticas, con facilidad para cargarse y descargarse, -
por medio de cables o controles hidráulicos o eléctricos, el
extremo delantero de la escrepa se baja para permitir que una
orilla cortante o cuchilla, entre en la tierra y vaya cargan-
do material. Cuando la caja se ha llenado el operador levanta
la cuchilla y remolca la escrepa el sitio de vaciado, dicho
material se va depositando por capas de diverso espesor. La -

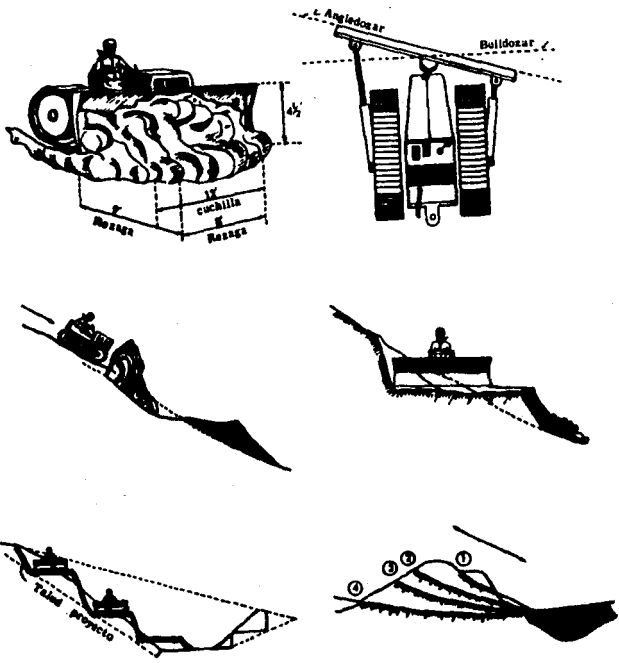
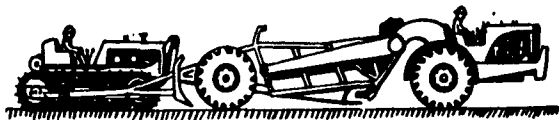


FIG. IV.3

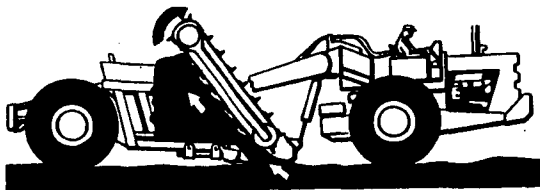
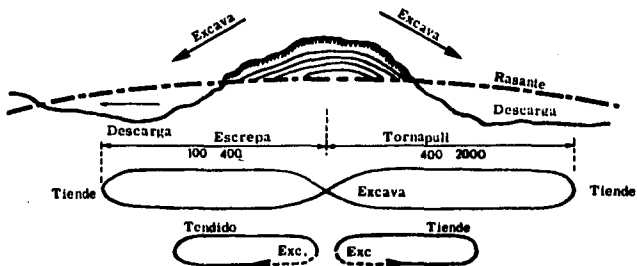
escrepa es útil en nivelaciones, construcción y reconstrucción de terraplenes, construcción y limpieza de cunetas rellenas de claros de puentes y distribución de balasto. (Fig.IV.4)

MOTOCONFORMADORAS. La motoconformadora es una máquina diseñada principalmente, para construcción de caminos, sin embargo se ha usado con ventaja en muchos ferrocarriles para afinar o nivelar terracerías nuevas, arreglar taludes en corte de material no muy duro y en terraplenes limpiar cunetas, cauces de arroyos, nivelar derecho de vía y desyerbe, consiste en un gran armazón curvo montado sobre cuatro o seis llantas neumáticas y movidas por un motor diesel de 26 a 126 caballos, una cuchilla de acero de aproximadamente 4 mts. y unos dientes escafrificadores están montados en el armazón. Esta cuchilla puede colocarse en diversas posiciones, ajustándose en diversos ángulos y profundidades de acuerdo con las condiciones del terreno y necesidades del trabajo. (Fig. IV.5)

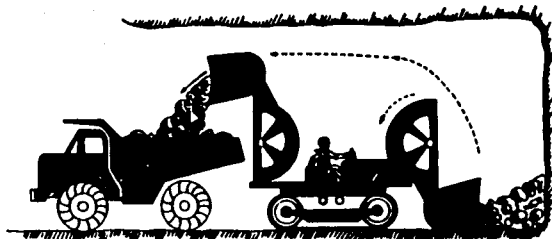
EXCAVADORA DE PLUMA TELESCOPICA. Consiste en una plataforma que puede girar horizontalmente 360 grados montados sobre un truck de ruedas neumáticas o sobre bandas de orugas. En la plataforma va el motor, el mecanismo de controles, bombas hidráulicas para mover la pluma telescópica; esta pluma es el factor importante en el trabajo de la máquina puede elevarse



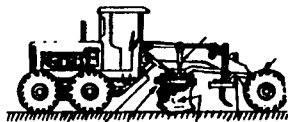
Tornapull, (auxiliado para Excavar) con Tractor de Empuje.
(Letourneau).



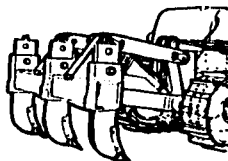
Letourneau con Aditamento de Autocarga.



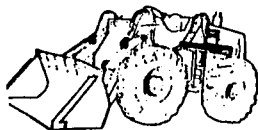
Resagadora "EDMCO" Cargando Volquetes y Dumptors.



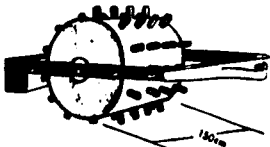
Moto Conformadora



Arado



Trascabo



RODILLO PATA de CAMRA
una o varias Unidades.

o bajarse, y por su construcción telescópica agrandarse y reducirse según las necesidades de trabajo.

IV.2.2 Maquinaria de vía.

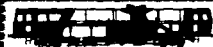
Este tipo de maquinaria es esencialmente para el trabajo especializado que se origina de la conservación y rehabilitación de caminos ferroviarios. El uso de esta maquinaria ha permitido a los ferrocarriles programar su trabajo de tal forma, - que un grupo de máquinas con una cuadrilla especializada, pueda cubrir su sistema en un tiempo determinado, repitiendo el ciclo después de varios años, dependiendo ésto de la cantidad peso y velocidad de los trenes.

Además del notable perfeccionamiento de las máquinas para trabajos de vía, hay otros factores que han obligado a buscar sistemas de trabajo más eficientes. El aumento en el precio de los materiales y la mano de obra han obligado a los ingenieros a buscar los métodos que les permitan tener mayor producción con menos personal y aumentar la vida útil de los materiales. Se está buscando mecanizar algunas distintas, cambiando su sistema de trabajo y proporcionando a sus trabajadores perfectamente dotados de herramienta y especialmente -- preparados, puede mantener en buen estado de conservación la división a que están asignados. (Fig. IV.6)

DEFERENTES TIPOS DE MAQUINARIA DE VIA

El progreso técnico fue decisivo para el rápido crecimiento de la empresa. Numerosos tipos de máquinas de reciente desarrollo sirvieron de guía para la mecanización y la racionalización del mantenimiento de las vías férreas, como los siguientes:

- 1965 la máquina apisonadora completamente hidráulica, tipo VKR 01
- 1960 la máquina niveladora-apisonadora tipo VKR 04
- 1962 las máquinas apisonadoras de cambios, WE 76 y WE 276
- 1963 la máquina alineadora automática tipo AL 203
- 1966 la máquina apisonadora de dos durmientes tipo Duomatic
- 1967 el tren de mantenimiento mecanizado "MDZ"
- 1968 El tren de renovación rápida "SUZ" que trabaja conforme al método de cinta continua
- 1971 la máquina apisonadora construida como vehículo de norma, con bogies, de la serie 07
- 1975 la máquina apisonadora para 4 durmientes Qustromatic
- 1976 la máquina desguarnecedora de balasto para vías rectas y cambios "RM 74 U"
- 1976 la máquina stornilladora múltiple SW 1000
- 1976 el estabilizador dinámico de vías "DGS"
- 1977 la máquina desguarnecedora de balasto trasladable por vía y por carretera ZRM 77
- 1978 la máquina apisonadora tipo vehículo articulado de la serie 08
- 1979 la máquina rectificadora de rieles "SBM 100"



SBM 100 1979



08-Serie 1978



DGS 1976



RM 74 U 1975



07-Serie 1971



SUZ 1968



DUOMATIC 1965



VKR04 1960



VKR01 1955

A continuación mencionaremos los distintos tipos de maquinaria utilizadas en la reparación de vías.

Limpieza de Balasto Las máquinas limpiadoras de balasto, tanto las que operan dentro de la vía como las que trabajan fuera de ella, operan generalmente sobre el mismo sistema. Recogen el balasto del hombro de la vía, de los claros entre durmientes y bajo los durmientes, de ahí lo envían por medio de cucharones ó cadenas sin fin empleando el movimiento de avance de la máquina para hacer que el balasto entre en las cadenas sin fin, lo elevan para pasarlo por cribas vibratorias éstas separan la tierra y el polvo del balasto más grande devolviendo éste a la vía y llevando la tierra, polvo y materias extrañas a las taludes de la terracería, por medio de bandas elevadoras sin fin. (Fig. IV. 7)

DESCLAVADORAS. Estas máquinas se utilizan para extraer los clavos de uno y otro lado del riel, máquinas las hay de dos tipos las que operan por medios mecánicos como bandas y engranes y la que trabaja a base de una bomba hidráulica, los dos tipos de máquinas funcionan con un motor de gasolina y consta principalmente de un sosten vertical que queda sobre el riel, en la parte delantera de la máquina, lleva una zapata que apoya en el riel y está colocada entre un juego de uñas, pendientes

éstas de unos soportes, para sacar los clavos de uno y otro lado del riel. De acuerdo al sistema que utilice la máquina ésta procede a través de las uñas a jalar hacia arriba el clavo, tiene un rendimiento aproximado de 30 a 45 clavos por minuto.

Clavadoras Es una máquina ligera movida por motores de gasolina, que además mueve una compresora de aire, las clavadoras existen en dos tipos; las neumáticas, en las manuales el clavo es encajado por los golpes repetidos del pistón.

Las máquinas manuales, la fuerza se transmite directamente de un motor de gasolina por algún arreglo mecánico a los martillos clavadores. El procedimiento empleado para clavar los clavos es de la siguiente manera: la máquina aprieta al durmiente contra el riel, los martillos clavadores se ajustan sobre los clavos que ya han sido colocados previamente, se aplica el sistema y la máquina clava los clavos moviéndose entonces al siguiente durmiente.

Gato mecánico Es una máquina que consiste generalmente en un bastidor de acero, montado sobre 4 ruedas pequeñas, lleva bombas de aceite y pistones hidráulicos, así como dos mordazas para sujetar el riel y es movido por motores de gasolina los pistones hidráulicos apoyan por medio de conexiones de perno

con una zapata que se coloca entre los rieles y entre dos durmientes. Se acciona la máquina, se ajustan las mordazas a los rieles y las bombas hidráulicas hacen trabajar los pistones sobre la zapata levantando en esta forma tiene ventajas con respecto a los gatos manuales de: rapidez, exactitud y no se desalinean las vías.

Extractoras y colocadoras de Durmientes.

Existen en la actualidad varias máquinas para sacar durmientes de la vía, éstas son pequeñas y van montadas sobre un riel, tiene un pistón equipado en un extremo y por su parte interior con dos dientes las cuales se encajan en el durmiente para sacarlo cuando la bomba hidráulica empuja el pistón.

El otro tipo de maquinaria es más grande, está diseñada para cambios totales para extraer, como para colocarlas, dichas máquinas tienen propulsión propia y consisten en un bastidor soldado al que se le monta lateralmente una pluma telescópica la cual puede subirse o bajarse mecánicamente, y alberga un cable que en su extremo inferior lleva unas tenazas para durmiente, lo que hace que al operar la máquina, el cable jale (tanto para sacar como para introducir) el durmiente. Hay máquinas que en lugar de trabajar por medio de un cable, trabajan por medio de rodillas estriadas, que de acuerdo al movi

miento de las mismas sacan o meten al durmiente.

Barrenadoras de durmiente. Son máquinas movidas con motor de gasolina, neumáticos o eléctricas y que consisten en la realización de barrenas en los durmientes ocasionando con esto una disminución del daño a las fibras de madera y de facilitar la conservación del escantillón, aumentando de esta forma la duración del durmiente.

Pinzas para durmiente. Las pinzas o tenazas para durmientes son máquinas diseñadas para sostener apretado contra el riel, mientras se clava o calza. Los modelos manuales consisten esencialmente de un eje montado sobre ruedas pequeñas que van por la vía. Sobre este eje va colocado un brazo de palanca que tiene en el extremo corto las tenazas para durmiente y en el otro extremo una palanca que es accionada por el peso del operador.

Colocadoras de riel. La calzadora mecánica se divide en dos grandes categorías: (Fig. IV.8)

Calzadora mecánica manual

Calzadora de gran producción

Calzadoras mecánicas manuales. Son máquinas manejadas por un solo hombre de las cuales las hay de 3 tipos:

Calzadora neumática manual. Es una herramienta muy eficiente - en la que el aire comprimido producido por una compresora fuera de la vía y llevada por manguera mueve un martillo de percusión que da de 1,200 a 1,800 golpes por minuto.

Calzadora eléctrica vibradora. Esta herramienta mecánica ha demostrado ser muy buena en los trabajos chicos, su fuerza es producida por un generador eléctrico movido por un motor de gasolina. Las vibraciones se transmiten a la hoja calzadora y de allí al balasto, obligando a las partículas de balasto a asentarse en una masa consolidada.

Calzadora con motor. Estas herramientas tienen su fuerza de un pequeño motor de gasolina, está dotada de un pistón que da un golpe directo a la barra calzadora; es fácilmente manejada por un hombre y debido a no tener que estar conectada a una planta de fuerza adicional, puede trabajar en sitios estrechos y difíciles.

Calzadora de gran producción. Son máquinas que corren por la vía casi siempre con propulsión propia y diseñada para trabajos grandes como un levante parejas. El trabajo de calzar es muy uniforme, reduciendo el trabajo de corregir el calzado a un mínimo. Este tipo de máquinas también se fabrican en los siguientes tipos :

Máquinas eléctricas- vibradoras. Está diseñada para trabajos de calzado completo y para quitar sitios bajos. Esto es debido a que sus ocho elementos calzadores están colocados en dos grupos, que pueden trabajar simultáneamente en todo un durmiente o solo en cualquiera de sus extremos.

Máquinas neumáticas. También diseñadas para trabajos de levante completo. Esta máquina tiene una barra de calzadores dividida para formar dos grupos de 8 calzadores cada una, estos calzadores está colocados a manera de trabajar en ambos lados del durmiente y en los extremos. Al bajar la barra los calzadores entran al balasto y las aprietan bajo el durmiente compactándolo, se calza en dos o cuatro secciones de calzadores.

Distribuidores de balasto. Es una máquina con propulsión montada sobre ruedas en la vía que recoge el exceso de balasto en los hombros y en el centro de la vía y los coloca donde se necesita para ejecutar el calzado, ya sea entre los rieles o en el hombro. Es útil para ayudar a las grandes calzadoras mecánicas a obtener su completa eficiencia, eliminando el uso de mucho personal traspalear balasto su funcionamiento es similar al de la limpiadora de balasto. (Fig. IV.7)

Afinadoras de vía. El trabajo de alineado, es uno de los trabajos más difíciles, de mayor precisión y cuidado que consume

mayor tiempo y resulta por lo mismo caro, para el personal de vía, cuando el trabajo se hace con barras de línea como se ha ce aún en muchos kilómetros de vía, es un trabajo físicamente agotador y que exige un gran desgaste de energías. Actualmente se están empleando ya para este tipo de trabajos las ali -
neadoras de vía.

La más chica de las alineadoras de vía consiste de dos pistones hidráulicos, accionados por una bomba hidráulica que a su vez es movida por un motor de gasolina de 8 caballos, tanto - el motor como la bomba están montadas en rodillos de doble -
caja.

Los cilindros de los pistones hidráulicos tienen una base inclinada que se encaja y apoya en el balasto, colocando el pis -
tón contra el riel al accionar la bomba, los pistones hacen presión contra el riel, moviéndolo para efectuar el aline -
amiento. Otro modelo más grande de alineadora es una máquina montada sobre orugas, con un peso poco mayor de dos toneladas y que camina sobre los durmientes entre la vía, tiene el mismo sistema de la pequeña solamente que esta máquina puede ali -
near unos 1,800 mts. de vía por día. (Fig. IV.9)

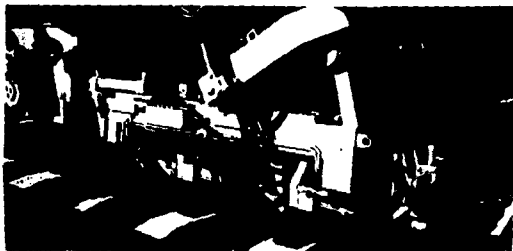
Llaves mecánicas. Estas son usadas para colocar o quitar tuer -
cas en tornillos de vías cuando se coloca el riel, se cambian

planchuelas se efectúa un reapretado periódico, o se colocan clavos de vías con vosca.

Las llaves mecánicas se fabrican para usarse con motor de gasolina o neumáticos, dichos mecanismos están montados sobre un marco sobre dos ruedas con doble ceja sobre un riel, y una barra estabilizada con un rodillo sobre el otro riel. La fuerza es transmitida del motor a las llaves por medio de cadenas, o bien una flecha y engranes; la llave tiene dos velocidades, una para correr la tuerca en la cuerda del tornillo y una velocidad lenta, el apretado final o para aflojar tuercas congeladas. Esta máquina tiene un contrapeso para controlar el atornillado.

Hachuelas mecánicas. Esta es una máquina movida por un motor de gasolina que se utiliza para realizar cortes, en los durmientes para asentar en forma pareja las placas y el patín del riel.

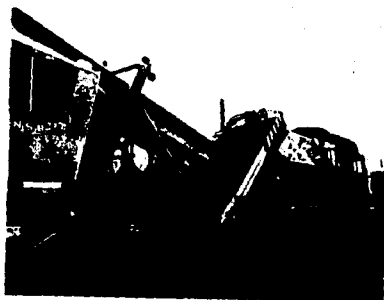
Esta máquina puede hacer de 300 a 600 cortes por hora. Se usan tres máquinas, la primera haciendo el corte inicial, la segunda el corte mas hondo y la tercera haciendo el acabado.



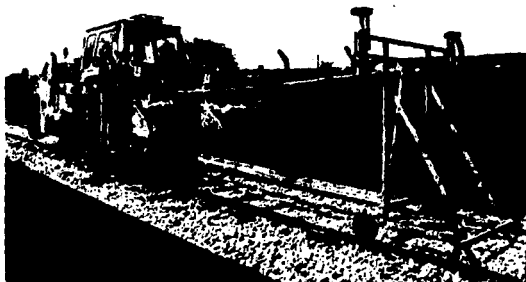
(Fig. IV 10)

Tornilladora Neumática

(Fig. IV 7)
Limpiadora de Balasto



(Fig. IV. 8)
Colocadoras de Riel



(Fig. IV.9) Alinhadora de via

- CAPITULO V -

IMPORTANCIA E INFLUENCIA EN LA CONSERVACION, DE ALGUNOS FACTORES DERIVADOS DE LA CONSTRUCCION.

V-1) Generalidades sobre infraestructura y subestructura.

Se puede establecer que los trabajos de conservación para el buen funcionamiento y seguridad de las vías férreas, abarcan todos los aspectos correspondientes tanto a la superestructura, constituida por la vía y sus elementos fundamentales, (tratados en capítulos anteriores) como a la subestructura que es el soporte de la vía y consiste en terraplenes y/o estructuras diversas que finalmente en frecuentes casos se apoyan en una infraestructura, esto es, el terreno natural ó de alguna manera intervenido, para asegurar un mejor apoyo y comportamiento de los terraplenes.

La subestructura consiste en general en los materiales sin alterar, propios del terreno o bien aquellos colocados en mezclas bajo ciertas especificaciones y con equipos mecánicos, con el propósito de mejorar la capacidad de soporte y la estabilidad de los estratos así formados para ofrecer mayor seguridad al tráfico de trenes, con los crecientes tonelajes, mayor frecuencia de paso y velocidades previstas, todo ello como exigencias a las que deben responder las vías para garantía de servicio.

Los conceptos designados bajo los términos: mantenimiento, reha-
bilitación y conservación, deben considerarse estrechamente -
vinculados en lo que respecta a las vías férreas, pues tal pare
ce que la aplicación de uno u otro de estos términos solo es -
distinción, para la magnitud de los trabajos que se involucren
en cada caso particular, para conseguir el fin deseado de que -
una vía sea operable en forma segura, económica y proporcionan-
do la mayor comodidad en cuanto a los servicios de pasajeros.

En algunos trabajos de rehabilitación o bien durante los traba-
jos de reconstrucción en tramos modificados de rutas existen -
tes, además de cumplir con la compactación aconsejable de los
terraplenes (formación en capas sucesivas, compactadas a por -
centajes cercanos al 90), se especifica una capa de 20 a 30 -
cms. de espesor denominada " sub-balasto ", constituida por ma-
teriales naturales (en general extruidos de banco) debidamente
dosificados y bajo especificaciones pre-establecidas, materia--
les que se compactan a un alto grado (95%) con equipos mecáni
cos.

Las funciones de esta capa son: proporcionar al balasto una ba-
se firme a las presiones y sus impactos, originados por la car-
ga viva; evitar que el agua de lluvia se acumule sobre la terra
cería y mantener al balasto con menor contaminación, durante -
más tiempo. En algunas regiones muy severas en cuanto a - -

lluvias, es muy importante conservar esta capa de subbalasto con el mínimo deterioro.

La superficie del subbalasto debe tener pendiente transversal del 2% mínimo, para vías en tangente a partir del centro de la vía hacia ambos lados, y para vías en curva pendiente del 2 al 3% en un solo sentido, es muy conveniente que esta capa de subbalasto exista también en los cortes, aunque estos sean en materiales muy firmes como rocas, boleos empacados en arenas y cementantes, lajas, etc.

Precisamente en los cortes, el subbalasto contribuye a mantener el correcto desnivel entre el plano de asiento del balasto y los fondos de las cunetas para favorecer el drenaje; y en los cortes muy largos, precisamente bajo el subbalasto se deben mantener en buenas condiciones los drenes transversales, para no provocar las grandemente inconvenientes inundaciones de la vía.

Al realizar trabajos de conservación como por ejemplo, calzado, vaciado de cajas para cambio de durmientes, renovación o limpieza de balasto, el personal de conservación deberá mantener en buenas condiciones el subbalasto.

En muchas de las vías férreas de nuestro país, los terraplenes requieren constante atención, y conservarlas en condiciones aceptables, representa muy considerables costos y conti-

nuos trabajos. Esto se debe en varios casos a frecuentes - asentamientos por defecto del terreno natural donde se apoyan, y que constituye la infraestructura de la vía.

Tales asentamientos pueden tener como origen zonas sujetas a erosiones internas que provocan tubificaciones, sobre todo cuando los terraplenes funcionan como represas, temporal o permanentemente y el agua no tiene el flujo adecuado. - También existen frecuentes casos en los que el terreno de apoyo es pantanoso, por condiciones originales o bien modificadas por agentes posteriores a la etapa de construcción de las terracerías.

Los anteriores son problemas que repercuten en la conservación y en ocasiones ameritan estudios particulares que exigen soluciones definitivas costosas como: ampliación ó nueva construcción de obras de drenaje, encauzamientos importantes, instalación de drenes, canales, muros de retención, etc.; trabajos para los cuales se requiere equipo y herramienta de tipo especializado y no solamente las herramientas de mano comunes que utilizan las cuadrillas de conservación en trabajos de rutina.

Es muy frecuente que al analizar la geometría real de una sección transversal de terraplen, encontrémos que en la mayoría de las líneas férreas (sobre todo en las antiguas), -

tal sección no cumple con lo señalado en el proyecto para su buen funcionamiento, ya sea porque fue originalmente construída con estrechez o bien porque con el tiempo la terracería se ha erosionado y deslavado considerablemente, dando como resultado un disminuido ancho de la corona que provoca deficiente apoyo de la superestructura de la vía, pues se advierte que - el balasto se pierde al "escurrirse" por los taludes de los - terraplenes, y los durmientes no apoyan en la longitud especi- ficada además de que carecen del apoyo transversal sobre las cabezas, que también debe proporcionar el balasto colocado en el ancho suficiente de corona, indicado en una sección normal de proyecto.

Así pues el balasto : el trabajo de las cuadrillas de conser- vación se pierde constantemente y no se resuelve favorablemen- te la condición defectuosa de la vía, pues son permanentes o por tiempo muy prolongado las órdenes de precaución para los trenes con los correspondientes altos costos en su operación.

Tales casos reclaman soluciones muy importantes para la reha- bilitación y acondicionamiento de las terracerías, "reforzando" en algunos casos los taludes, lo cual no es del todo sa- tisfactorio, ya que el material simplemente superpuesto en un talud, se pierde en las primeras 2 ó 3 temporadas de lluvia, al no quedar debidamente ligado al existente.

Para una solución aceptable desde el punto de vista de la conservación, sería necesario la sección de terraplén debidamente ligada a cualquier ampliación que se requiera y desde luego - compactando y protegiendo el talud, con materiales gruesos, - especies vegetales, ú otros métodos, para así reducir al mínimo la conservación pero sobre todo, dar la suficiente y necesaria seguridad al tránsito de trenes que permitirá acortar tiempo de recorrido al quedar eliminadas las órdenes de precaución que demandan baja velocidad.

V-2) Pendiente y Curvatura.

La concepción de una línea férrea, su localización, trazo y métodos de construcción, han cambiado muy significativamente de principios de éste siglo a los tiempos actuales.

Como ejemplo de ello, se puede citar que los parámetros de pendiente y grado de curvatura dominante, en muchas de las vías férreas del sistema ferroviario mexicano, son herencia resultantes de la construcción que en diversos casos han obligado a realizar posteriormente importantes modificaciones con muy elevadas inversiones y que han tenido que realizarse, tanto por mejoras en los aspectos técnicos como por reducir, riesgos y altos costos de operación, sobre todo en tramos que han adquirido importancia como troncales de gran intensidad de tráfico, de acuerdo a las cada vez más imperiosas exigencias de ocupación -

de las vías, ofreciendo un servicio eficiente y confiable. Falta mucho por realizar, puesto que todavía muchas vías son incompetentes ante tales requerimientos y no ha sido posible reconstruir, rehabilitar y modificar todos los tramos con pendientes y curvaturas fuertes, aplicando las actuales especificaciones, pues debemos considerar que las características topográficas y climáticas de nuestro país con los inevitables grandes desniveles entre las mesetas y los puertos; dificultan y encarecen las reconstrucciones y su mantenimiento.

La conservación de las vías en tramos de pendientes fuertes demanda constante atención de las cuadrillas para mantener los alineamientos en planta y perfil, por lo que la conservación es constante y con frecuente reposición de materiales para las fijaciones del riel, anclas para vías, barras para mantener el escantillón, placas de apoyo del riel sobre los durmientes, elementos de fijación y los propios rieles, que requieren reposición con mayor frecuencia debido a un acelerado desgaste en los tramos que ostentan alto grado de curvatura, pues los carros de carga de diversos tipos que entran al País procedentes de Estados Unidos, cada vez son mas largos y pesados, habiendo más exigencias para la formación de trenes con mayor tonelaje por lo que en muchos casos se aplica la fuerza atractiva de 4 a 6 locomotoras por cada convoy. (Las frecuentes frenadas y arranques de las locomotoras, provocan en el hongo del riel desgastes difíciles de reparar por lo cual en casos extremos

de deterioro, los rieles deben cambiarse).

Es muy importante considerar en la conservación, los trabajos en que se emplea personal y equipo para proporcionar la adecuada sobre elevación de un riel respecto al otro, en función del grado de curvatura de la vía. Esto es fundamental en cuanto a la mayor duración de los materiales de la vía y menores exigencias de conservación, pero sobre todo, para la seguridad del tráfico de los trenes, a las velocidades que actualmente se requieran.

V-3) D R E N A J E

Es posible establecer que el adecuado drenaje de una vía de comunicación terrestre es un aspecto que influye en forma determinante para su buen funcionamiento; moderados costos de conservación y eficiencia en el servicio que debe proporcionar al usuario, son características muy deseables.

Lo anterior adquiere énfasis si se trata de una vía férrea, en donde la única guía y directo apoyo de los trenes; de miles de toneladas a una velocidad considerable, son los 2 rieles de acero, cuya estabilidad debe garantizar la seguridad del tráfico.

Se requiere que dichos rieles tengan un firme apoyo (sin ser totalmente rígido) uniforme para ambos y continuo, tranversal y longitudinalmente en cualquier sección a lo largo de toda la vía; en la medida en que esto no se cumpla se incrementarán las probabilidades que producirán inevitables accidentes, costosos en vidas y pérdidas materiales.

Tales consideraciones y sus consecuencias, son dependientes en importante proporción de las condiciones y eficiencia del drenaje, puesto que la mayoría de los accidentes sobre todo durante las temporadas anuales de intensas lluvias, se deben a inestabilidad de la superestructura de las vías por deslaves, estancamientos, derrumbes dentro de los cortes, escurri

miento de taludes del terraplén, alcantarillas insuficientes y obstruidas, etc., por lo cual en tales temporadas los trabajos de mantenimiento requieren intensificarse y realizar constantes inspecciones en los tramos más conflictivos.

Algunas de las causas más comunes que originan daños a la vía alojada en cortes, son: obstrucción, deterioro o falta de contracunetas, drenaje deficiente en la cama del corte, debido al desolve de cunetas con pendientes inadecuadas así como la falta del necesario desnivel entre el plano de asiento del balasto y los fondos de cunetas, lo cual favorece estancamientos de agua y lodos bajo los durmientes y se contamina el balasto con arcillas, limos y arenas acarreadas por el agua.

Dependiendo de las características de los materiales que quedan al descubierto en los cortes, estos presentan diversos grados de resistencia a ser erosionados por el agua y el viento principalmente. La erosión puede ser por escurrimientos superficiales, o bien por flujos internos que afloran precisamente en los cortes, causas estas últimas en las que se deberán hacer trabajos de localización de las fuentes que dan origen a dichos flujos y la conservación también abarcará el diseño y proporcionamiento de los dispositivos para proteger taludes constituidos por materiales erosionables en alto grado, como por ejemplos: granitos muy alterados, limos, arenas y materiales no cementados como boleas empacados en materiales en poca

cohesión; tales características de los materiales requieren en muchos casos realizar trabajos importantes para lograr la estabilización que se pretende aplicando diversos métodos como : abatimiento de taludes, (para lo cual se requiere la remoción de grandes volúmenes de material); inserción de tuberías para drenar; aplicación de mallas o recubrimientos en cementantes lanzados, todo ello para mantener estables los perfiles de taludes, sobre todo en cortes de gran longitud en donde se requiere una conservación bien planeada y eficiente, pues cuando se presentan situaciones críticas por los materiales o flujos de agua considerables de cualquier procedencia, un derrumbe o una inundación inesperada dan origen a serios accidentes .

Es frecuente que en cortes largos, la pendiente longitudinal de la vía no sea suficiente para un drenaje adecuado mediante las cunetas de sección normal, casos en los que para dar mayor seguridad a la vía y reducir la conservación, se requiere re proyectar de conjunto un drenaje eficiente, modificando pendientes de los fondos, trabajos que requieren volúmenes importantes de excavación, construcción del revestimiento de cunetas en mampostería o concreto, construcción de guarniciones, desfuegos transversales mediante tajos en el lado exterior del corte y en fin, una serie de conceptos para complementar el correcto drenaje y que no fueran previstos en el proyecto, o bien que han sido modificados por condiciones diferentes a las inicialmente valoradas

En cuanto a los terraplenes, los problemas derivados de un drenaje deficiente y que constituyen el quehacer para su conservación son esencialmente los que afectan las coronas, los taludes de la formación, y los arranques o pies de terraplenes.

Drenaje longitudinal y transversal de las coronas. Debe mantenerse en la corona el ancho adecuado que señala la sección de proyecto, para alojar holgadamente la amplitud especificada del balasto, así como también conservar las adecuadas pendientes transversales para el drenaje de éste; de lo contrario se provocará un cierto grado de reblandecimiento de la superficie de apoyo del balasto, originando penetración irregular de éste en la terracería y por tanto frecuentes desajustes en el calzado de los durmientes, que originan los llamados "golpes verticales por vía aguachirrada.

Solucionar satisfactoriamente la conservación de tramos así afectados, no se podrá realizar con programas cíclicos normales de conservación preventiva, puesto que requerirá el realizar frecuentes inspecciones y trabajos de renivelación, rellenos de balasto para poder calzar debidamente la vía, desalojo de lodos y balasto contaminado, cambios más frecuentes de durmientes de madera, ajuste de las fijaciones de riel, etc., todo ello a un ritmo mayor que el previsto y en ciertos casos en forma permanente.

Si los terraplenes no fueron construídos con los materiales ó mezclas adecuadas de éstos, que favorezcan su compactación, - tendrán mayor probabilidad de erosionarse, dependiendo el gra - do de erosión de la intensidad de precipitación pluvial en la zona. De cualquier manera, con el tiempo los terraplenes - tienden a perder material en sus taludes por el natural escu - rrimiento del agua de lluvia y si tal pérdida no se repon - e oportunamente, se llegará a la condición de escasez en el - ancho de corona y por tanto, deficiente apoyo del balasto y - durmientes. Esto podrá evitarse en muchos casos, si se pre - veé la conservación de las coronas con guarniciones en los - hombros y se protegen además los taludes con especies vegeta - les apropiadas o bién, reforzando preventivamente con material en exceso la sección de la terracería para proporcionar un ta - lud mayor (con menor pendiente). Esto último además de ser - costoso por el movimiento de tierras que implica y en ciertos casos extensión de las obras de drenaje, no siempre puede rea - lizarse si hay posibles afectaciones de terrenos fuera del de - recho de vía. No habiendo tales inconvenientes resulta buena solución a largo plazo y debe determinarse con apoyo de un - estudio particular en cada caso.

Si se opta por guarniciones, deberán también incluirse lavada - ros que encaucen y desalojen el agua en tramos razonables, - sin afectar los taludes.

Drenaje a los niveles de desplante de terraplenes. En tramos de terraplenes largos, deben existir "obras de alivio" perfectamente desazolvadas y sus canales de entrada y lavaderos limpios.

En general, son obras menores que bovedas de mampostería de sección reducida, de 60 y 90 cm. de diámetro respectivamente, que permiten el paso del agua de uno a otro lado del terraplén sin un gran recorrido longitudinal que origine erosión ó demasiada humedad del material en la base de los terraplenes. Si éste tipo de escurrimiento no es intenso, la conservación de estos niveles se puede lograr mediante protecciones con piedra y materiales gruesos, colocados en los pies de terraplenes, adicionando también en estos casos la siembra de especies vegetales de la región. En esta forma el agua tendrá su escurrimiento hasta la obra de drenaje inmediata, sin afectación considerable.

Los terraplenes pueden presentar, a un cierto tiempo de haber sido construídos, algunos problemas de inestabilidad y el más común es el de asentamientos en diversas magnitudes, debidos a modificación de las condiciones del terreno en que se apoyan, cuando éste es muy permeable ó constituido por materiales cuyas características permitan tubificaciones o escurrimientos subterráneos que al erosionarlo producen fallas en

su resistencia a las cargas de la terracería y cargas vivas e impactos sobre la vía.

Estos casos de asentamientos se presentan en terrenos de antiguos lechos lacustres, en zonas pantanosas y terrenos limo-arenosos muy saturados, condiciones que dificultan y encarecen notablemente la conservación para mantener la vía con los estrictos márgenes de seguridad.

Estos casos se presentan principalmente en los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas y Oaxaca, en sus planicies costeras y cercanías de ríos y pantanos. Son casos difíciles que implican soluciones costosas y que en ciertos lugares obligan a modificaciones en el trazo de la línea, mismas que la conservación debe plantear y promover, ya sea como modificaciones permanentes o como desvíos provisionales.

V-4) Protecciones para realizar los trabajos de conservación sobre la vía.

Evidentemente la mayoría de los trabajos de conservación, se realizan normalmente en vías en operación, en las que debe limitarse al máximo la posibilidad de suspensiones y retrasos - importantes en el tráfico de los trenes.

Sin embargo existen casos en los que inesperadamente debe suspenderse el tránsito de trenes cuando suceden accidentes, desarrilamientos, derrumbes sobre la vía, inundaciones, fallas estructurales, etc., esto es, causas de desastre en las que - las interrupciones son indefinidas, casos que para su solución requieren la mayor atención y a ellos se aplican todos los recursos posibles por parte de las empresas ferroviarias, pues resulta extremadamente costosa y con graves inconvenientes la interrupción de una vía férrea, en la que no hay la elasticidad de soluciones más rápidas y alternativas con que se cuenta en la mayoría de los casos cuando se trata de carreteras.

Los trabajos de conservación normales se realizan con las mínimas alteraciones en el paso de los trenes, lo cual en general no afecta sus tiempos de recorrido puesto que bastará con una orden de precaución previamente establecida y en conocimiento del personal trenista y jefes de estación, para fines de cumplimiento.

cohesión; tales características de los materiales requieren en muchos casos realizar trabajos importantes para lograr la estabilización que se pretende aplicando diversos métodos como: abatimiento de taludes, (para lo cual se requiere la remoción de grandes volúmenes de material); inserción de tuberías para drenar; aplicación de mallas o recubrimientos en cementantes - lanzados, todo ello para mantener estables los perfiles de taludes, sobre todo en cortes de gran longitud en donde se requiere una conservación bien planeada y eficiente, pues cuando se presentan situaciones críticas por los materiales o flujos de agua considerables de cualquier procedencia, un derrumbe o una inundación inesperada dan origen a serios accidentes.

Es frecuente que en cortes largos, la pendiente longitudinal de la vía no sea suficiente para un drenaje adecuado mediante las cunetas de sección normal, casos en los que para dar mayor seguridad a la vía y reducir la conservación, se requiere re proyectar de conjunto un drenaje eficiente, modificando pendientes de los fondos, trabajos que requieren volúmenes importantes de excavación, construcción del revestimiento de cunetas en mampostaría o concreto, construcción de guarniciones, desfuegos transversales mediante tajos en el lado exterior del corte y en fin, una serie de conceptos para complementar el correcto drenaje y que no fueran previstos en el proyecto, o bien que han sido motivados por condiciones diferentes a las inicialmente valoradas.

Los trabajos de conservación se programan y previamente se solicita la aprobación de autoridades superiores para intervenir un cierto tramo de la vía. En la solicitud, el encargado de la conservación debe fijar detalladamente la longitud y ubicación del tramo en cuestión, dando la suficiente información sobre el trabajo a realizar. Además se debe mencionar la fecha de iniciación, el número de días que se requieren, el horario en que el personal de conservación va a laborar y en fin algunos otros requisitos de tipo administrativo.

Así pues, queda reglamentado que ningún trabajo importante de conservación deberá iniciarse sin haber recibido el encargado responsable, la autorización correspondiente por parte del organismo operativo de la línea férrea en cuestión, ya que tal trámite implica que ya se han girado las órdenes correspondientes de precaución y preventivas que amerite la importancia de los trabajos. Los maquinistas estarán así obligados a respetar las velocidades impuestas por las autoridades para la absoluta seguridad del uso de la vía en el tramo de trabajo.

En muchos casos además de lo anterior, se colocan petardos en la vía y se apostan bandederos a distancias prudentes en ambos extremos, para advertir al personal del convoy su aproximación al tramo en reparación ó en mantenimiento. En cuanto al equipo pesado que eventualmente se utiliza para mantenimiento

y que es muy variado y se desplaza sobre la vía, (alineado ras, calzadores, reguladoras de balasto, etc.), se pueden retirar con cierto margen de tiempo de la vía troncal, pues se conocen los horarios del peso de trenes.

Si están muy retirados los laderos para el libramiento, se construye según conveniencia una espuela "muerta" temporal; todas estas precauciones con el objeto de evitar la demora de los trenes y tener siempre la vía en condiciones de transitarse, atendiendo también al óptimo aprovechamiento del equipo.

Existen desde luego amplias instrucciones para el personal que se encarga de la conservación, respecto a las medidas de seguridad que deben observarse con rigidez para que aún con rieles parcialmente sin fijaciones, durmientes sin el apropiado calzado y otros elementos en proceso de mantenimiento, se aseguren en forma conveniente y se dé paso a los trenes. Cabe mencionar los casos en que en forma imprevista se debe hacer alguna reparación o corregir algún elemento de la vía que pueda poner en peligro el paso de un convoy. Los jefes de vía ó supervisores que realizan recorridos de rutina en sus tramos, pueden detectar rápidamente de acuerdo a su experiencia algún defecto importante de la vía y que deba corregirse de inmediato, como por ejemplo; rotu-

ra de un riel, planchuelas sueltas, fijaciones faltantes ó defectuosas entre riel y durmiente, etc.

Para proceder a la reparación de tales casos debe protegerse el tramo de vía y proteger al tren próximo, si es posible utilizando el teléfono a las estaciones inmediatas o bien si no hay el tiempo suficiente, enviando bandereros con petardos para dar aviso en una distancia prudente de que el tren deberá aminorar la velocidad y en caso necesario un aviso de paro total, aunque por breve tiempo (algunos minutos solamente) en tanto se subsana el defecto ó se asegura la vía para dar paso al tren.

Algunos tramos de la vía requieren trabajos de conservación que corresponden a programas de varios días; programas previamente elaborados y habilitados por las autoridades superiores y cuya ejecución tal vez requiera instalación de señalamientos con elementos semi-fijos y las instrucciones de precaución se giren haciendo saber que permanecerán vigentes hasta ser relevadas por "Nuevo aviso".

Tal sucede en reparaciones mayores de la vía, rehabilitaciones importantes de algunos elementos de superestructura ó bien algunos otros renglones como los ejemplos siguientes:

Reforzamiento ó reconstrucción de estructuras, en las que se requiere la intervención prolongada de cuadrillas so-

madras por obreros especializados que podrán ser carpinteros, remachadores, soldadores ó albañiles, si los trabajos son en estructuras de puentes ó viaductos. Reparación o reforzamiento de terraplenes altos, obras importantes de drenaje menor, cruces con canales, recimentaciones para estructuras, cruces o protecciones de ductos, etc.

Como renglón importante y que es muy necesario resolver en las vías férreas actuales, se cita el de rehabilitar, reforzar y conservar las estructuras metálicas, así como los trabajos de sustitución de puentes provisionales por definitivos, que son conceptos que requieren de especial atención técnica, así como de asignar importantes recursos materiales, trabajos que comprenden modificar elementos estructurales para capacitarlos a las exigencias de las cargas vivas, que han ido incrementándose respecto a las especificadas en la época de la construcción de una gran parte de puentes y viaductos que aún están en servicio.

Cruzamientos diversos

Existen diferentes tipos de cruzamiento de una vía férrea con otras vías de comunicación u otros medios de transporte (para líquidos, gases, etc.), si se trata de 2 vías de comunicación terrestres, estos cruces pueden ser a nivel ó desnivel.

Para el mantenimiento relativo a la vía, en muchos casos el personal de conservación deberá coordinar las acciones y

programas a realizar con la intervención de otros organismos ajenos al ferrocarril, ya que ciertos trabajos necesarios para la vía, pueden interferir en alguna forma con el funcionamiento y medidas de seguridad que cada dependencia ó parte interesada tenga establecidas; así como tampoco se puede intervenir en trabajos que puedan afectar una vía férrea, sin la debida autorización de las autoridades correspondientes. El ejemplo más simple de esta coexistencia son los numerosos cruces a nivel de las vías con calles y carreteras, cruces - mientos que debido a la gran intensidad de tránsito en las - ciudades de conservación o reconstrucción en los que inter - vienen las autoridades municipales ú organismos federales. Comunmente consisten en trabajos de repavimentación de las - zonas entre la vía y las de fajas exteriores a los rieles, zonas que sufren el mayor deterioro tanto por el continuo - paso de vehículos (con muy diversas intensidades de carga) como por la vibración y deflexiones de los rieles y durmientes debidas al paso de los trenes.

Por parte del ferrocarril, se deben evitar en lo posible juntas de riel emplanchueladas, pues con ello se incrementan los impactos y se acelera la destrucción del pavimento inmediato a dichas juntas. Para evitar lo anterior es conveniente soldar en campo los extremos de los rieles, lo que resul-

ta menos costoso que un cambio de riel ó hacer varias reparaciones.

Los pavimentos muy deteriorados representan un riesgo de mayor peligro en el cruce, daños a los vehículos y contrariedad a los conductores; es por ello que deben reponerse con frecuencia e implican señalamientos preventivos y en algunos casos interrupciones momentáneas del tránsito. La vía requiere periódicamente una conservación bien atendida en cuanto a su alineamiento vertical (para mantener su perfil de proyecto), por lo cual en los cruces a nivel, rieles durmientes fijaciones y balasto (la total superestructura) está completamente cubierta por material compactado y productos asfálticos, por lo que las revisiones de sus elementos no pueden realizarse, así como también el calzado la nivelación y el drenaje se obstaculizan y esto motiva a su vez deterioro mayor del cruce, ya que el peso del equipo rodante ferroviario produce notables deflexiones de la vía si no está bien calzada sobre balasto firme. La solución para conservar estos cruces en forma ventajosa para ambas partes, requiere de dispositivos y elementos que aunque simples relativamente son costosos, y no se han considerado aún como prioritarios ante otras necesidades urgentes.

En cuanto a los cruces con ductos para líquidos o gases, estos deben estar claramente señalados en las inmediaciones

de la vía, indicando su orientación; el personal de conservación deberá tener amplio conocimiento de la profundidad de su ubicación, dimensiones y si existen o no obras especiales para su protección, con objeto de que al realizar algún trabajo de excavación requerido, no haya el riesgo de afectación que pudiere ocasionar muy complicadas y costosas reparaciones.

Finalmente en este capítulo cabe mencionar que las estructuras especiales de la vía como son cruceros, herrajes de cambio y dispositivos mecánicos para su accionamiento, así como dispositivos especiales para señalización automática, deben ser cuidadosamente revisados y conservados en todas sus partes, por personal muy responsable y conocedor de las funciones de cada una de sus partes móviles expuestas a daño o deterioro sea por el uso normal ó en algunos casos por ignorancia o maldad de gente ajena al ferrocarril.

Al construirse una vía, se instalan algunos herrajes especialmente contruídos para pasar a otras vías en estaciones y laderos. Estos pueden ser fabricados con rieles y algunos elementos sencillos de fierro fundido (tipo económico) ó bien fabricados con algunos componentes a base de fundiciones de acero manganeso cuya durabilidad es muy superior, así como también sus detalles de acabado y control de calidad. Los elementos referidos de acero manganeso, requeri-

rán desde luego reparaciones ó reposición de sus partes en períodos más prolongadas lo cual reduce grandemente riesgos, interrupciones de la vía y frecuentes trabajos de ajuste y conservación, por lo que estos generalmente consistirán solamente en engrase, limpieza de objetos extraños o el mismo baño lasto, que pudieren obstruccionar su libre movimiento. Entre las piezas de acero manganeso, citaremos como ejemplos: puntas de aguja en forma de insertos, refuerzos en contrarieles diamantes ó corazones de los sapos y sus resguardos, bloques de talón de agujas de cambio, etc.

Los trabajos de conservación en herrajes hechos de riel y fundición de fierro, consistirán principalmente en la reposición de piezas y en rellenos con soldaduras hechas en campo para reparación de las puntas de agujas o en las puntas de los corazones de sapo, así como en las huellas de las llantas que desgasten los bordes de dichos corazones formados por tramos de riel.

Cualquier rotura, fijaciones faltantes, piezas flojas o sueltas en los herrajes descritos, será motivo de inmediata atención por el personal que recorre las vías en su trabajo cotidiano de inspección, puesto que un defecto importante podrá originar inevitablemente un descarrilamiento de muy amplia gama en sus consecuencias.

La revisión de un juego de cambio y de los mecanismos para -

su operación, sean manuales ó automáticos, deberá realizarse detenidamente y con detalle en todas sus partes haciendo la debida limpieza, así como el reacondo del balasto que pu - diera interferir en el libre corrimiento de piezas moviles, las cuales deberán lubricarse en sus asientos, así como lim piar, ajustar y engrasar las barras, placas, pernos y ejes de los árboles de cambio.

En síntesis y atendiendo primordialmente a la seguridad en una vía de tráfico importante (troncal), la conservación debe propugnar por que los herrajes de cambio deteriorados por el uso, sean sustituidos por elementos nuevos de la mejor ca lidad y buen acabado, cumpliendo estrictamente las especificaciones geométricas dentro de las tolerancias señaladas.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Cualquier sistema que se establezca para proporcionar un servicio, deberá; además de cumplir con determinados requisitos en que fué basada su concepción y creación, mantenerse en forma tal, que todas sus partes cumplan aisladamente y en su inter relación, el propósito fundamental para el que tal sistema fue concebido, durante el tiempo previsto de su vida útil.

Lo anterior es desde luego aplicable a una vía de comunicación terrestre como carretera o vía férrea; la responsabilidad de mantener en muy buenas condiciones y por determinado tiempo el servicio establecido por estas vías es de gran importancia desde diversos puntos de vista, pero más aún lo es para la vía férrea, teniendo en cuenta que en este caso queda implícito responder totalmente por un gran número de vidas humanas confiadas al sistema ferroviario.

Cabe mencionar en el caso del ferrocarril sus particulares características técnicas en cuanto al tipo y peso de los equipos de tracción y para transporte de personas y mercancías, la velocidad de desplazamiento, etc. y por otra parte las características de organización y administración para

operar como transporte masivo de pasajeros. Se exige por tanto el cumplimiento de condiciones diversas para mantener un buen funcionamiento, seguridad y economía, para lo cual es indispensable una eficiente organización con precisas regulaciones sujetas a las mínimas fallas, no obstante deban entrar en juego muchas y variadas acciones preventivas, entre las cuales la conservación es preponderante. Es por ello que una vía férrea requiere de frecuentes y detalladas actividades de inspección así como de supervisión especializada de cada una de sus partes, todas importantes en el relativamente complicado engranaje de la eficiencia y seguridad en el que intervienen numerosos conceptos, desde el pesado equipo rodante y de tracción hasta la más simple fijación con clavos de los rieles, en donde se apoya el constante transporte de pasajeros y de miles de millones de toneladas de una extensa variedad de mercancías, que se movilizan durante todos los años de la vida útil de una vía férrea, lo cual no sería posible sin la indispensable concurrencia de una acertada y bien programada conservación.

En los últimos treinta años aproximadamente se han modificado las especificaciones así como ciertos métodos de construcción para las vías férreas, como se patentiza en los países con avanzada tecnología en el área de ferrocarriles, con la resul

tante de que al ferrocarril se le exige mayor seguridad, alta eficiencia e incremento de velocidad, por lo que conjuntamente se presentan también cambios en la tecnología de equipo rodante, señalamientos, estructuras y en la propia vía, todo ello tendiente a la mayor funcionalidad de los servicios ferroviarios.

Consecuentemente los sistemas, organización, equipos y métodos para conservación de las vías así como para actualizar y mantener el mejor servicio de todas las instalaciones del ferrocarril, deben experimentar algunas modificaciones a lo tradicional, en función del aprovechamiento óptimo de los recursos aplicados (como por ejemplos: cambio de riel, reposición de durmientes deteriorados, fijaciones más seguras, saneamiento del balasto, etc) logrando una mayor garantía en el trabajo de mantenimiento realizado y fundamentalmente conseguir sustanciales ahorros, tanto en el tiempo de labor, para aligerar la labor física del personal de conservación como para asegurar por mayor tiempo seguridad y estabilidad de la vía, en el inevitable reto de un tránsito de trenes cada vez más intenso.

El ferrocarril debe conseguir del público usuario el reconocimiento como gran transportador de altos volúmenes de mercancías.

cías en grandes distancias, con seguridad y a precios bajos y ser factor significativo del desarrollo económico para sus zonas de influencia.

La implantación de sistemas modernos de control automatizado del tráfico a través de centrales, sistemas que comprenden diversos dispositivos de seguridad para evitar accidentes, tienen como función muy importante el mejor aprovechamiento de las vías (óptima ocupación en troncales de intenso movimiento) y en forma indirecta contribuyen también a la conservación de las vías y a la ya citada eficiencia de una troncal y sus rutas anexas, o de todo un sistema ferroviario.

Rehabilitar tramos de vía, reponiendo materiales que por el uso muestran un avanzado deterioro, es conservar; modificar tramos en inadecuadas condiciones de operación para mejorar curvatura y pendiente, resultan igualmente procesos necesarios inherentes a conservación, ya que además de producir inmediatos beneficios en tiempos y costos de operación, alargan la duración en buenas condiciones de elementos de la superestructura de vía, como son: rieles, durmientes y fijaciones, que requerirán en medianos y largos plazos, menores erogaciones para su conservación en los renglones de nóminas de personal, transporte del mismo, aparatos y herramientas.

Se considera que las empresas o dependencias de transporte, deberán evitar que por deficiencias en organización y administración de recursos, se relegue o no se jerarquice con acierto la importancia de la conservación, puesto que es absolutamente necesaria para todo sistema en explotación destinado a proporcionar un beneficio en el transporte, a los usuarios que depositan en dicho sistema una gran confianza, tanto para sus personas como para sus bienes.

Cuando la conservación se relega, es deficiente o no debidamente atendida por largos periodos en sus primordiales necesidades, se presentará un serio problema de avanzado estado de deterioro y disfunción de los componentes del sistema, que ya no requerirán solamente conservarse, sino que será inevitable la exigencia de reconstrucción y ello demandará de muy elevadas inversiones.

En síntesis, el sistema ferroviario, planteado con el determinado propósito de servir como medio de transporte masivo, deberá contar con suficiente y esmerada conservación, representada en cualquiera de sus rangos, sean estos reconstrucción, rehabilitación o simplemente el mantenimiento de lo existente.

En algunos casos, los trabajos de conservación bajo ciertas directrices y con tendencias ambiciosas podrán corregir algu -

nas condiciones de inconvenientes o defectos cuyo origen se arrastra desde la construcción, ya sea por aspectos imprevistos, economía o bien por condiciones cambiantes o que han sufrido modificaciones respecto a aquellas originalmente valoradas.

Es fundamental ubicar la importancia de la conservación en su justo nivel, ya que en el caso de las vías el sistema ferroviario debe cumplir con las características tradicionales de este servicio, como son seguridad puntualidad y economía, para que goce de la preferencia de un público usuario que justamente así lo demanda.

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

- 1.- Ingeniería de Suelos. Alfonso Rico, Hermilo de Castilla
- 2.- Arriaga Soria Miguel. Tesis apuntes de Ferrocarriles para la clase de Ferrocarriles, México, 1981.
- 3.- Comercio Exterior, Pasado y Presente de los ferrocarriles Mexicanos, sobretiro Vol. 31, Número 3 y 8, México 1986.
- 4.- Ferrocarriles Nacionales de México, Boletín General de Transportes, México, 1975.
- 5.- Ferrocarriles Nacionales de México, Conservación de tramos largos de riel soldado, Boletín 34, Instituto de Capacitación.
- 6.- Ferrocarriles Nacionales de México, Boletín 21, Instituto de Capacitación.
- 7.- Ferrocarriles Nacionales de México, Normas para la Construcción y Conservación de Vía Elástica.
- 8.- Ferrocarriles Nacionales de México, Presente y Futuro de Ferrocarriles, Jornadas Nacionales de participación, México, 1987.
- 9.- Ferrocarriles Nacionales de México, Programa Prioritario de Reconstrucción de Vía y Estructuras 1987-1988 a cargo del Sistema Ferroviario Nacional y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, 1987.
- 10.- Ferrocarriles Nacionales de México, Reglamento de Conservación de Vía y Estructuras, México, 1966.
- 11.- Ferrocarriles Nacionales de México, Riel Tendido en líneas y troncales y ramales del Sistema Ferroviario Nacional, México, 1985.
- 12.- Ferrocarriles Nacionales de México, Series Estadísticas 1930-1986, México, 1987.
- 13.- Gázga Clavel José Francisco, Apuntes sobre carreteras, México 1979.
- 14.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Longitud de Vía Férrea en los Estados de la República Mexicana, 1974.