

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA**



**Proyecto de elaboración de zapatas para frenos de composición en coches,
carros y locomotoras de los Ferrocarriles Nacionales de México.**

208

TESIS

**Que para obtener el título de Ingeniero Químico presenta :
SERGIO LOPEZ MEJIA**



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 esta 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.

CLAS. Tesis

ADQ. _____

FECHA 1975

PROC. M.T. 200 198



QUIMICA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA**

**Proyecto de elaboración de zapatas para frenos de composición en coches,
carros y locomotoras de los Ferrocarriles Nacionales de México.**

SERGIO LOPEZ MEJIA

Ingeniero Químico

1975

Presidente,	Prof.	GUILLERMO HERNANDEZ ANGELES
Vocal	"	MANUEL BUENROSTRO GARCIA
Secretario	"	JORGE MARTINEZ MONTES
1er. Suplente	"	ROBERTO ANDRADE CRUZ
2o. Suplente	"	MAYO MARTINEZ KAHN

Sitio donde se desarrolló el tema: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

Sustentante: SERGIO LOPEZ MEJIA _____

Asesor: MANUEL BUENROSTRO GARCIA _____

A mis padres
como el más cariñoso homenaje
por haberme guiado en la vida
para realizar mis anhelos

A mi querida esposa
quien con su comprensión y
cariño me alentó a llegar
al profesionalismo

A mis hijos Sergio y Alejandro
como una guía para su
vida futura

A mis queridos hermanos
Francisco, Gilberto, Adela, Guadalupe,
Martha, Josefina, Carlos y Jorge.

A mis familiares.

A mi escuela, maestros,
compañerós y amigos, con
afecto.

Al Departamento de Personal de los FF.CC.N.M.,
por el apoyo y facilidades que en el transcur-
so de mis estudios profesionales me brindó.

A todas aquellas personas que
me concedieron su ayuda, mi -
eterno agradecimiento.

A los honorables
miembros del Jurado.

A mi director de tesis:
I. Quim. Manuel Buenrostro García,
por sus apreciables sugerencias en
la realización de la misma.

P R O L O G O

Los Ferrocarriles Nacionales de México son un organismo público, descentralizado del Gobierno Federal, encargado de un servicio ferroviario, con personalidad jurídica propia y patrimonio igualmente propio.

La empresa vive fundamentalmente de los ingresos que percibe por concepto de los servicios de transporte, flete y pasaje, que presta, que son la razón de su instituto. El objetivo de la prestación de estos servicios tiene un profundo servicio social para el impulso de la industria y de la economía nacional. Esta situación obliga al ferrocarril a superarse técnicamente para ofrecer mayor seguridad y un mejor servicio.

En el renglón de seguridad, la existencia de locomotoras más potentes y de carros más pesados hace — que el tonelaje sea mayor; ésto, aunado a trenes más largos y a velocidades mayores, ha dado origen a la necesidad de disponer de frenos de gran eficacia.

Las zapatas para freno, motivo de este trabajo, — constituyen una parte esencial en la parada del tren, — pues la fuerza proveniente del sistema de retención es transmitida directamente a ellas para aplicarlas contra las ruedas.

La empresa elabora sus propias zapatas para su demanda que empieza a ser ya insuficiente por razón de la incorporación de otras líneas ferroviarias del país, por el desgaste físico celerre a causa del fierro con que se les fabrica y otros factores que se explican en

el transcurso de este estudio.

C O N T E N I D O

Cap.	Pag.
I.- INTRODUCCION.	1
II.- ESPECIFICACIONES RELATIVAS A ZAPATAS.	5
1. Fabricación 2. Propiedades físicas y -- pruebas 3. Mano de obra y acabado 4. Mar- cado.	
III.- PROCESO ACTUAL DE LA MANUFACTURA DE LAS ZA- PATAS	12
IV.- ANALISIS QUIMICO.	19
1. Determinación de carbono total y azufre. 2. Determinación de silicio 3. Determina-- ción de manganeso 4. Determinación de fós- foro.	
V.- PROPOSICION PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL USO DE ZAPATAS DE COMPOSICION EN LOS FERROCARRI LES NACIONALES DE MEXICO.	24
1. Funcionamiento de frenado 2. Vida y eco nomía de la zapata 3. Funcionamiento y eco nomía de la rueda 4. Métodos de aplicación	
CONCLUSIONES.	38
BIBLIOGRAFIA.	39

Capítulo I

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

Por razones de descentralización industrial ---- desaparecieron los talleres que esta empresa tenía ubi-
cados en Nonoalco, D.F., casi en el centro de la metró-
poli, y con ellos la fundición de zapatas que se encon-
traba en dicho lugar.

La fundición de zapatas de Nonoalco en ese enton-
ces tenía una producción de 8,000 a 10,000 zapatas men-
suales que junto con las demás fundiciones del sistema
producían de 20,000 a 25,000 zapatas mensuales, las --
cuales no alcanzaban a satisfacer las necesidades de -
la empresa que eran de 40,000 a 50,000 unidades mensua-
les, circunstancia por la cual se tuvo que recurrir a-
comprarlas a empresas particulares.

Dándose cuenta las autoridades de los Ferrocarrí-
les Nacionales de México de la necesidad de construir-
una fundición que supliera a la de Nonoalco y que ade-
más satisficiera los requerimientos de la empresa, se -
decidió instalar una fundición en la ciudad de Aguasca-
lientes, Ags.

La fundición de zapatas de aguascalientes se pro-
yectó y se empezó a construir entre los años 1962 y --
1963, iniciando los trabajos en junio de 1969. Cons---
truída en una superficie de 2,520 m² y en la cual se -
instalaron 12 prensas neumáticas para la fabricación -
de moldes de zapatas, constituye ahora la fundición --
más grande e importante con que cuentan los Ferroca---
rriles Nacionales de México, pues tiene otras de me---

nor consideración instaladas en Acámbaro, Gto., Matías Romero, Oax., y Orizaba, Ver., con producción no mayor de 15,000 mensuales cada una.

No obstante haberse calculado para producir ---- 90,000 zapatas mensuales, esta fundición cuando empezó a trabajar únicamente alcanzó a producir 15,000 zapatas mensuales, siendo la causa de esta baja producción problemas de tipo laboral, los cuales se han venido resolviendo paulatinamente y se han llevado a la práctica nuevos métodos, aleaciones y sistemas de trabajo -- hasta con incentivos económicos a los operarios, que -- han arrojado ahora una producción mayor a la calcula--da, pues actualmente se ha alcanzado la cifra promedio de 100,000 al mes.

Consecuentemente, la compra de zapatas a particu--lares ya no existe; inclusive, se surte a otra empresa ferroviaria que opera en el país como es el Ferroca---rril del Pacífico y en fecha próxima se hará lo propio con el Ferrocarril Chihuahua-Pacífico y Ferrocarriles Unidos del Sureste.

Empero, es necesario enfatizar en la convenien--cia de producir un tipo de zapata, llamada de COMPOSI--CION, tomando de ejemplo la que para freno de sus fe---rrocarriles usan los Estados Unidos, adoptada de ferro--carriles europeos, consistente en una aleación, básicamente, de material plástico, fierro, en menor propor--ción que la que llevan las zapatas normales, y asbes--to, lo que revestiría una notable economía, menor pro--blemática por cuanto a adquisición de la materia prima

bajo desgaste en las ruedas y en las zapatas mismas.

Este estudio se ha derivado también por la necesidad de trabajar con menor cantidad de fierro, pues es del conocimiento general la escasés mundial de fierros y aceros y los mismos Ferrocarriles Nacionales de México, empiezan a hacer frente a esa falta de elemento primordial en su almacén de cada fundición, haciéndose ahora ya imprescindible una proposición dirigida a obtener un resultado que simplifique esta cuestión.

Este es el objetivo de este estudio. Es un plan general para su aplicación, por ahora, en el sistema de los Nacionales de México y cuyas bases son las experiencias de otros ferrocarriles de técnica más avanzada.

El estudio encierra algunas limitaciones por la falta de disponibilidad de ciertos elementos básicos tales como una información primaria debidamente orientada. Así que el tratado de algunos aspectos quizá no esté dentro de los lineamientos de la Ingeniería Química, o el de otros haya resultado un tanto superficial, de modo que restrinja el establecimiento de recomendaciones más factibles y seguras.

Sin embargo, estas limitaciones me hacen ver -- dos cosas: primera, existe la necesidad de lograr una información más amplia y mejor dispuesta para conocer, plantear y resolver los problemas en una forma -- más concreta; y segunda, es necesario que el ferrocarril mantenga a un cuerpo de técnicos en estudio so--

bre el asunto, para que adquirieran una experiencia fundamental que les permita tratar adecuadamente esta -- clase de trabajos, pues en un futuro no lejano habrá de integrarse todo el sistema ferroviario en un solo-organismo para obtener máxima eficiencia, ya que existen los Nacionales de México, los Unidos del Sureste, Chihuahua-Pacífico, Sonora-Baja California y del Pacífico, que generan multitud de problemas operacionales, administrativos y económicos que deben ir siendo atacados.

Subrayo, por último, que precisamente por su carácter general este estudio no puede considerarse como definitivo: es tan solo uno de los primeros pasos-para conocer el problema en toda su magnitud.

En consecuencia, la solución propuesta y sus recomendaciones quedan sujetas a las revisiones que se consideren necesarias, mediante estudios que particularicen cada uno de los aspectos que se tratan, con - un análisis más a fondo.

Capítulo II

ESPECIFICACIONES RELATIVAS A ZAPATAS

ZAPATA.- Definición.- Pieza cóncava de superficie arenosa, componente primordial del freno de los carros, vagones, etc., que actúa friccionando contra la rueda o su eje.

Los Ferrocarriles Nacionales de México están sujetos técnicamente a un patrón que es la Asociación de Ferrocarriles Americanos (A.A.R.).

Dicha Asociación ha desarrollado especificaciones normalizadas, ajustadas a la práctica, en cuanto al funcionamiento y desarrollo de los trenes para el servicio que tienen encomendado.

Las normas relativas a zapatas de la A.A.R. comprenden todas las características que deben poseer las de fierro vaciado para los equipos de coches de pasajeros y de flete en general.

1.- FABRICACION

a).- Material.- Las zapatas se fabricarán de fierro fundido del mejor grado de calidad para los fines de que se trata.

b).- Respaldo Reforzado.- Las zapatas deberán tener un respaldo reforzado de acero o ser del diseño -- substituto aprobado. El respaldo de la zapata se fabricará para que ajuste a los escantillones para zapatas.

c).- Diseño.- Las zapatas, incluyendo el respaldo reforzado e inserciones metálicas desplegadas, serán como la que se muestra en la anatomía de una zapata A.A.R. que se inserta en este capítulo. Figura # 1.

ANATOMIA DE UNA ZAPATA AAR

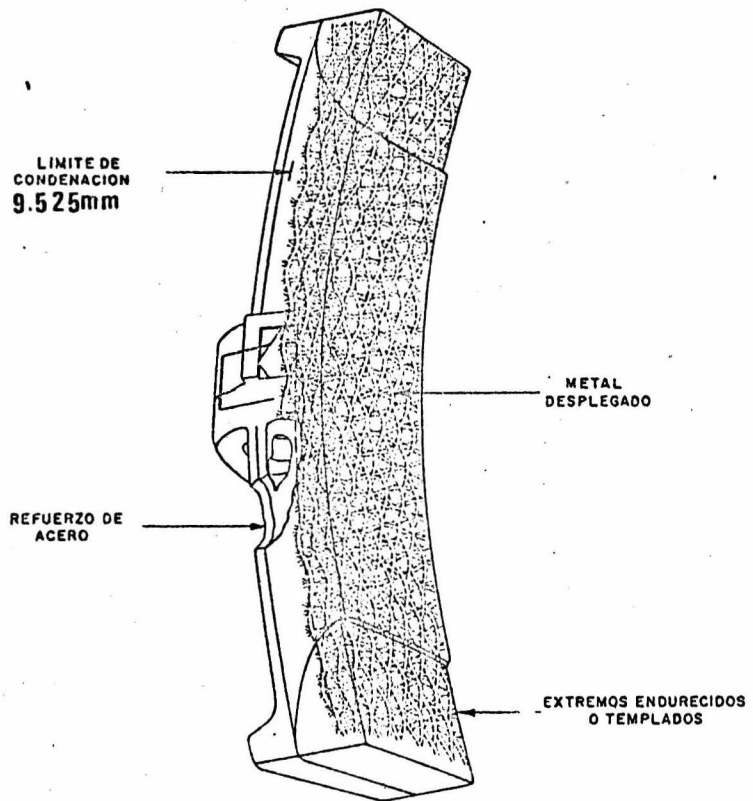


FIGURA No 1

2.- PROPIEDADES FISICAS Y PRUEBAS

I.- Coeficiente de pruebas de fricción.

a).- Las zapatas se probarán para obtener su coeficiente de fricción y desgaste, en el aparato de pruebas de la Asociación de Ferrocarriles Americanos o en otro aparato de características equivalentes.

b).- Preparación de la rueda para la prueba.- -- Después de haberse montado la rueda en el aparato, deberá rectificarse esmerilándola en húmedo, para asegurar su redondez, usando un esmeril adecuado para que la superficie quede pulida. La pisada se esmerilará paralela a la línea central de la flecha del aparato y se extenderá a toda la pisada. Después del rectificado, se quitará y balanceará la rueda.

c).- Preparación de la zapata para la prueba.- -- Las zapatas deberán esmerilarse a una profundidad no menor de 6.350 mm de la cara original y al mismo radio de la rueda con la que se va a probar. Las zapatas deberán estar desgastadas en toda la superficie de apoyo, en la rueda que se va a probar, antes de iniciar la prueba.

d).- Cada aplicación que se haga de la zapata en prueba, a cualquier velocidad determinada, se considerará como una prueba.

e).- La rueda montada en la máquina deberá limpiarse después de cada prueba, con objeto de eliminar las partículas metálicas que se le hubieran adherido durante la prueba anterior; ésto se hará con una zapata combinación (especial), haciendo dos paradas a una

velocidad aproximada de 64.4 km/h (40 mph). La primera parada se hará con una zapata impregnada de arena para eliminar las partículas de metal. La segunda parada se hará con otra zapata impregnada de grafito para limpiar y pulir mejor la superficie de fricción de la rueda o sea la pisada.

f).- Si v es la velocidad de marcha (constante) en kilómetros/hora, el coeficiente de rozamiento (μ) entre zapatas de freno de fundición y llantas de acero, está dado por la fórmula:

$$\mu = \beta \frac{1 + 0.0112 (v)}{1 + 0.06 (v)}$$

En donde, para superficies secas $\beta = 0.45$ y para superficies mojadas $\beta = 0.25$, según Wichert '.

' Zentral Bl. Vauv., 1894 pag 73.

g).- Ruedas de fierro vaciado, acero vaciado y rolado o forjado, para equipo de carga en general.

Diámetro normal de la rueda: 83.82 cm.

El desgaste de las zapatas para freno, se determinará sobre este tipo de ruedas, ejecutándose no menos de 5 paradas con cada zapata a la velocidad inicial de 64.4 km/h ó lo más aproximado posible.

El resultado promedio de las 5 pruebas de parada efectuadas con cada zapata se ajustará a los requisitos que se indican en la siguiente tabla.

No se probará ninguna zapata cuando la temperatura de ésta o de la rueda, exceda de 52°C.

Vel	Diam. de la rueda en cm	Carga equivalente en kg de la rueda para pruebas	Presión de la zapata en lbs.	% mínimo de coef. de fricción	Desgaste max en kg por c/138,300 millones de trabajo efectivo.
64.4	83.82	& 9,307	&& 4,220	18	0.454

& Se permitirá una variación de 227,000 kg en cualquier sentido (\pm).

&& Se permitirá una variación de 10 libras en cualquier sentido (\pm).

Se exceptuarán las zapatas que se ajusten a los siguientes requisitos substitutos:

64.4	83.82	& 5,448	&& 4,220	20	0.454
------	-------	---------	----------	----	-------

& Se permitirá una variación de 227,000 kg en cualquier sentido (\pm).

&& Se permitirá una variación de 10 libras en cualquier sentido (\pm).

h).- Ruedas de acero, roladas o forjadas para el servicio de pasajeros.

Diámetro normal de la rueda: 91.44 cm.

El desgaste de las zapatas se determinará como en el caso anterior, sobre este tipo de ruedas por la ejecución de no menos de 5 paradas con cada zapata, a una velocidad inicial aproximada de 96.6 km/h (60 mph).

El resultado promedio de las 5 pruebas de parada con cada zapata, se ajustará a los requisitos que se -

indican en la siguiente tabla. No se probará ninguna zapata cuando la temperatura de ésta o de la rueda, -- exceda de 52°C.

96.6	91.44	& 3,264	&& 7,190	15	0.454
------	-------	---------	----------	----	-------

& Se permitirá una variación de 22,700 kg en --- cualquier sentido (\pm).

&& Se permitirá una variación de 10 libras en -- cualquier sentido (\pm).

Se exceptuarán las zapatas que se ajusten a los- siguientes requisitos substitutos:

96.6	91.44	& 4,540	&& 7,220	15	0.454
------	-------	---------	----------	----	-------

& Se permitirá una variación de 227,000 kg en - cualquier sentido (\pm).

&& Se permitirá una variación de 10 libras en - cualquier sentido (\pm).

i).- Las pruebas anteriores se emplearán para - determinar los diferentes tipos de zapatas que se acep- tarán como reglamentarias en comprobaciones circunstan- ciales.

j).- Metal templado.- Cuando se quiebren los ex- tremos endurecidos de la zapata, deberán mostrar un en- durecimiento, cuando menos a 6.350 mm de profundidad - sobre la superficie de fricción de la pieza y a una -- distancia no menor de 5.08 cm de cada extremo de la za- pata.

El metal templado se extenderá por lo menos ---- 19.050 mm en cualquier dirección, medida radialmente - en la intersección del extremo a la superficie de fric

ción de la zapata.

k).- Pruebas de Dureza Brinell.- Extremos templados. Ocho pruebas de dureza Brinell deberán efectuarse en la superficie esmerilada de la zapata para prueba, como se muestra en la figura # 2. El promedio de las cuatro lecturas tomadas en la porción del extremo de la zapata, no será menor de 375 grados Brinell y el promedio de las otras cuatro lecturas, no será menor de 210 ni mayor de 290 grados Brinell. (ASTM 100-70-03)

l).- Muestreo.- De cada lote de 1,000 piezas, se tomará la prueba de dureza Brinell, a una de ellas.

3.- MANO DE OBRA Y ACABADO

Las zapatas en su fabricación deberán ser elaboradas con sumo cuidado, libres de toda clase de defectos perjudiciales, pues se corre el riesgo de provocar una serie de trastornos durante la marcha del tren, -- disminuir la vida de la rueda y, consecuentemente, --- aumentar los costos de operación.

El peso normal de las zapatas para freno, de --- cualquier tipo, se determinará con el peso conjunto de 50 piezas, pesadas simultáneamente. El peso de las fundiciones individuales no deberá variar ni más ni menos del 5% del peso promedio normal así obtenido. El peso bruto de un pedido completo de fundiciones no deberá ser mayor de 2-1/2% del peso promedio normal multiplicado por el número de fundiciones del pedido.

4.- MARCADO

Todas las zapatas deberán llevar el nombre del -

fabricante o negociación, número de modelo y las siglas A.A.R. El espesor de las letras del modelo en las guías de extremo, no excederá de 2.4 mm.

PRUEBA DE LA DUREZA BRINELL

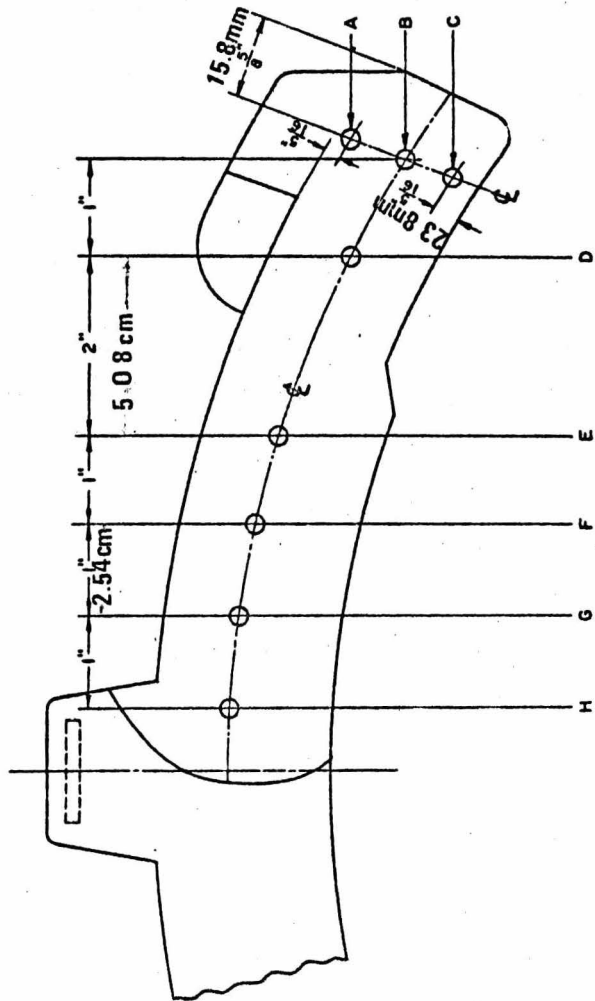


FIGURA No. 2

Capítulo III

PROCESO ACTUAL DE LA MANUFACTURA DE LAS ZAPATAS

Específicamente se tratará en este capítulo lo referente a la elaboración de zapatas para frenos que se usan en los Ferrocarriles Nacionales de México, manufacturadas en los talleres que esta empresa tiene en clavados en la Ciudad de Aguascalientes.

Se considera conveniente indicar el personal que integra la fundición para zapatas que por necesidades del servicio se ocupa ahí, siendo éste de 2 Cabos de Moldeadores, 1 Controlador, 1 Ayudante de Controlador, 35 Moldeadores Sueldo Especial, 6 Moldeadores "A" y -- 55 Ayudantes de Moldeador. Cada uno de estos operarios está encargado de ejecutar las labores clasificadas en su reglamento de trabajo. Todo este personal está distribuído en dos turnos diarios, con producción diaria, siendo el proceso intermitente, no continuo.

El proceso se inicia en el horno para fundir utilizando una carga de desperdicio de ruedas de fierro fundido de todo el equipo de locomoción --que ya han sido substituídas por las de acero--, pedacería de cilindros, "sapos", etc., además de llevar en otra carga, -- como componentes, silicio, manganeso, ferrofósforo para endurecer y briqueta para precisar la fundición. -- Esta última tiene como función mantener ya en la fundi ción la temperatura adecuada, es decir, un función estabilizadora siendo variable la cantidad que se agrega según el caso. Se adiciona también caliza para elimi--nar impurezas, que trae consigo el material a fundir.

Se tiene establecida convenientemente una liga - para obtener un producto más óptimo, que es la siguiente:

	Kgs		Kgs
Rueda "B0".....	500	Rueda "B0".....	900
Zapatas.....	400	Lingote.....	100
Fe Lingote.....	100	Fósforo.....	30
Fe Fósforo.....	15	Fe Silicio.....	5
Fe Silicio.....	4	Fe Manganeso.....	6
Fe Manganeso.....	<u>4</u>		<u> </u>
	1023		1041

Dureza: 235-290^oB

Fierro y componentes químicos son alimentados al horno para fundirlos en montacargas con viajes hasta - de 800 kilos. El líquido sacado del horno se vacía en las cucharas para llenar los moldes o matrices que van por una banda transportadora debidamente preparados -- por medios automáticos, con tierra y carbón especial - para fundición. Con la adición de arena sílica se evita que se tapen los poros de los moldes y las zapatas - salgan con sopladuras, por lo que es necesario que dichos moldes tengan la ventilación adecuada. En su recorrido por esa banda se va enfriando este metal líquido y llegan los moldes a un vibrador para separar la tierra del metal; la tierra cae a una tolva y es subida - por un elevador a base de canjilones para llegar a una tolva de reconcentración donde sale a una máquina re- - volvedora compuesta de dos gusanos que giran en senti-

do contrario; en dicha revolvedora se dá la humedad -- requerida para el llenado de los moldes de las zapa---
tas, mandándose al Laboratorio de Pruebas y Análisis -- una muestra para determinar la humedad y resistencia -- de la tierra.

La tierra está compuesta del 70% de arena sílica, 15 a 18% de bentonita y 12 a 15% de carbón imperial -- el carbón imperial es utilizado para que el horno ten-- ga la temperatura deseada y de manera uniforme-. La -- tierra ya compuesta va a un elevador que pasa ensegui-- da por una tolva chica donde está instalado un "deste-- rronador" donde hace la salida de tierra más terca o -- más fina; de aquí continúa por una banda transportado-- ra para llenar las tolvas por medio de repartidores. -- Por otro lado, el metal fraguado que son las zapatas -- ya moldeadas, tienen que pasar de los rodillos que las transportan al rojo vivo a un vibrador que está en el-- tránsito a un molino de enfriamiento casi a mano. Se -- abren los moldes con unas barretas, se les hacen caer-- a viva fuerza para eliminar la tierra que seguirá el -- camino antes mencionado y entran a un molino para ser-- limpiadas con granalla de acero angular, de calibre --- GL-16, que se compra a Altos Hornos de México, con --- unas turbinas y un tratamiento térmico para evitar que se maltraten las zapatas. De este aparato salen las za-- patas por otra banda y una vez enfriadas completamente las mismas, se procede a quitar los clavos para pasar-- las a los esmeriles y quitarles las uñas que aún les -- hayan quedado; los clavos se quitan con un cincel neu-

mático.

La máquina o molino de limpia que se menciona, - tiene como características generales las siguientes:

Marca: WHEELABRATOR

Motor: THE LOUIS ALLIS

1 H.P. 220/440 V

3/1.5 AMP

1735 RPM

Ferrocarriles Nacionales de México la adoptó, -- para su fundición de Aguascalientes, en el año de 1968 y actualmente se encuentra en buenas condiciones de -- operación, según reporte del Departamento de Manteni-- miento de Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre en esos - talleres.

Las zapatas terminadas son llevadas posteriormen-- te al almacén para su distribución en el sistema.

Ferrocarriles Nacionales de México, administrati-- vamente y para efectos de pago a sus trabajadores, ha-- fijado una producción mínima de 53,190 zapatas por mes de 26 días, considerando que cuenta con 160 moldes pa-- ra 2 zapatas cada uno y 6 prensas para la preparación-- del vaciado, ésto es:

$$160 \times 6 \times 2 \times 26 = 49,920 \quad 53,190$$

En Aguascalientes se elaboran cuatro tipos de za-- patas con las siguientes especificaciones:

1.- NORMAL.- Se usa en coches, carros y locomoto-- ras.

Ancho.....8.89 cm

Largo.....35.5 cm

Peso..... 12.5 kg

2.- DIESEL ANGOSTA.- Se usa en locomotoras diesel.

Ancho..... 8.89 cm

Largo..... 48.26 cm

Peso..... 17.00 kg

3.- DIESEL ANCHA.- Se usa en locomotoras diesel pero al igual que la angosta, se está ya descontinuando, pues ha dejado de comprarse este tipo de locomotora.

Ancho..... 16.51 cm

Largo..... 44.45 cm

Peso..... 24.00 kg

4.- SIMPLEX.- Se usa en carros dormitorios y empieza a ser utilizada ya en carros de express.

Ancho..... 8.89 cm

Largo..... 48.26 cm

Peso..... 18.00 kg

En el Departamento Químico de Aguascalientes se lleva a cabo una prueba en dos zapatas por cada producción del día, con una máquina universal para determinar su dureza, colocando la pieza en el centro y aplicando una fuerza de $3,000 \text{ kg/cm}^2$; se mide el diámetro de la impresión hecha en la zapata y la lectura en milímetros se lleva a una tabla que nos dá directamente la dureza de la muestra que debe estar entre los 210° y 290°B que señala las especificaciones de la A.A.R.

Existen los mas variados procedimientos para determinar la dureza. El que, en cada caso, se prefiera uno de ellos respecto a los demás, no se debe a que -- existan entre ellos diferencias fundamentales, sino -- que obedece a motivos de conveniencia.

En general, las condiciones técnicas se fundan -- en emplear un cuerpo más duro que la muestra, de modo -- que penetre en ésta y deje en la misma una impresión. -- Se emplean cuerpos penetrantes de diferentes formas.

En el ensayo de Brinell, el cuerpo penetrante es -- una esfera de acero endurecido que se comprime contra -- la zapata mediante una fuerza de presión estática.

Si es D el diámetro de la esfera (100 mm) ----- (3.937 in), d el de la impresión producida y F la carga utilizada (3,000 Kg/cm²) (426 lb/in²), la dureza de Brinell viene dada en Kp/in² por la expresión:

$$\text{Dureza de Brinell} = \frac{2F}{\pi D} (D - \sqrt{D^2 - d^2})$$

Por cuanto al mercado de que se habló en el capítulo precedente, los Nacionales de México no lo efectúan por tratarse de un trabajo particular, para su -- uso propio, pero al surtir carros de empresas particulares y extranjeras sí llevan la marca de clave AAR-1B especificada para zapatas de alto contenido de fósforo.

Los diferentes fundiciones de esta empresa, ----
actualmente tienen una producción aproximada en porcen
taje del total de zapatas fabricadas en el sistema, --
de:

Agascalientes.....	87
Acámbaro.....	8
Matías Romero.....	4
Orizaba.....	$\frac{1}{100\%}$

Capítulo IV

ANÁLISIS QUÍMICO

Concluida la fabricación de las zapatas se requiere del análisis químico para conocer la composición del material y establecer las relaciones en que se encuentran los elementos en la ferroaleación empleada en esta fundición.

Particularmente esta empresa, acorde a la práctica, mantiene la siguiente especificación, en tanto por ciento, para las zapatas de fierro:

Carbono total.....	2.80 a 3.10
Silicio.....	1.50 a 1.80
Manganeso.....	0.50 a 0.80
Azufre.....	0.15 a 0.25
Fósforo.....	0.80 a 1.20

con la que se ha estado obteniendo un producto de mayor optimización.

1.- DETERMINACION DE CARBONO TOTAL Y AZUFRE.- Para la determinación de estos elementos se utiliza el mismo horno de combustión.

Se producen gases, tanto en un caso como en el otro (CO_2 en el caso de carbono y SO_2 en el caso de azufre).

Se recoge el primero en una solución de potasa y por diferencia de lecturas y aplicación de la fórmula respectiva, se obtiene el por ciento de carbono total.

En el caso del azufre, el gas se recibe en una solución clorhídrica de almidón, a la que se le va ---

agregando solución de yodato de potasio hasta que no haya decoloración; la lectura de la bureta por el factor correspondiente nos dará el por ciento de azufre.

2.- DETERMINACION DE SILICIO.- A las elevadas temperaturas (1000-1500°C) que se obtienen en el horno de fundición, tanto el silicio como su bióxido reaccionan con los metales, formando ambos, siliciuros que son compuestos intersticiales análogos a las sales, a excepción de su lenta reacción a la temperatura ambiente con las bases fuertes para liberar hidrógeno gaseoso donde el silicio es relativamente inerte bajo tales condiciones.

Cuando se trata de ensayar el silicio en materiales producto de fundiciones, se emplea una gran cantidad de material porque la de siliciuro de hierro existente ordinariamente en estas aleaciones es muy pequeña.

Aquí se pesa 1.69 gramos de muestra que se coloca en una cacerola y se agregan muy lentamente unos 15 mililitros de mezcla sulfonítrica. Hecho lo anterior, se lleva a la plancha caliente hasta humos blancos, se enfría y se le añade 30 mililitros de ácido muriático diluido 1:1 y se calienta hasta que hierva unos 5 minutos, se retira de la parrilla y se filtra; en el filtro quedará la sílice que una vez bien lavada, primero con muriático caliente y después con agua, se pasa a un crisol de porcelana, tarado previamente, se seca, se calcina en la mufla, se enfría en un desecador y se --

pesa.

la solución que quedó del filtrado de la sílice se puede utilizar para la determinación de níquel, --- cuando sea necesario.

3.- DETERMINACION DE MANGANESO.- Como se sabe, el manganeso acompaña siempre al hierro y se le encuentra, en cantidades variables, en casi todos los minerales de hierro.

Se pesan 0.3 gramos de muestra que se pasan a un matraz Erlenmeyer de 250 mililitros y se ataca esa --- muestra pesada con 40 mililitros de solución nítrica de nitrato de plata; se calienta hasta disolución total y estando así caliente la solución, se agrega 40 mililitros de persulfato de amonio justo en el momento que el color del ácido permangánico aparece, se saca de la parrilla y se deja enfriar.

Una vez fría se titula con una solución valorada de arsenito de sodio.

4.- DETERMINACION DE FOSFORO.- Se pesa 0.5 gramos de muestra y se ataca en un matraz Erlenmeyer de 300 mililitros con 40 mililitros de ácido nítrico diluido 1:1 hasta que el ataque cesa. Se saca de la parrilla y se le agrega unos 5 cc de permanganato de potasio en solución saturada y se vuelve a llevar a la parrilla hasta que aparezca un precipitado café parduzco de dióxido de manganeso.

Se le agrega 1 cc de sacarosa y se sigue calentando hasta disolución del precipitado.

Logrado lo anterior, se agrega 40 cc de molibdato de amonio en solución nítrica y se calienta hasta

60°C. Se saca del fuego y se deja reposar hasta que en fríe, llevándola finalmente a centrifugar en un tubo graduado.

4-Bis.- DETERMINACION DE FOSFORO EN FIERROS O ACEROS POR TITULACION CON SOLUCION ESTANDAR DE PERMANGANATO DE POTASIO.- AUSENCIA DE TUGSTENO, VANADIO Y TITANIO.- Se transfiere 2 gramos de muestra (1 gramo si el fósforo está arriba de 0.10%) a un matraz Erlenmeyer de 300 cc y se atacan con 50 cc de ácido nítrico diluído densidad = 1.6.

Cuando todo está en solución, oxidar con una solución saturada de permanganato de potasio, agregando gota a gota hasta que se encuentre en exceso. Destruir el bióxido de manganeso formado por la descomposición del exceso de $KMnO_4$ con unas gotas de sacarosa (solución saturada) y hervir hasta que se aclare la solución y los humos hayan desaparecido.

Enfriar lentamente haciendo la solución justamente alcalina con hidróxido de amonio; una vez hecho lo anterior, agregar ácido nítrico concentrado hasta disolución del hidróxido formado, agregando 5 cc en exceso; precipitar el fósforo alrededor de 80°C con 50 cc de solución de molibdato de amonio, agitando fuertemente por unos 5 minutos. Se deja asentar el precipitado por 15 minutos.

Se filtra el precipitado amarillo y se lava con abundante cantidad de solución para lavar de sulfato de amonio; el frasco en el cual se hizo la precipitación se coloca bajo el embudo y se agrega 25 cc de hidróxido de amonio diluído 1:3 en porciones de 5 cc, --

lavando la parte superior del filtro.

El papel es lavado cuidadosamente con agua caliente, usando pequeñas cantidades cada vez, procurando que el volumen final no exceda de 50 cc. Se agregan 50 cc de ácido sulfúrico diluido 1:1 y se reduce la solución con 8 gramos de polvo de zinc, hasta que la reducción sea completa.

Se filtra para separar el exceso de zinc, lavando dos veces con agua helada, se diluye a 350 cc y se titula el filtrado frío con solución estandar de ----- KMnO_4 , hasta que se obtenga una coloración rosada que dure 1 minuto.

Capítulo V

PROPOSICION PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL USO DE ZAPATAS DE COMPOSICION EN LOS FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

Se ha comprobado que el ferrocarril es el medio de transporte de más bajo costo, debido al gran volumen de carga y pasaje que es capaz de mover. Su existencia es necesaria en todo país donde la industria, entre otras fuentes, requiere de un transporte masivo de carga para su desenvolvimiento.

Sin embargo, la lentitud con que opera el ferrocarril, así como su menor flexibilidad para penetrar en los puntos de embarque y destino, lo sitúan en un plano de desventaja con respecto a otros medios como son los autotransportes.

Independientemente de lo anterior, ferrocarriles ha tenido que enfrentarse a una competencia cada vez mayor, pero la verdadera competencia no está en los otros medios de transporte como tales, sino a otros factores muy reales, tales como servicio a concesionarios por su condición de empresa descentralizada, bajas tarifas de flete y pasaje, etc, etc.

Está reconocido además, que por necesidades del servicio los carros de carga con tonelaje pesado han ido aumentando numéricamente y también que la velocidad promedio de los trenes se ha incrementado en cierto porcentaje.

El carácter integral del proceso de rehabilitación en que actualmente se encuentran los ferrocarriles mexicanos tiene situada, en renglón preponderante, la seguridad que deben brindar a sus usuarios; ésta --

es, derivada en parte del enfrenamiento de los trenes. Se ha visto que es necesario implantar en México un nuevo tipo de zapata para freno que subsane las deficiencias que tienen las de fierro fundido que se están usando, como se manifestó en la parte introductoria de la tesis.

Este nuevo tipo de implemento de freno es la moderna ZAPATA DE COMPOSICION (COMposition BRAKE).

La zapata de freno de composición, COBRA, es un triunfo técnico resultado de la investigación combinada de grandes industrias de los Estados Unidos, líderes en los campos del enfrenamiento para los ferrocarriles y de materiales de fricción.

La eficiencia funcional de esta zapata hace sencillo el manejo de toda la extensión del punto de recibimiento al punto de su instalación original o el reemplazo en cualquier tipo de carro.

Con las zapatas COBRA es posible la conversión de zapata doble a zapata sencilla, eliminando la necesidad del freno "de broche" de doble zapata y el peso, en cada carro, de hasta tonelada y media del aparejo de freno convencional, que es con el que trabajan las zapatas de fierro fundido.

Las paradas suaves por medio de ésta proporcionan un confort sin igual a los pasajeros a consecuencia del alto coeficiente de fricción que es uniforme a las diferentes velocidades de enfrenamiento y que au--

menta sólo muy ligeramente al completar la parada. Esta misma suavidad en la parada proporcionada por la zapata COBRA permite la operación a velocidades extremadamente bajas y también elimina los daños ocasionados a la mercancía que se transporta, debidos a vibraciones y sacudidas.

La pisada de las ruedas enfrenadas con zapatas COBRA es limpiada y pulida durante el uso. Los períodos entre retorneado de ruedas se alargan considerablemente y es necesario desbastar menor cantidad de material para volver a obtener el contorno original de la rueda desgastada. Las ruedas bien pulidas dan por resultado una mejor adhesión entre la rueda y el riel y ayudan a la derivación de los circuitos de vía.

El rendimiento de las zapatas COBRA en uso real, según pruebas que más adelante se explican, disminuye los costos de conservación y aumentan la eficiencia de operación con las consiguientes ventajas económicas. Su peso es aproximadamente una tercera parte que el equivalente a la zapata de fierro fundido.

El funcionamiento de frenado es visto desde su habilidad o capacidad para suministrar un frenado a nivel; tal funcionamiento a nivel no puede ser igualado por carros con zapatas de fierro fundido a una relación o proporción de frenado razonable.

Durante varias pruebas comparativas de la distancia de la parada efectuadas en trenes de los Estados Unidos, se obtuvieron los resultados siguientes: un carro vacío equipado con zapatas COBRA corriendo a ---

112.7 km/hr enfrenó suavemente, sin sacudidas, en una distancia de 91.4 a 182.9 metros más corta que otro carrro equipado con zapatas de metal. Un carro de 50 toneladas cargado y equipado con zapatas COBRA, se detuvo-243.8 metros antes que otro carro igualmente cargado, pero equipado con zapatas metálicas. Un carro de 100 toneladas, cargado y equipado con zapatas COBRA, se detuvo 762.0 metros antes que el mismo carro dotado de zapatas metálicas.

Como quedó de manifiesto en el capítulo II, las zapatas de todo tipo se someten a pruebas en el aparato de la A.A.R. (dinamómetro) o en otro de características equivalentes. La capacidad de la prueba-doble permite una comparación de ejecución directa bajo condiciones idénticas.

En la cabina de control de que dispone o debe disponer el aparato de pruebas, pueden llevarse registros permanentes de velocidad, presión del cilindro del freno, temperatura de la pisada de la rueda y otros. Las distancias de parada y los tiempos de parada se registran en instrumentos electrónicos. Con el dinamómetro, las pruebas de parada pueden efectuarse bajo el control de un operador, o bien el aparato puede hacerse trabajar automáticamente. El dinamómetro puede accionarse en una prueba de pendiente, en una pendiente simulada, efectuando una parada en ella. Sólo por medio de la tecnología más avanzada es posible obtener resultados tan exactos. El dinamómetro reproduce los efectos reales de paradas hasta de velocidades-

de 241.4 km/h.- 11 discos de inercia, 9 de ellos desmontables y 2 fijos a la flecha principal, pueden simular pesos de los carros desde 12,000 a 150,000 kilogramos. Estos discos proporcionan 96 combinaciones posibles de pesos que a su vez hacen posible variaciones de carga en la rueda en etapas de aproximadamente 450-kilogramos.

En la cabina de control del dinamómetro, el operador se prepara a efectuar una parada a 160 km/h. En el dinamómetro se colocan dos ruedas idénticas, una de ellas está equipada con una sola zapata de freno COBRA. La otra rueda usa el arreglo de freno doble "clasp" -- con dos zapatas metálicas. Esto refleja una alta comparación en trenes que corren en las mismas direcciones o de tipo de servicio similar. En el tablero de control el operador echa a andar el dinamómetro para la prueba de parada de emergencia con las zapatas metálicas. La rueda acelera hasta una velocidad de 160 km/h y se inicia la prueba de parada de emergencia.

Se efectúa una prueba idéntica, a 160 km/h usando una zapata COBRA sencilla. El coeficiente de fricción más alto de la zapata COBRA (35 a 40%) disminuye más rápidamente la velocidad de la rueda. Esta proporción de retardo más rápido continúa sin que se origine una banda de fuego, ni flamas y ni siquiera chispas. La desaceleración sin chispas, silenciosa y suave es mantenida hasta el momento de la parada. Esta demostración espectacular comprueba la superioridad del rendimiento comparativo de las COBRA y la inspec---

ción visual de las ruedas después de la prueba de comparación indica todavía más claramente que los efectos de las zapatas COBRA sobre las ruedas no pueden ser --
igualados.

En la rueda enfrenada por la zapata metálica se fundió una gran cantidad de metal a la pisada de la --
rueda que puede ocasionar que ésta se trabe con la zapata y que la rueda resbale. El contacto desigual de --
la zapata metálica con la superficie de la rueda da lugar a puntos de calentamiento. Estas ruedas están mu--
cho más expuestas a sufrir rajaduras térmicas y a descascararse., son mucho más susceptibles al desgaste --
tanto de la rueda como de la zapata. La rueda enfrenada por la zapata COBRA muestra un desgaste terso y uniforme, la distribución pareja del calor de enfriamiento elimina virtualmente los daños térmicos y el peli--
gro de incendio.

1.- FUNCIONAMIENTO DE FRENADO

El funcionamiento de frenado de un vehículo está expresado en términos de distancia de parada. Esto es obviamente más difícil bajo condiciones de carro pesado.

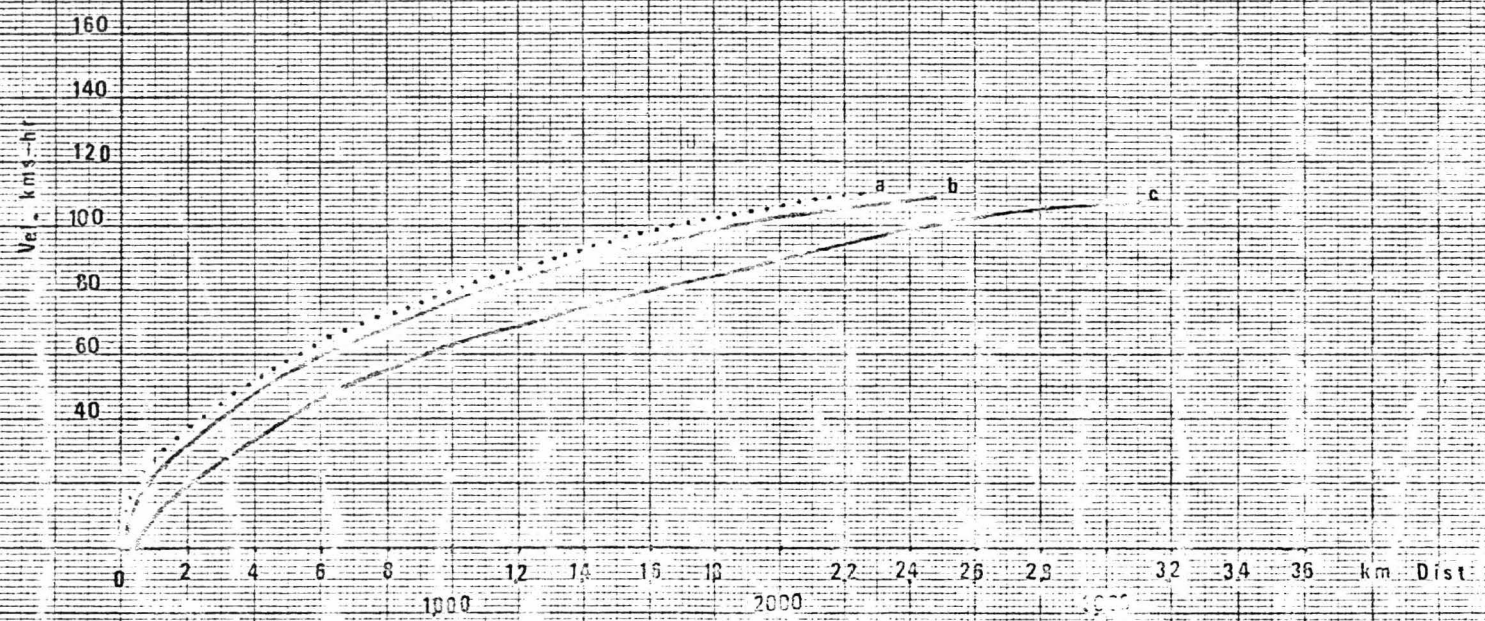
La gráfica # 1 ilustra la habilidad de parada de tres carros cargados de 100 toneladas y equipados como sigue:

- 1.- Con zapatas COBRA y 21.59 cm conjunto de freno WABCOPAC, Radio de Frenado 8.6%.
- 2.- Con zapatas COBRA y aparejo convencional. -- Radio de Frenado 10%.
- 3.- Con zapatas de metal y aparejo convencional. Radio de Frenado 18%.

En la gráfica # 2 se muestra también la habilidad de parada, pero comparando carros cargados de 50 y 100 toneladas para cada tipo de zapata: COBRA con conjunto WABCOPAC; COBRA con aparejo convencional y metálica con aparejo convencional.

Legenda

- a) Zapatas Cobra y Conj. WABCO PAC
- b) Zapatas Cobra y Aparejo Convencional
- c) Zapatas de Hierro y Aparejo Convencional



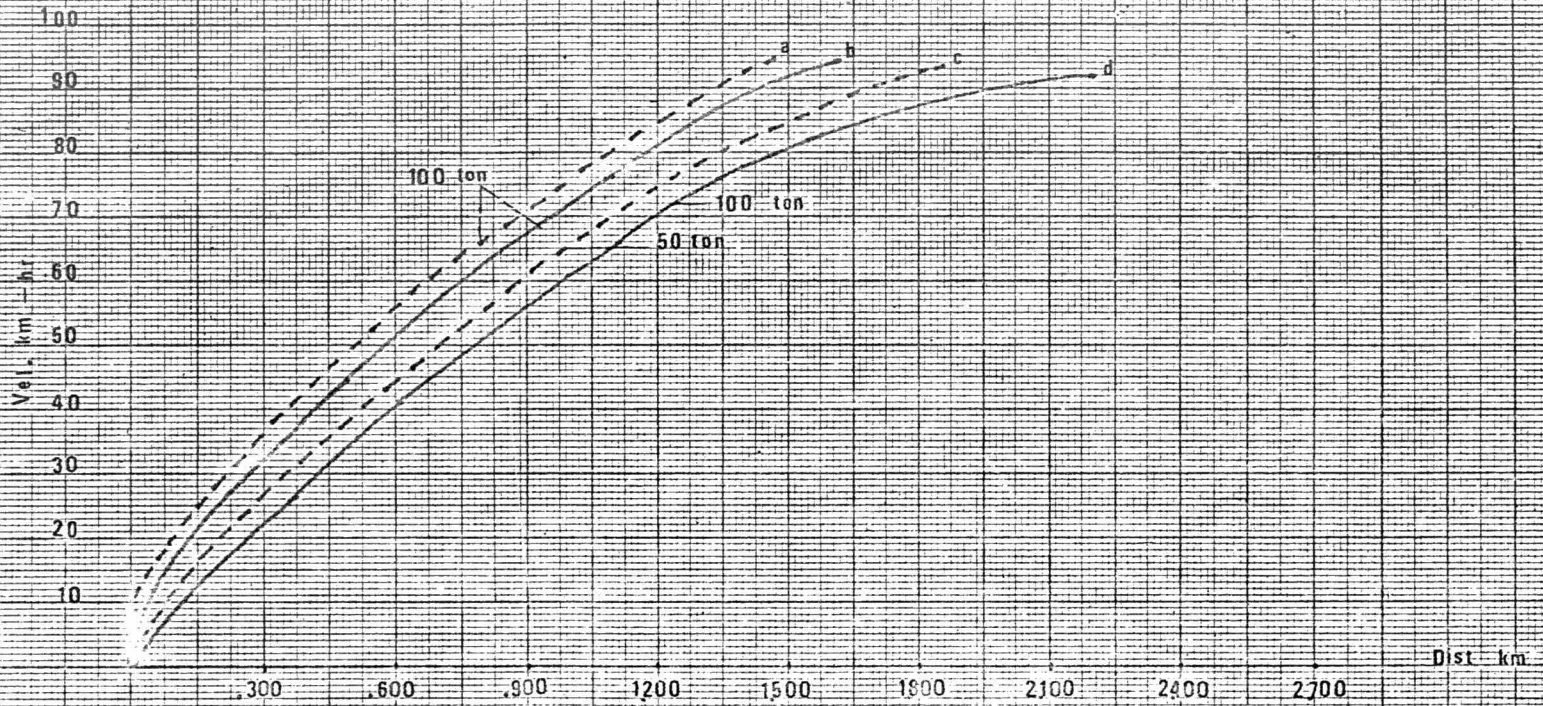
HABILIDAD DE PARADA

GRAFICA No. 1

SIM

Legenda

- a) Zapatas Cobra y Conj. WABCOPAC
- b) Zapatas Cobra y Aparejo Convencional
- c) y d) Zapatas de fierro



HABILIDAD DE PARADA

GRAFICA No. 2

SUM

2.- VIDA Y ECONOMIA DE LA ZAPATA

La razón del gasto de la zapata de freno depende del trabajo ejecutado y del modo con el cual se desarrolla este trabajo. Esto es, son afectadas por el cargamento necesario que acompaña a dicho trabajo. En carros de 100 toneladas equipados con cualquier zapata, la razón de uso es más alta que con carros más ligeros de 50 y 70 toneladas, por ejemplo.

La comparación directa de la vida de las zapatas COBRA y las de metal, es para carros de igual tonelaje, igual servicio y operando a diferentes velocidades.

Una zapata COBRA observada en trenes unitarios - de carros cargados de 100 toneladas con conjunto WABCO PAC 21.59 cm, alta fricción A.A.R. 3.81 cm, proporciona de 128,748 a 160,935 kilómetros por cambio de zapata. Un tren similar, de carros equipados con zapata metálica 3.81 cm A.A.R. proporciona de 21,726 a 28,968 - kilómetros. Para trenes similares en servicio igual, - el promedio de vida de las zapatas COBRA sobre las de metal es conservadoramente entre 5 a 1 y 6 a 1, lo que representa la más favorable experiencia de las zapatas de composición.

La tabulación No. 1 evalúa comparativamente la economía de las zapatas para freno en carros con peso de 100 toneladas. La vida de la zapata metálica está basada en un promedio de 24,140 kilómetros por conjunto y 3.81 cm de espesor, en tanto que la COBRA está basada en un promedio de vida de 128,748 kilómetros. La-

base utilizada está mostrada como 96,561 kilómetros/año que es un promedio moderado para esos carros.

TABULACION No. 1

Zapata de metal (A.A.R. # 1)	-24,140 kms. vida promedio de la zapata por -- conjunto de 8 zapatas -- de metal por carro.
Zapatillas de freno COBRA (Pieza V-158)	-128,748 kms. vida promedio de la zapata por -- conjunto de 8 zapatas -- por carro.
Kilometraje promedio (carros de 100 toneladas)	-96,561 kms. por carro-año.
1.- 1968 A.A.R. Regla 101 Sec. B Clave 2255 zapata de freno A.A.R. estandar.....	\$ 35.00
2.- Costo por conjunto de 8 zapatas de metal.....	280.00
3.- Costo anual de zapata de metal, por carro	
$\$280.00 \times \frac{96,561}{24,140}$	1,120.00
4.- Costo de zapata Cobra (V-158) + Labor - de cambio 1968 A.A.R. Regla 101 Sec. B-Clave No. 2156 (\$0.77).....	59.63
5.- Costo por conjunto de 8 zapatas Cobra..	477.04
6.- Costo anual de la zapata Cobra por carro	
$\$477.04 \times \frac{96,561}{128,748}$	357.78
7.- Economía anual en costo de la zapata Cobra por carro (\$1,120.00-\$357.78).....	762.22

3.- FUNCIONAMIENTO Y ECONOMIA DE LA RUEDA

En el funcionamiento de la rueda con zapatas COBRA es atribuido a ambos la fricción del material o bien la configuración física de la zapata de freno. -- Primeramente es la fricción la característica relativa a la adhesión la que reduce la probabilidad de dañar la rueda por el deslizamiento. En segundo lugar es el efecto térmico en la rueda, el cual reduce o en la más de las veces elimina el daño térmico de la rueda. En tercer lugar es el modelo de la zapata el cual es característico únicamente de la zapata de composición COBRA. La anchura de la zapata está diseñada para cubrir totalmente la pisada de la rueda.

El efecto de vaciar la pisada al espesor condensable y la altura del borde o de la pestaña, es minimizado en tiempo al límite de condensación y restauración del contorno natural de la rueda.

La tabulación No. 2 proporciona un análisis económico de la rueda en un mejoramiento conservativo del 35% sobre la vida de la rueda usando zapatas COBRA.

TABULACION No. 2

- 1.- 1968 A.A.R. Regla 101 Sección B Clave 5245 y mufión No. 5246 6-1/2 x 12". Rueda 36" 1-W. (91.44 cm).
(16.51 x 30.48 cm).
Cambio para ruedas nuevas..... \$1,155.00
Descuento del valor del desecho..... 110.00
Cambio neto..... 1,045.00

8 x \$1,045.00 = \$8,360.00/conjunto del carro

- 2.- 1968 A.A.R. Regla 101, Sección D Clave 5020 y No.- 5050 cargo por cambio en el exterior, desmontando-primera parte sobre el truk..... \$ 735.62
Segunda parte sobre el truk..... 385.00
\$1,120.62

2 x \$1,120.62 = \$2,241.24/conjunto del carro

- 3.- 1968 A.A.R. costo del conjunto de ruedas por carro.....\$10,601.25

- 4.- Vida promedio del conjunto de ruedas por carro: --
273,590 kilómetros.

- 5.- Costo de las ruedas por carro y por año con zapatas de fierro, basado sobre 96,561 kilómetros/ca--rro/año.
$$\frac{\$10,601.25 \times 96,561 \text{ kilómetros/año}}{273,590 \text{ kilómetros de vida de la rueda}} = \$3,741.63$$

- 6.- Aplicación de la zapata Cobra aumentando la vida - de la zapata en un promedio de 35%(96,561/273,590)

- 7.- Vida promedio de la rueda:
273,590 kilómetros x 1.35 = 369,347 kilómetros

- 8.- Costo de la rueda por año con zapatas Cobra:
$$\frac{\$10,601.25 \times 96,561 \text{ kilómetros: año}}{369,347 \text{ kilómetros de vida de la rueda}} = \$2,771.63$$

- 9.- Economía anual en el costo de la rueda - con zapatas Cobra (\$3,741.63-\$2,771.63), por carro..... \$ 970.00

4.- METODOS DE APLICACION

I.- Los carros de tonelaje pesado pueden tener zapatas COBRA utilizando cualquiera de las siguientes formas:

a).- Conjunto de freno WABCOPAC, que es un truk montado en el freno que combina las funciones del cilindro, aparejo y tirante del freno en un arreglo compacto. Este arreglo de freno produce igual fuerza a todas las zapatas de las ruedas, permitiendo la fuerza de balanceo del truk junto con el desgaste de la zapata y la misma cantidad de trabajo en cada rueda. El conjunto WABCOPAC puede ahorrar desde 180 hasta 900 kilogramos por carro en el peso del conjunto de freno, lo que permite un cargamento adicional.

b).- Cilindro AB 25.40 x 30.48 cm con aparejo -- convencional.- La aplicación de las zapatas COBRA al aparejo convencional con cilindro AB 25.40 x 30.48 cm, suministra las siguientes características:

1.- El uso de un pequeño cilindro de freno, el cual es realmente aprovechable y equipo estandar comparado al cilindro 30.48 x 25.40 cm comunmente usado con zapatas de metal.

2.- Un bajo poder de palanca que aumentará la eficiencia del aparejo, encima de la obtenida con alto poder de palanca que requiere el usar zapatas de fierro.

3.- Un freno de mano conectado al eje del cilindro, que produce una fuerza necesaria para el requerimiento de 15% de radio de frenado.

c).- Cilindro AB 25.40 x 30.48 cm con un 19.05 --
cm de conversión de equipo.

II.- Los carros de tonelaje pesado pueden ser con-
vertidos fácilmente para usar zapatas COBRA por medio --
de los siguientes métodos:

a).- Substitución del cilindro AB 25.40 por el ci
lindro de 30.48 cm.

b).- Conversión de equipo en cilindro AB.- Cuando
son usados cilindros de 25.40 cm es posible insertar un
19.05 cm de conversión de equipo dentro del cilindro, --
sin necesidad de cambiarlo. La conversión de equipo es-
tá designada para proporcionar un volumen suficiente en
tre el diámetro interior del cilindro de 25.40 cm y el-
diámetro exterior del bushing para mantener la iguala--
ción de presiones requerida.

c).- Cambio de poder de palanca, que puede efec--
tuarse por rectificación de las palancas.

CONCLUSIONES

La demanda internacional de zapatas COBRA ha dado por resultado el establecimiento de fábricas en Canadá, América del Sur y Europa, lo que puede servir de ejemplo para implantar una en México de contarse, ---- principalmente, con el respaldo económico, tecnología, personal capacitado, etc, instalándola dentro del lugar de jurisdicción de la empresa o donde mejor conviniere a sus intereses, cancelando los contratos que tuvieran celebrados para la adquisición de zapatas de composición, sin descuidar el aspecto administrativo de su personal por la apertura de nuevas plazas.

Este estudio preliminar demuestra las grandes -- ventajas técnicas y económicas que representaría para la empresa de los Ferrocarriles Nacionales de México, -- el adoptar definitivamente este nuevo tipo de implemento de freno en sus trenes, pues son un nervio vital en la economía del país.

Como toda una industria del transporte, que en -- efecto lo es, requiere de un buen funcionamiento de todas sus partes para atender las necesidades que reclama el desarrollo de México, ya sea a través de sus propios habitantes, de la industria, del comercio, del turisimo o de otros.

BIBLIOGRAFIA

- Reglas de Intercambio de la A.A.R.-- Biblioteca Técnica Ferrocarrilera.
- Especificaciones de zapatas A.A.R. 1966 M-401-56.
- Boletín: Funcionamiento de zapatas para freno en carros de carga de 100 toneladas.-- Railroad Friction Products Corporation.
- WABCO PAC BRAKE ASSEMBLY.-- Maintenance Handbook.
- Revistas Ferronales.-- Tomos XXVI y ---- XXVII Nos. 2 y 7 Año 1956.
- Contrato Colectivo de Trabajo de los -- FF.CC.N. de M.
- Convenio FF.CC.N. de M. -- STFRM de septiembre 25-1973.

FUENTES DE INFORMACION.

- Fundición de zapatas.-- Talleres Aguascalientes, Ags.
- Departamentos: Técnico, Fuerza Motriz y Pruebas y Análisis de México, D.F., y - Aguascalientes, Ags.