

2  
2y



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO.

Facultad de Ingeniería.

*PRIVATIZACION DE LA LINEA  
FERROVIARIA PACIFICO-NORTE.*

T e s i s  
Que para obtener el Título de:  
Ingeniero Civil  
P r e s e n t a :

*Mauricio Alamillo de Ibarrola.*

Director de Tesis: Luis Zárate Rocha.



México, D.F.  
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1998

268824



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-084/97

Señor  
**MAURICIO ALAMILLO DE IBAROLA**  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. LUIS ZARATE ROCHA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

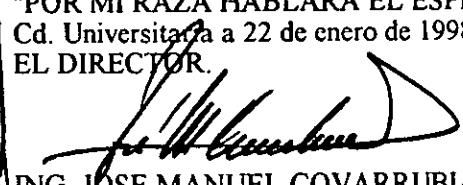
**"PRIVATIZACION DE LA LINEA FERROVIARIA PACIFICO NORTE"**

- I. INTRODUCCION**
- II. ANTECEDENTES**
- III. LA INGENIERIA CIVIL EN EL DESARROLLO DE LOS FERROCARRILES**
- IV. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA LINEA FERROVIARIA PACIFICO-NORTE**
- V. PROCESO DE LICITACION DE LA LINEA FERROVIARIA PACIFICO-NORTE**
- VI. PLAN DE NEGOCIOS**
- VII. ANALISIS FINANCIERO**
- VIII. CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU".  
Cd. Universitaria a 22 de enero de 1998.  
EL DIRECTOR.

  
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS  
JMCS/GMP\*Imf

## DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS.

En mi última etapa de preparación escolar como Profesionista quiero agradecer la participación de muchas personas - amigos y familiares- las cuales dieron una gran aportación a este trabajo de tesis, estuvieran o no conscientes de su contribución, pero que yo siempre he apreciado.

### *De los Profesionistas:*

- al Ing. Luis Zárate Rocha, por el honor de haber accedido a ser mi Director de Tesis y por el interés y el apoyo que me llevaron a concluir mi trabajo.
- a los Ingenieros Ricardo Ibarra y Alejandro Vázquez, por la idea y el apoyo para realizar esta tesis.
- al Ing. Martín Cordero, quiero agradecer sus acertados consejos, su interés y la motivación que me proporcionó.
- a los Ingenieros Max Liebert y Gonzalo Rivera por las molestias tomadas en ayudarme a recopilar la valiosa información de esta tesis.
- a los trabajadores de Ferrocarriles Nacionales de México, por la información compartida y el tiempo dedicado a resolver mis dudas.
- a los ingenieros de Ferrocarriles Mexicanos, por brindar un poco de su tiempo libre a atender mis peticiones.
- a los Profesores de la Facultad de Ingeniería: Ing. Miguel Morayta, Ing. Esteban Figueroa, Ing. José Gaya e Ing. Eric Castañeda, por haberme instruido cada quien dentro de su especialidad y por haberme brindado su apoyo para realizar esta tesis.
- a todos los Maestros de la Facultad de Ingeniería, de los cuales tengo recuerdos muy vivos y cuyas lecciones han encaminado mi vida como Profesionista y como Persona.

### *De los amigos:*

- a Mario Méndez "Mayito" (muchas gracias por tu amistad, apoyo y los Cafecitos de Coyoacán), Christian Camacho "Camacho-aventuras" (y a su pequeña hija Ailyn), Alejandro Cué "el Reverencias" (por romper vidrios en mi casa "sin querer queriendo", tirar los huevos del refrigerador... y por todos estos años de amistad), Arturo Bárcena "Turo" (por acompañarme desde la primaria hasta la Facultad y por las Pacífico compartidas), Lila Bustamante y Jessie Cervantez "la Guayaba y la Tostada" (por ser mis grandísimas amigas), Ana Laura Cervantez (por enseñarnos a todos lo que es una Madrina Campal).
- a los amigos de Cocoyoc: Vicente y Marco Rodríguez "Vince" y el "Cos", Ernesto Tovar "el Pocillo", César Roldán "Cesarín", Edgar Pantoja "Chegar, el Nero o el Guarro" (como usted prefiera), Alejandro Pérez "Brazo", entre otros tantos invitados, gorriones y agregados, todos ellos célebres personajes y partícipes de los reventones organizados por el "Turo".
- a mis amigos del Aikido, especialmente a Sensei Robert Jan Schicks y Bernardo Sánchez "Benito".
- a mis amigos de los calabozos: Norberto González "Beto", Juan C. Maldonado, Carlitos, Emmanuel Ascencio, Iliana Haro y Jorge Hernández Aniz (y familia) por las memorables desveladas de juego, peleas de dados, nunca ponernos de acuerdo, las risas y a pesar de todo, la amistad que siempre nos ha unido.
- al Cowboy y al Mouse (por los apodos proporcionados a su servidor).
- al Ing. Salvador García de Quevedo.
- a Ana J. Jiménez Villanueva por los inolvidables momentos compartidos.
- a todos los amigos y compañeros de la carrera de Ingeniería Civil Generación 93.

### *De mis familiares:*

- a Mis Padres Ma. Beatriz de Ibarrola Nicolín y Javier Alamillo Torres, por su amor, el apoyo incondicional, los valores inculcados, su gran paciencia y por tener siempre fé en mí.
- a Mi Tía Ana Margarita Alamillo Torres, por todo el amor, los cuidados y las esperanzas depositadas en mí desde pequeño.
- a Mis Hermanos Alejandro y Javier, por dejarme un cuarto para mí solo ... y por su amistad incondicional.
- a Mis Tíos Juan y Manuel Alamillo Torres y familia, por los buenos momentos compartidos, en las buenas y en las malas.
- a Mis Tíos Eduardo, Jorge, Maruca, Toño de Ibarrola Nicolín y familia.
- a la Familia Solís de Ibarrola, por siempre mantenerme unido a esta gran familia.
- a Mi Abuelo Toño, por ser un ejemplo de dedicación al trabajo y la familia... y por las clases de Francés e Inglés por teléfono.
- a Mi Abuelita Grúa, que aunque nunca te conocí, te guardo mucho cariño.
- a Mis Abuelos Paternos Rita y el Doctor Manuel por todo su cariño hacia toda la familia y amigos.
- a las familias Cervantez Quiróz y Méndez SantaMaría por abrirme un lugar más dentro de sus hogares.

**EL ARTE DE LA PAZ EMPIEZA CONTIGO.**

**TRABAJA EN TI MISMO Y EN TU TAREA EN EL ARTE DE LA PAZ.**

**TODOS TENEMOS UN ESPÍRITU QUE PUEDE SER REFINADO,**

**UN CUERPO QUE PUEDE SER ENTRENADO EN ALGUNA MANERA,**

**UN CAMINO APROPIADO QUE SEGUIR.**

**TU ESTÁS AQUÍ PARA NINGÚN OTRO PROPÓSITO MÁS QUE REALIZAR**

**TU DIVINIDAD INTERNA Y MANIFESTAR TU ILUMINACIÓN INNATA.**

**NUTRE LA PAZ EN TU PROPIA VIDA Y DESPUÉS APLÍCALO AL ARTE**

**EN TODO LO QUE ENCUENTRES.**

---

**MORIHEI UESHIBA (1863-1969)**

<b>CAPITULO I. INTRODUCCION.</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO II. ANTECEDENTES.</b> .....	<b>5</b>
<b>A. HISTORIA Y DESARROLLO DE LOS FERROCARRILES EN MEXICO.</b> .....	<b>5</b>
<i>A.1. Breve historia del ferrocarril.</i> .....	<i>5</i>
<i>A.2. Historia del ferrocarril en México.</i> .....	<i>6</i>
<b>B. HISTORIA OPERATIVA DE FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.</b> .....	<b>13</b>
<i>B.1. Historial operativo de F.N.M.</i> .....	<i>13</i>
<i>B.2. Historial operativo del F.P.N.</i> .....	<i>21</i>
<b>C. PROGRAMA DE MODERNIZACION DE LOS FERROCARRILES MEXICANOS.</b> .....	<b>27</b>
<i>C.1. Introducción.</i> .....	<i>27</i>
<i>C.2. Descripción y perspectivas del programa de modernización de los ferrocarriles mexicanos.</i> .....	<i>28</i>
<i>C.3. Antecedentes de la Modernización de F.N.M.</i> .....	<i>29</i>
<i>C.4. Programa de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes.</i> .....	<i>30</i>
<b>D. OBJETIVOS DE LA PRIVATIZACION.</b> .....	<b>32</b>
<b>E. PLAN GENERAL DE PRIVATIZACION DE LAS LINEAS FERROVIARIAS.</b> .....	<b>33</b>
<i>E.1. Marco Jurídico.</i> .....	<i>33</i>
<i>E.2. Lineamientos generales de las concesiones.</i> .....	<i>34</i>
<i>E.3. Estrategia de reestructuración.</i> .....	<i>34</i>
<i>E.4. Integración de las Unidades Regionales.</i> .....	<i>35</i>
<i>E.5. Lineamientos generales para la apertura a la inversión en el Sistema Ferroviario Mexicano.</i> .....	<i>35</i>
<i>E.6. El elemento humano.</i> .....	<i>36</i>
<i>E.7. Conclusiones.</i> .....	<i>37</i>
<b>CAPITULO III. LA INGENIERIA CIVIL EN EL DESARROLLO DE LOS FERROCARRILES.</b> .....	<b>39</b>
<b>A. METODOS CONSTRUCTIVOS DE VIAS EN EL FERROCARRIL (VIA CLASICA Y VIA ELASTICA).</b> .....	<b>39</b>
<i>A.1. Construcción de terracerías.</i> .....	<i>39</i>
<i>A.2. Construcción de Vía Clásica.</i> .....	<i>42</i>
<i>A.3. Construcción de la Vía Elástica.</i> .....	<i>43</i>
<i>A.4. Comparación de costos y beneficios entre la Vía Clásica y la Vía Elástica.</i> .....	<i>48</i>
<i>A.5. Construcción de vias aplicada al FPN.</i> .....	<i>49</i>
<b>B. MECANICA DE SUELOS APLICADA A LAS VIAS DE FERROCARRIL.</b> .....	<b>51</b>
<i>B.1. Exploración de suelos.</i> .....	<i>51</i>
<i>B.2. Cimentación en vias férreas.</i> .....	<i>59</i>
<i>B.3. Estabilidad de taludes.</i> .....	<i>63</i>
<i>B.4. Mecánica de Suelos aplicada al FPN.</i> .....	<i>72</i>
<b>C. MANTENIMIENTO DE VIAS.</b> .....	<b>75</b>
<i>C.1. Breve introducción.</i> .....	<i>75</i>
<i>C.2. Vigilancia e inspección.</i> .....	<i>75</i>
<i>C.3. Conservación de la vía elástica y de los LRS.</i> .....	<i>77</i>
<i>C.4. Conservación y rehabilitación de terracerías y cortes.</i> .....	<i>82</i>
<i>C.5. Otras acciones de conservación de la vía.</i> .....	<i>83</i>
<i>C.6. Mantenimiento de Vía Clásica.</i> .....	<i>85</i>
<b>D. DISPOSICIONES AMBIENTALES EN EL FERROCARRIL PACIFICO-NORTE.</b> .....	<b>86</b>
<i>D.1. Impacto ambiental en ferrocarriles.</i> .....	<i>86</i>
<i>D.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.</i> .....	<i>87</i>
<i>D.3. Principales obligaciones de unidades operativas (talleres y centros de abasto).</i> .....	<i>87</i>
<b>E. DESARROLLO E INNOVACIONES TECNOLOGICAS DE LOS FERROCARRILES DENTRO DEL CAMPO DE LA INGENIERIA CIVIL.</b> .....	<b>88</b>
<i>E.1. Desarrollo tecnológico del ferrocarril (Historia de 1873 a nuestros días).</i> .....	<i>88</i>
<i>E.2. Ultimos avances tecnológicos.</i> .....	<i>89</i>

<b>CAPITULO IV. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA LINEA FERROVIARIA PACIFICO-NORTE (1997)</b> .....	<b>94</b>
<b>A. INFRAESTRUCTURA, INSTALACIONES Y EQUIPO DE LA LINEA FERROVIARIA PACIFICO-NORTE (1997)</b> .....	<b>94</b>
<i>A.1. Descripción general de la empresa</i> .....	<i>94</i>
<i>A.2. Infraestructura</i> .....	<i>95</i>
<i>A.3. Instalaciones</i> .....	<i>99</i>
<i>A.4. Equipo rodante</i> .....	<i>103</i>
<b>B. ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA</b> .....	<b>106</b>
<i>B.1. Breve introducción</i> .....	<i>106</i>
<i>B.2. Estructura organizacional</i> .....	<i>106</i>
<b>C. CONDICION ACTUAL DE LA VIA</b> .....	<b>108</b>
<i>C.1. Capacidad de las líneas</i> .....	<i>108</i>
<i>C.2. Tramos que integran el FPN</i> .....	<i>108</i>
<i>C.3. Descripción de los corredores del FPN</i> .....	<i>110</i>
<i>C.4. Límites del FPN</i> .....	<i>111</i>
<b>D. CONDICION ACTUAL DEL EQUIPO DISPONIBLE</b> .....	<b>112</b>
<i>D.1. Fuerza Motriz</i> .....	<i>112</i>
<i>D.2. Equipo de arrastre</i> .....	<i>114</i>
<i>D.3. Maquinaria de vía</i> .....	<i>115</i>
<b>E. CARGA MANEJADA ACTUALMENTE</b> .....	<b>118</b>
<i>E.1. Volúmenes de carga en sectores específicos</i> .....	<i>119</i>
<i>E.2. Tráfico Internacional</i> .....	<i>121</i>
<i>E.3. Trenes de carga</i> .....	<i>123</i>
<b>F. CLIENTES ACTUALES DE LA LINEA</b> .....	<b>125</b>
<i>F.1. Principales clientes del FPN</i> .....	<i>125</i>
<i>F.2. Estrategia actual de ventas</i> .....	<i>126</i>
<b>G. SITUACION LABORAL</b> .....	<b>128</b>
<i>G.1. Número de empleados por nivel</i> .....	<i>128</i>
<i>G.2. Sueldos y Prestaciones</i> .....	<i>129</i>
<i>G.3. Relaciones Laborales</i> .....	<i>129</i>
<i>G.4. Programas de Capacitación</i> .....	<i>129</i>
<b>CAPITULO V. PROCESO DE LICITACION DE LA LINEA FERROVIARIA PACIFICO-NORTE</b> .....	<b>131</b>
<b>A. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE SOCIOS POTENCIALES</b> .....	<b>131</b>
<i>A.1. Empresa operadora de transportes (EOT)</i> .....	<i>131</i>
<i>A.2. Empresa constructora (EC)</i> .....	<i>133</i>
<i>A.3. Empresa aportadora de capital (EAC)</i> .....	<i>135</i>
<b>B. BASES DE LICITACION</b> .....	<b>137</b>
<i>B.1. Objeto de la Licitación</i> .....	<i>137</i>
<i>B.2. Patrimonio de la Empresa Ferrocarril Pacifico-Norte</i> .....	<i>137</i>
<i>B.3. Requisitos para participar en la licitación</i> .....	<i>138</i>
<i>B.4. Derechos de los participantes</i> .....	<i>139</i>
<i>B.5. Condiciones adicionales</i> .....	<i>139</i>
<i>B.6. Presentación de proposiciones</i> .....	<i>140</i>
<i>B.7. Causas de descalificación</i> .....	<i>140</i>
<b>C. PREPARACION DE LAS PROPUESTAS TECNICA Y ECONOMICA</b> .....	<b>141</b>
<i>C.1. Propuesta técnica</i> .....	<i>141</i>
<i>C.2. Propuesta económica</i> .....	<i>142</i>
<b>D. CRITERIO PARA SELECCIONAR A LA EMPRESA GANADORA</b> .....	<b>143</b>



<b>CAPITULO VI. PLAN DE NEGOCIOS.....</b>	<b>144</b>
A. REHABILITACION DE VIAS.....	144
A.1. <i>Rehabilitación de rutas principales (con más tráfico de carga)</i> .....	145
A.2. <i>Rehabilitación de otros tramos importantes de vía</i> .....	150
A.3. <i>Cambio de riel en el FPN</i> .....	153
A.4. <i>Rehabilitación de vía en zonas conflictivas</i> .....	154
B. MEJORAMIENTO DE EQUIPO.....	155
B.1. <i>Equipo motriz</i> .....	155
B.2. <i>Equipo de arrastre</i> .....	157
C. PROYECCIONES DE CARGA.....	160
D. CAPTACION DE CLIENTES.....	164
D.1. <i>Estrategia de mercado</i> .....	164
D.2. <i>Estrategia comercial</i> .....	165
D.3. <i>Regulaciones del sector del Autotransporte Mexicano</i> .....	165
E. CONSTRUCCION DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA OPERACION DE LA LINEA.....	167
E.1. <i>Construcción de un libramiento en Monterrey</i> .....	167
E.2. <i>Construcción de un ramal ferroviario en el Puerto de Altamira</i> .....	168
E.3. <i>Ampliación y construcción de laderos</i> .....	168
E.4. <i>Refuerzo de puentes y alcantarillas</i> .....	168
E.5. <i>Obras de ampliación de los principales túneles del FPN</i> .....	171
F. MEJORAMIENTO DEL SERVICIO.....	173
F.1. <i>Breve análisis de productividad del FPN</i> .....	173
F.2. <i>Mejoramiento del servicio ferroviario del FPN</i> .....	173
A. ESTATUTOS OPERACIONALES (ESTADOS DE RESULTADOS DE OPERACION).....	175
A.1. <i>Metodología para obtener los estados de resultados</i> .....	175
A.2. <i>Estado de Resultados de Operación del FPN (1992 a 1995)</i> .....	175
B. ANALISIS Y DISCUSION DEL COMPORTAMIENTO HISTORICO FINANCIERO.....	176
B.1. <i>Análisis de 1995 contra 1994</i> .....	176
B.2. <i>Análisis de 1994 contra 1993</i> .....	180
B.3. <i>Análisis de 1993 contra 1992</i> .....	184
C. OBLIGACIONES PRINCIPALES (ARRENDAMIENTOS, DERECHOS DE PASO, ETC.).....	188
C.1. <i>Arrendamiento Financiero</i> .....	188
C.2. <i>Contrato para la prestación de servicios de mantenimiento de locomotoras</i> .....	189
C.3. <i>Obligaciones ambientales</i> .....	189
C.4. <i>Obligaciones fiscales</i> .....	189
C.5. <i>Derechos de paso</i> .....	189
<b>CAPITULO VIII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>192</b>
CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS FERROCARRILES.....	192
LA INGENIERÍA CIVIL EN EL DESARROLLO DE LOS FERROCARRILES.....	193
OPORTUNIDADES, PERSPECTIVAS Y POTENCIAL DEL FPN.....	194
<i>Cobertura del FPN</i> .....	195
<i>Puntos potenciales del FPN</i> .....	195
<i>Beneficios del TLC</i> .....	196
<i>Mercado interno</i> .....	196
<i>La privatización de los ferrocarriles</i> .....	197
<b>ANEXOS.....</b>	<b>198</b>
<b>1. RED FERROVIARIA.....</b>	<b>199</b>
2. LINEAS TRONCALES DEL FPN.....	200
3. MAPA DE VELOCIDADES PROPUESTAS PARA EL FPN.....	201
4. RAMPAS INTERMODALES DEL FPN.....	202
5. AMPLIACION DE LADEROS DEL FPN.....	203
6. PARTES QUE CONFORMAN A LA LOCOMOTORA.....	204
TABLAS.....	205

<b>BIBLIOGRAFIA.</b> .....	<b>213</b>
<b>LIBROS.</b> .....	<b>213</b>
<i>Libros editados por Ferrocarriles Nacionales de México</i> .....	<i>213</i>
<i>Libros editados por la S.C.T.</i> .....	<i>214</i>
<i>Libros especializados.</i> .....	<i>214</i>
<b>REVISTAS</b> .....	<b>214</b>
<i>Revistas del Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C.</i> .....	<i>214</i>
<i>Otras revistas.</i> .....	<i>215</i>
<b>TESIS</b> .....	<b>215</b>
<b>OTRAS FUENTES</b> .....	<b>215</b>

# CAPITULO I. INTRODUCCION.



Desde la inauguración del primer tramo ferroviario en México (entre la Cd. de México y el Puerto de Veracruz) en el año de 1873, los ferrocarriles mexicanos han jugado un papel fundamental en la integración territorial y económica de nuestro país. El ferrocarril mexicano vivió su auge en la época del Presidente Porfirio Díaz y para 1910 se disponían de más de 19,000 Km de vía construídos y distribuidos en gran parte del territorio. Posteriormente durante la Revolución Mexicana, las vías del ferrocarril fueron objeto de destrucción, pues los ejércitos confrontados veían una forma de desplazarse rápidamente, de detener al enemigo o de encontrar refugio en las instalaciones ferroviarias. Al final de la Revolución fue necesario reconstruir las vías y pagar grandes deudas de la Empresa Ferrocarriles Nacionales contraídas durante el Porfiriato, las cuales pesaron por largo tiempo en las administraciones subsecuentes de los ferrocarriles nacionales.

La red mexicana de ferrocarriles es fundamentalmente una red longitudinal en el sentido geográfico, pues el desarrollo de éste obedece a satisfacer a las industrias mineras y de otros recursos naturales que transportaban sus productos hacia la frontera norte. En forma secundaria y no despreciable, posee algunos enlaces entre el Altiplano y los puertos de Veracruz, Coatzacoalcos, Salina Cruz, Manzanillo y Lázaro Cárdenas. Otra tendencia del ferrocarril es el centralismo, pues basta ver un mapa para darse cuenta que todas las líneas parten de la Ciudad de México para formar un tipo de red.

Por otro lado, la construcción de caminos pavimentados en la década de los veinte, tuvo un gran auge en México. El dinamismo y rapidez de propagación del autotransporte pronto ganó prioridad sobre los ferrocarriles. Donde el nuevo medio se manifestó mucho más activo que el ferrocarril fue en su capacidad de contribuir al desarrollo regional, local y puntual de las naciones; a este respecto las posibilidades del vehículo automotor, aún operando en caminos muy rudimentarios, se revelaron decisivas; el papel de ferrocarril se conformó como un “desarrollador regional”, confinando su papel al de comunicador de grandes centros industriales con sus centros de abasto. El autotransporte pronto tuvo más demanda que el ferrocarril, el cual a partir de ese momento tuvo un desarrollo lento.

Junto con estos hechos, el servicio de carga ferroviario enfrentaba en ese entonces múltiples problemas entre los cuales se enumeran los siguientes: se tenían diferentes escantillones entre las distintas rutas ferroviarias (dependiendo la compañía que manejara la línea se tenía un escantillón ancho o angosto); y se cobraban tarifas por debajo de los costos de operación del ferrocarril y para compensar éste déficit se proporcionaban subsidios excesivos que no aumentaban la productividad del ferrocarril.

En cuanto al servicio de pasajeros a través del ferrocarril disminuyó sostenidamente tanto en la calidad, como en el número de pasajeros transportados. Entre 1970 y 1991 el transporte de pasajeros disminuyó un 60%. A pesar de esto, se siguieron proporcionando subsidios a un servicio de pasajeros que reportaba ingresos muy bajos y costos muy elevados.

Además se puede agregar la falta de renovación de tecnología e infraestructura que acumulaban un enorme rezago (en 45 años solo se aumentó poco más de 3,600 Km de cobertura de la vía en todo el país), además se tenía una enorme planta de trabajadores con muy baja productividad (para 1995 se tenía 46,283 trabajadores activos y 50,764 jubilados, y se tenían 2.5 veces más trabajadores por kilómetro que los ferrocarriles norteamericanos, y éstos últimos mueven casi veinte veces más carga por empleado que nosotros).

Para la década de los noventa, FNM estaba en una situación crítica, inmerso en un círculo vicioso en el que la disminución de la demanda real provoca pérdida de ingresos, y esto deteriora a su vez la capacidad de transporte y la calidad de servicio, lo que a su vez repercute en la pérdida de tráfico. Sin embargo existen pruebas de la importancia de los ferrocarriles en México, FNM mueve todavía gran parte de la carga del mercado interno de nuestro país, pues para 1995 se movilizaron 52,480,000 toneladas (37,613 millones de ton-km), y este es el resultado de un ligero repunte en la participación en el mercado durante los últimos años. En México el ferrocarril participa con el 20% del tráfico de carga transportado por vía terrestre.

Además la red ferroviaria cubre gran parte del territorio nacional, conectando a los principales centros económicos del país y con múltiples accesos a los ferrocarriles estadounidenses así como a los principales puertos del país. En base a esto podemos afirmar que el ferrocarril sigue siendo un medio de transporte básico para el desarrollo de las actividades económicas, y que se puede constituir como la base del transporte masivo terrestre.

Particularmente el Ferrocarril Pacífico-Norte (FPN) es el principal operador de servicio ferroviario de carga en el noroeste, norte y gran parte del centro del país y cubre la red de transporte de mayor cobertura geográfica del sistema ferroviario mexicano. Este ferrocarril tiene una longitud total de 6,521 Km (4,052 millas) de vía, e incluye uno de los corredores más importantes del sistema ferroviario nacional. El FPN atiende a los grandes centros demográficos y económicos del país: Guadalajara, la Ciudad de México, Monterrey, Irapuato, Torreón, Chihuahua y Ciudad Frontera; y tiene acceso a los puertos de Altamira en el Golfo de México y Manzanillo en el Océano Pacífico. Este ferrocarril movilizó 23,783 miles de toneladas en 1995, es decir, el 45.3% del total de carga movido por FNM.

Gracias a la globalización de la economía, los ferrocarriles están recuperando su importancia, principalmente porque se potencializan sus ventajas comparativas para el manejo de carga a través de grandes extensiones.

Dentro del TLC (Tratado de Libre Comercio) es necesario satisfacer la demanda de trasladar bienes a través de 21,750 millones de kilómetros cuadrados, área que conforman México, E.U. y Canadá. Debido al TLC y la capacidad instalada de la infraestructura ferroviaria, las ventajas comparativas de los ferrocarriles pueden ser aprovechadas exitosamente. Debido a la alta concentración de industrias y centros de consumo en el país y a la estructura de costos del ferrocarril, la capacidad de los ferrocarriles para movilizar volúmenes importantes y densidades altas de productos en distancias largas con un mínimo de personal operativo ofrece una fuerte ventaja sobre el autotransporte. Asimismo, por sus economías de escala, los ferrocarriles representan la alternativa de transporte de carga de más bajo costo en este nicho de mercado.

Por otro lado, el FPN reorganizó sus funciones principales, tomando varias medidas orientadas al mejoramiento e integración de las operaciones del ferrocarril dentro de su región. Existen además oportunidades substanciales para mejorar la calidad y eficiencia del sistema ferroviario. Algunas de las áreas más significativas de mejora incluyen: una mayor productividad del combustible, productividad laboral, mejor utilización de locomotoras y otros activos y menor uso de materiales y suministros y sus respectivos gastos, a través de mecanismos de control de inventarios, entre otros.

Las necesidades del ferrocarril mexicano parecen estar en todos los aspectos relativos a su modernización. La infraestructura, operación y administración si requieren importantes acciones para lograr que el ferrocarril sea competitivo con los demás medios de transporte. La infraestructura requiere acciones en la vía, principalmente en aspectos de riel, durmiente, conexiones y señalización. Por otra parte, y recordando los diferentes criterios con que las vías fueron construidas, por lo que respecta a las terracerías y uso de materiales, existen deficiencias fundamentales que han de ser corregidas de raíz y a las que no basta un cambio en superestructura de vía.

La operación necesita mejorar la circulación de los trenes, establecer más trenes unitarios, correr trenes de carga con itinerario fijo, aprovechar cumplidamente las obras de señalización que se emprendan y mejorar la operación de los patios, dotando a algunos de ellos de instalaciones para manejo de carga contenerizada. También será fundamental lo que se logre en mantenimiento del equipo tractivo y de arrastre.

En la administración, los ferrocarriles se beneficiarán en todos los aspectos que incorporen mejoras a nivel gerencial, capacitación de personal, tecnificación del personal de decisión, dignificación de imagen y ambiente de trabajo y descentralización administrativa. También será benéfico la descentralización de decisiones, pues el centralismo administrativo que ha prevalecido en FNM es el culpable de lentitud en la toma de decisiones, así como de no siempre acordar una acción totalmente efectiva.

Para mejorar la situación actual de los ferrocarriles, el gobierno está haciendo esfuerzos para mejorar las condiciones de infraestructura de las autopistas federales y para lograrlo se establecieron límites más estrictos de pesos y medidas para el sector autotransporte. Los nuevos límites aumentan los costos del sector camionero por tonelada transportada y constituyen un incentivo para que las empresas de autotransporte centren sus esfuerzos en productos no voluminosos y de valor más alto en distancias cortas, lo cual permitirá al ferrocarril obtener una mejor posición competitiva. Pero la estrategia directa que el gobierno de México está implementando para reestructurar el sistema ferroviario mexicano, es la regionalización y privatización de los ferrocarriles, es decir, dividir la gran empresa denominada FNM en otras más pequeñas, más flexibles y eficientes, para posteriormente ser operadas por empresas privadas capaces de hacerlo eficientemente y de realizar importantes inversiones en ellas.

El objetivo que pretende cumplir esta estrategia se centra en lograr un sector ferroviario eficiente, rentable y competitivo, con autosuficiencia financiera, de forma que se asegure su desarrollo autónomo y sostenido a largo plazo, así como para garantizar el cumplimiento de sus funciones estratégicas de apoyo al desarrollo económico del país y de apertura comercial hacia el exterior.

Entre las premisas de las nuevas empresas se debe fijar la meta de no sólo conservar el servicio que se da a los clientes actuales del ferrocarril, sino también el de desarrollar estrategias comerciales que permitan una mayor captación de la carga que transporta de sus actuales clientes así como el de recuperar los mercados desviados hacia el autotransporte.

Para lograr la privatización, se partió de la reforma al marco jurídico prevaleciente en el país, para permitir la entrada de capital privado, que llevará a los ferrocarriles a ser empresas eficientes y rentables.

Como se dice en los capítulos siguientes de esta tesis, se espera que esta estrategia de reestructuración sea la clave para hacer resurgir el ferrocarril en nuestro país. El ferrocarril mexicano tiene sus esperanzas de éxito en el tráfico de carga, porque esta modalidad de transporte es la que actualmente opera con mejores resultados, sin embargo, el transporte de pasajeros es potencialmente factible para volver a tener una participación importante en este mercado.

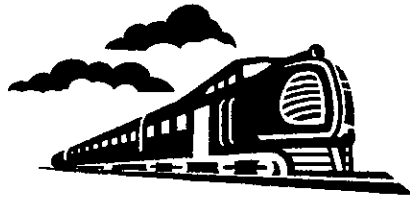
Este trabajo de tesis se enfoca a analizar el proceso de reestructuración de los ferrocarriles mexicanos y para lograr mejores resultados, se ha enfocado el estudio hacia el proceso de privatización de la Línea Ferroviaria Pacífico-Norte. En los capítulos subsecuentes, se abordarán una diversidad de temas relacionados con el ferrocarril, que ubican a éste dentro del contexto económico y social de México y que explican los principales motivos por los cuales el sistema ferroviario se encuentra en la situación actual.

En cuanto a la privatización de la Línea Ferroviaria Pacífico-Norte, se analizan los elementos básicos que la conforman (infraestructura, instalaciones, equipo y estructura administrativa), así como otros que también intervienen en la operación de la empresa (situación laboral, clientes, etc.) y se diagnostica el estado del arte. Además se realiza un plan de negocios para rehabilitar a la línea en sus principales aspectos (infraestructura, equipo, carga y clientes).

Para complementar el estudio de ferrocarriles, se anexa un capítulo donde se estudian las principales materias de la Ingeniería Civil que han hecho aportaciones al desarrollo de los ferrocarriles, así como el análisis de los últimos avances tecnológicos más importantes relacionados con la carrera y que son aplicables al campo de los ferrocarriles.

## CAPITULO II. ANTECEDENTES.

### A. HISTORIA Y DESARROLLO DE LOS FERROCARRILES EN MEXICO.



#### A.1. Breve historia del ferrocarril.

##### A.1.1. Definición de Ferrocarril.

Un ferrocarril es una forma de transporte terrestre en donde carros que llevan bienes o pasajeros, con ruedas a los flancos se mueven sobre dos vías paralelas de acero. La pista consiste de éstas vías paralelas apoyadas en durmientes y colocados sobre una cama de rocas trituradas. Los carros son por lo general jalados o empujados por una locomotora aunque pueden ser autopropulsables.

El ancho de la vía (distancia entre las caras internas de los rieles) varía de un país a otro. Sin embargo el ancho que predomina es el llamado ancho estándar que equivale a 1.435 m.

El principio básico del ferrocarril -ruedas de acero en los costados rodando sobre vías del mismo material - es lo que le da a este transporte la capacidad única de transportar grandes volúmenes (o pesos). Esto se debe a que los bordes en el interior de las ruedas guían al ferrocarril, obligando a éste a seguir las vías, generando una baja fricción entre las ruedas y la vía; con éstas características es posible que una locomotora de caballaje relativamente modesto, pueda jalar un largo convoy de carros cargando un volumen importante de bienes o personas. Esta básicamente, es la razón de la economía del transporte por ferrocarril.

##### A.1.2. Orígenes del Ferrocarril.

El ferrocarril como es conocido hoy, es originario de Inglaterra y se dice que nació en el primer cuarto del siglo 19. Antes era común en este país y en otros de Europa el uso de vías para vagones que eran utilizadas en las minas. Es de esta costumbre que se deriva la invención del ferrocarril. Ahora, el desarrollo de la tracción mecánica para sustituir el tiro de hombres o animales, puede considerarse la fecha de nacimiento del ferrocarril moderno. A partir de ese momento, el ferrocarril se expandió en toda Inglaterra y de ahí para otras naciones del mundo. La primera locomotora exitosa (anteriormente se habían realizado algunos intentos que fallaron por diversas razones) de la que se tiene noticia, data del año de 1812. Fue construida por el inventor inglés John Blenkinsop. Su máquina corría sobre rieles de hierro. Sin embargo, la era del ferrocarril empezó realmente con la inauguración el 15 de Septiembre de 1830 del Ferrocarril de Liverpool y Manchester. Este ferrocarril incorporaba todos los aspectos de los ferrocarriles modernos.

## A.2. Historia del ferrocarril en México.

### A.2.1. Los primeros ferrocarriles en México.

Las transformaciones provocadas por el ferrocarril en Europa y Estados Unidos fueron conocidas en México por los liberales de ese entonces, y a partir de la Independencia se les formó conciencia de una verdadera integración tanto económica como política del país, y que dicha integración dependía de una red ferroviaria que unificara regiones y provincias alejadas. Desde los inicios de la primera República Federal, surgieron proyectos para iniciar la construcción de vías férreas. Los regímenes sucesivos (federalistas o centralistas) también manifestaron la urgencia por iniciar la construcción de las vías. Se dieron 4 concesiones bajo condiciones que eran muy favorables al Estado y poco atractivas para el inversionista.

En 1853 el régimen santanista expidió nuevos decretos que concedían privilegios a particulares. Este período se caracterizó por el incumplimiento de las empresas que estaban sujetas a las rígidas condiciones impuestas por el estado mexicano. Estas experiencias hicieron que en adelante los gobiernos cambiaran la política en materia de concesiones y comenzaran a ofrecer subsidios para poder construir las líneas más importantes.

La línea México-Veracruz fue la primera que trató de construirse bajo este régimen gracias a Antonio Escandón. La línea no pudo completarse porque el gobierno no pudo cumplir con el pago del subsidio por la guerra de Reforma. Sin embargo el gobierno Juarista negoció un nuevo convenio que tampoco pudo ponerse en práctica por las guerras de Intervención y del Imperio. Sin embargo la ocupación parcial del estado de Veracruz por tropas francesas y la necesidad de estas para transportarse a Puebla, dió lugar a un entendimiento entre los invasores y Escandón. Así se completó el camino hasta Paso el Macho.

En el Imperio de Maximiliano la concesión pasó a manos de una compañía inglesa (con un importante subsidio por parte del estado) y así se pudo inaugurar el tramo de 139 Km México-Apizaco. Después del Imperio, el gobierno Juarista otorgó a la compañía inglesa muchas más ventajas que antes (por ejemplo, la línea sería propiedad perpetua de la compañía), lo cual suscitó una fuerte polémica en el Congreso y en la prensa de aquel entonces. Afirmaban los Juaristas que era necesario que la línea entrara en funcionamiento para sacar al país del estancamiento en el que estaba. Dicha línea fue inaugurada en 1873 bajo el gobierno de Sebastián Lerdo de Tejada. En una primera instancia, el Ferrocarril Mexicano no pudo satisfacer la gran demanda que tuvo este servicio ya que la infraestructura era insuficiente. La promesa de la línea de ferrocarril hizo que los comerciantes almacenaran grandes volúmenes de mercancías de importación que esperaban ser llevadas a la capital. Este congestionamiento no significaba que estuviera ocurriendo una transformación industrial o agrícola en Veracruz, México y Puebla.

El ferrocarril solo produjo cambios importantes en la industria del pulque. Sin embargo se incrementaron las importaciones. El interés por el ferrocarril es manifiesto en la infinidad de proyectos privados presentados al gobierno de la República Restaurada. Estos planes obtuvieron muchas veces concesiones que por diferentes razones quedaron sin realizar. Por lo demás, las fuentes de capital para financiar las obras de ferrocarril provenían principalmente de Europa, Estados Unidos y del propio país y ninguna de ellas era totalmente confiable. En los 10 años de la República Restaurada se otorgaron 33 concesiones: doce para mexicanos, dieciséis para estadounidenses y cinco para extranjeros de otra nacionalidad. La experiencia enseñó al gobierno a ser menos espléndido en materia de subsidios.

### A.2.2. La época del Porfiriato.

Porfirio Díaz puso en operación un programa de reconstrucción de las líneas que habían sido dañadas por la revolución de Tuxtepec (misma que lo llevó al poder), así mismo obligó a las empresas a cumplir con los términos de los compromisos adquiridos en el pasado. Este gobierno puso en práctica una nueva estrategia, decidió que la construcción de una línea corta entre Tehuacán y La Esperanza corriera por cuenta del Estado, además, entre 1876 y 1880, otorgó 28 concesiones a los gobiernos estatales, de las cuales solo se construyeron 226 Km de líneas de vía angosta en las cuales circulaban carros tirados por tracción animal. Además de estas medidas, se otorgaron concesiones a compañías extranjeras. Dichas concesiones gozaban de un subsidio gubernamental y estarían en vigencia por 99 años, momento a partir del cual las líneas pasarían a ser propiedad de la nación. Durante la década de 1880, Estados Unidos terminó varias líneas hasta la frontera mexicana, a pesar de los reclamos del Congreso y la prensa. Este hecho aceleró la construcción de vías férreas entre México y la frontera norte. Estas medidas dieron como resultado la construcción de 433.2 Km



Los proyectos anteriores fueron realizados sin que existiera una política adecuada que guiara el trazado de rutas ni un criterio que normara el ancho de las vías. Esto dió por resultado un sistema ferroviario heterogéneo. Díaz impulsó el crecimiento ferroviario mediante la reducción del gasto público, el aumento de los impuestos y la negociación de la deuda pública que impedía el acceso al capital europeo. La conjunción de todos estos factores explica que para 1890, Díaz hubiera logrado terminar las troncales más importantes del país. Esto es, tres líneas que unían a la ciudad de México con tres puntos estratégicos de la frontera Norte: Nuevo Laredo, Paso del Norte y Piedras Negras.

El segundo período de Díaz (el cual se considera que empezó después del gobierno de Manuel González) tuvo logros importantes. El sistema del Ferrocarril Interoceánico se completó en 1891. Los ferrocarriles yucatecos habían sido construidos por capitalistas locales interesados en exportar el producto de las prósperas haciendas henequeneras. En 1910, se contaba con 18 724 Km de vías férreas bajo jurisdicción federal, por las cuales circulaban ya regularmente máquinas de vapor. El problema era que los escantillones seguían siendo diferentes de una línea a otra lo cual obstaculizaba el tráfico ferroviario y propiciaba la competencia entre las diversas compañías, en detrimento del comercio y la industria. Esta heterogeneidad puede deberse al caos que existía en materia de concesiones durante el período de Díaz. Con la creación de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas en 1891, comenzó a ejercerse algún control sobre las concesiones.

### **A.2.3. El nacimiento de Ferrocarriles Nacionales de México.**

El 29 de febrero de 1908 se firmó un convenio definitivo entre el gobierno federal y las firmas extranjeras representantes de accionistas y acreedores de las líneas fusionadas. El convenio hacía hincapié en la "transferencia de todas las propiedades pertenecientes a las compañías actuales organizadas en el extranjero a favor de una compañía nacional constituida en la República y administrada por una junta directiva domiciliada en la ciudad de México". Fue este el origen de Ferrocarriles Nacionales de México cuyo principal accionista era el Estado. Las condiciones en las cuales se realizó la transacción favorecieron al gobierno mexicano. Con un desembolso muy bajo, el Estado fue capaz de controlar las principales líneas del país, esto aunado al hecho de que tenía la posibilidad de definir una política de construcción y de explotación ferroviaria. Sin embargo, la deuda contraída al garantizar el pago de los títulos emitidos por la empresa nacional, pesaría largamente sobre las finanzas públicas. Por si fuera poco, el estallido revolucionario echaría por la borda la esperanza de que las utilidades brutas de F.N.M. sirvieran para cubrir esta deuda.

A esta etapa, siguió un proceso de "mexicanización" de los ferrocarriles. La situación era que los principales puestos administrativos en ferrocarriles eran ocupados por extranjeros (principalmente estadounidenses), así como otros muchos cargos. En un proceso de 5 años en los que ocurrieron una huelga de despachadores estadounidenses, abandono de puestos y el desembarco de tropas americanas en Veracruz dejaron la vía libre para los trabajadores mexicanos. Por otro lado, las regiones que fueron atravesadas por la red ferroviaria pasaron de ser una economía de autoconsumo a una economía mercantil, es decir, los mercados locales se vincularon con la economía nacional. Los ricos hacendados, mineros y comerciantes del norte y centro del país vieron recompensada su adhesión al régimen porfirista con la creación de las líneas ferroviarias que favorecieron sus empresas. Por el otro lado de la moneda, el sureste y costa central del Pacífico, zonas rurales, se atrasaron y quedaron desvinculadas del proceso de modernización. Estos factores, además de la falta de libertades sociales y políticas, provocaron el estallido de la Revolución Mexicana.

### **A.2.4. La Revolución Mexicana.**

El 26 de mayo de 1911, Porfirio Díaz se vió obligado a abandonar la ciudad de México rumbo a Veracruz a bordo del Interoceánico (ferrocarril que unía las ciudades de México y Veracruz). En aquel entonces el país contaba con 19 280 Km de vías férreas. Durante la Revolución, el dominio de las vías y de las instalaciones fue parte de las estrategias militares, ya que con la posesión de ellas era posible emprender ofensivas o retiradas, y su destrucción significaba frenar el avance del enemigo. Debido a estas razones, los daños se hicieron presentes en el sistema ferroviario, los cuales llegaron a ser graves y cuantiosos a partir de la etapa constitucionalista. El uso militar del ferrocarril se generalizó. Los ferrocarriles sirvieron como medio de transporte de los ejércitos, para tomar ciudades, para improvisar instalaciones militares y para dislocar vías y durmientes con la finalidad de impedir la circulación del ejército enemigo por ferrocarril. La destrucción de las instalaciones obligó a los mismos ejércitos a repararlas provisionalmente para poder seguir usándolas. Estos ciclos de destrucción y reparación originaron grandes pérdidas en el equipo y las instalaciones ferroviarias.

Carranza suprimió la jurisdicción militar de los ferrocarriles en 1915, con ello se pretendía regularizar el servicio de carga y de pasajeros. La obra de reconstrucción no comenzó sino hasta 1917. Para este año, más del 40 % de las locomotoras y de los carros que existían en 1911 estaban fuera de servicio o se encontraban en manos de los revolucionarios. También, la mayor parte de los puentes, estaciones, rieles y durmientes instalados durante el Porfiriato eran inservibles porque habían sido dañados. En lo que concierne a materia laboral, en 1917 se dió reconocimiento oficial a la Orden de Maquinistas y Fogoneros de Locomotoras, cuyo objetivo era implantar una reglamentación laboral.

### A.2.5. Período posterior a la Revolución.

Una vez terminada la lucha armada, el Estado fue el principal interesado en continuar impulsando la reconstrucción ferroviaria. Además de reparar las vías, las instalaciones y el equipo, el esfuerzo del presidente Obregón estuvo dirigido a saldar la deuda ferrocarrilera contraída desde la época de Limantour (Secretario de Hacienda durante el gobierno de Porfirio Díaz). Cuando Plutarco Elías Calles subió al poder en 1924, no tardó en establecer cambios sustanciales en el acuerdo con el Comité Internacional de Banqueros encabezadas por Alberto J. Pani. La enmienda introdujo tres reformas importantes: la deuda ferrocarrilera quedaba separada de la deuda pública federal (F.N.M. se comprometía a pagarla), se creaba una comisión para deliberar acerca de los ajustes de sueldos, gastos y tarifas que eran necesarios para que la empresa pudiera cumplir con sus compromisos y por último, los bienes de F.N.M. ocupados por el gobierno desde la incautación carrancista, serían devueltos a la compañía privada, siempre y cuando el Estado conservara el 51 % de las acciones emitidas por la empresa.

Pero la compañía siguió operando con números rojos y solo alcanzó a pagar el 28 % del total de la deuda que le correspondía. Esto se debió a tres razones principalmente: la estructura de los costos de operación de la empresa, cuyo margen de utilidad había pasado de un 39 % (1911) a un 6 % (1927), el exceso de personal y los incrementos salariales y finalmente, el hecho de que algunas líneas operaban con un déficit que pesaba sobre las finanzas de la empresa. No fue hasta 1932 que el personal de la Compañía se redujo en un 22.8 %, ante las protestas de los trabajadores que argumentaban que la crisis por la que atravesaba la empresa se debía a la mala administración y no a un exceso de personal.

### A.2.6. Los ferrocarriles en las décadas de los 30's, 40's y 50's.

En 1933 se formó el Sindicato de Trabajadores Ferrocarrileros de la República Mexicana con 47 mil miembros, que unificarían al gremio ferrocarrilero. Como sindicato mayoritario, se insistió en firmar el contrato colectivo con la empresa, lo que ocasionó disturbios sangrientos. La crisis permanente de los ferrocarriles estuvo vinculada a la importancia que adquirió el transporte por carretera entre 1928 y 1934. Esto se unió a las dificultades que representaba el pago de la deuda acumulada desde Limantour, los gastos por reconstruir la red ferroviaria (dañada por la Revolución de 1910, la rebelión de Huerta, el conflicto cristero y la rebelión escobarista), así como los problemas laborales que se multiplicaron a partir de los primeros regímenes revolucionarios. De esta forma, resultó más atractivo invertir en una red de caminos, que en una deteriorada red ferroviaria.

A pesar de estos factores, al comenzar los años 30's, el ferrocarril seguía siendo la espina dorsal del sistema de transporte en México y contaba con una extensión de 23,345 Km de vías. El presidente Cárdenas estaba consciente de la necesidad de mantener y extender la red ferroviaria a fin de completar la integración geográfica del país. Cárdenas fundó la compañía constructora Líneas Férreas de México, S.A.. Cárdenas consideró que la única manera de salvar a F.N.M. era que el estado participara directamente en su administración. De esta forma, los bienes de Ferrocarriles Nacionales fueron expropiados por causa de utilidad pública el 23 de junio de 1937 (primera vez que el Estado intervenía directamente en la gestión del sistema ferroviario).

Así fue que la Administración Obrera de F.N.M. nació como una corporación pública descentralizada del gobierno federal y el Sindicato de Trabajadores Ferrocarrileros tenía el derecho de nombrar y destituir a los miembros del Consejo de Administración de la empresa. Esta administración tuvo que lidiar con problemas tan serios como la deuda, la obsolescencia del equipo, la corrupción interna, y la obligación de operar el sistema con un coeficiente de explotación del 85 %. Estos factores repercutieron en la seguridad ferroviaria, ya que durante el desempeño de la Administración ocurrieron varios accidentes.

El presidente Manuel Avila Camacho suprimió la Administración Obrera y creó en su lugar la Administración de F.N.M. con carácter de corporación pública descentralizada, formalmente independiente del gobierno. Se tuvo que enfrentar la urgencia de adquirir locomotoras y vagones sin contar con el presupuesto necesario. No fue sino hasta 1944 que se introdujo una modificación a la administración de los ferrocarriles, mediante la cual la empresa estaría dirigida por un gerente general nombrado directamente por el presidente. Una de las primeras medidas adoptadas para mejorar el estado de la empresa, fue un aumento de tarifas (muchas de las cuales estaban vigentes desde 1925). Se efectuó el cambio del vapor al diesel, que (el diesel ya era utilizado en Estados Unidos y Europa), el ensanchamiento de las vías y reparación de tramos.

Hacia 1945, todavía no había un programa de explotación racional de los ferrocarriles que tenían participación estatal, esto era en parte culpa de la falta de coherencia entre el trazado de las líneas y las necesidades económicas del país. El trazo de las líneas estaba mas bien diseñado para favorecer las exportaciones hacia Estados Unidos. Después de la 2a Guerra Mundial, disminuyó el movimiento de fletes, pasajeros y de empresas, lo cual explica que, al iniciarse la administración alemanista, la deuda de F.N.M. ascendiera a 263 millones de pesos. Existían problemas también de los incrementos salariales y los aumentos en los precios de los materiales de importación necesarios para conservar y reparar la red ferroviaria. En 1947 fue necesario pedir dos nuevos préstamos de 20 millones de dólares que permitieron iniciar un Plan de Adiciones y Mejoras (conocido también como "Plan Alemán"). Dicho plan planteaba la resolución de los problemas mas urgentes dentro de la empresa.

En 1948 el presidente Miguel Alemán nombró un comisión especial para analizar la economía de la empresa, y del alarmante diagnóstico emitido por dicha comisión se derivó un Acuerdo presidencial que autorizaba a la Administración a modificar las condiciones de trabajo dentro del sistema, fundamentalmente en lo referente al reajuste del personal y al aumento de los salarios. El resultado de la política impuesta en éste año fue el despido de 12 mil ferrocarrileros, la supresión de la doble paga a las horas extras de los trenistas, la desaparición de varios departamentos, etc.

#### **A.2.7. Los ferrocarriles en las décadas de los 60's y 70's.**

En diciembre de 1958 los ferrocarrileros hicieron una serie de propuestas para elevar el nivel de operación de la empresa al presidente López Mateos. Entre ellas destacan: revisión de tarifas, el ajuste de los subsidios y la reestructuración de las cuotas arancelarias así como la supresión de 868 plazas de confianza. La empresa declaró no estar en posibilidad de satisfacer estas demandas. La huelga general estalló el 28 de marzo de 1959 en los Ferrocarriles Nacionales, el Ferrocarril del Pacífico, el Ferrocarril Mexicano y el Ferrocarril Terminal de Veracruz. Hacia 1964, México contaba con 23,619 Km de vías férreas administradas por diez empresas diferentes. A partir de la década de los sesenta fue alcanzándose la completa nacionalización del sistema ferroviario. A pesar de los esfuerzos realizados al nacionalizar, rehabilitar y modernizar el sistema ferroviario, en las décadas de los 60's y 70's, viejos problemas seguían impidiendo el desarrollo de este transporte. El sistema ferroviario fue muy descuidado, de tal forma, que al comenzar la década de los 80's su estado llegó a un punto que llevó al gobierno del presidente De la Madrid a tomar determinación de transformarlos.

Durante la década de los setenta, el tráfico de mercancías por ferrocarril, expresado en toneladas-kilómetro, creció a una tasa promedio superior a 6 % anual. Al no avanzar la organización, los sistemas operativos y los procedimientos administrativos y faltar inversiones importantes en el mejoramiento y la ampliación de la infraestructura, el equipo tractivo y de arrastre comenzó a mostrar síntomas de rendimientos decrecientes en su utilización, y la saturación de instalaciones se empezó a observar en forma cada vez mas frecuente e inquietante.

### A.2.8. Ferrocarriles Nacionales de México en la década de los ochentas.

Como legado para esta década se tenía un círculo vicioso del deterioro del sistema ferroviario debido a la falta de inversiones, acentuadas por la prioridad que necesariamente se dió a la evolución del movimiento de la carga. Se podría decir que el servicio de transporte de pasajeros era de carácter social. Era ya necesario evaluar el funcionamiento de Ferrocarriles Nacionales para que se tuviera un crecimiento como empresa y como servicio público. Para finales de esta década se contaba con 26 280 Km de longitud de vías férreas distribuidas de la siguiente forma:

TIPO DE VIA	LONGITUD (Km)
Principal	20 306
Secundaria	4 503
Particular	1 471

TABLA II.A-1 CONFORMACION DE LAS VIAS A PRINCIPIOS DE LA DECADA DE LOS 80.  
FUENTE:

El crecimiento de la red fue muy escaso en esta época: apenas se tuvo un 3.8 % de 1970 a 1985, lapso durante el cual se duplicó el Producto Interno Bruto (PIB), se agregaron solamente 115 Km a la red existente. Miguel de la Madrid Hurtado ordenó la ejecución de un Programa de Modernización del Sistema Ferroviario Nacional que inició en 1983. Este programa tenía por objetivo el de incrementar la participación del ferrocarril en el mercado nacional de transporte.

Se le daba especial interés a los movimientos que implicaban grandes volúmenes, ya que el ferrocarril es óptimo para este tipo de transporte. Se daba importancia también a recuperar el tráfico de productos que se habían desviado al autotransporte y plantea una reestructuración a fondo del Sistema Ferroviario Nacional. También señala que se busca la autosuficiencia financiera; para lograrlo es necesario un aumento en la productividad y actualizar las tarifas de modo que sean consistentes con los gastos de operación

Existía otro problema, la fuerza tractiva se encontraba otra vez en mal estado por falta de mantenimiento debido al rezago histórico de éste. Esto acusa una falta de visión a largo plazo; como el mantenimiento fallaba, no había suficientes máquinas en buen estado, como faltaba fuerza tractiva se volvían a comprar locomotoras y así se formaba un círculo vicioso que no tenía fin, ya que con las compras se ahondaban los problemas, pues cada vez había mas equipo que mantener. Así fue que se llegó a un elevado número de unidades internadas en los talleres, además se tenían fuertes requerimientos de materiales y de mano de obra calificada. Esta década se distinguió también por una baja en la actividad económica, la cual afectó a los distintos sistemas de transporte además del ferrocarril en donde se produjo una reducción en el volumen de los servicios de transporte de carga, pero no así en la demanda de transporte de pasajeros, que por falta de coches adecuados, no fue posible atender. Se puede decir que esta década destacó por la implantación de tecnologías de vanguardia.

Desde el punto de vista financiero, la relación entre gastos e ingresos de operación y de explotación mejoró en los años de 1986, 1987 y 1988. Esto se debió a que hubo un aumento y reestructuración de las tarifas, al incremento de la eficiencia operativa, a la disciplina en el gasto y a la asunción parcial de la deuda convenida con el gobierno. Se cuidó que los aumentos no afectaran de manera importante los precios de los bienes terminados. Se mantuvieron cuotas preferenciales para el movimiento de productos básicos y de exportación.

En 1987 se eliminaron totalmente los subsidios en la operación de Ferrocarriles Nacionales, también los recursos financieros que el gobierno federal aporta se destinaron exclusivamente a pagar la amortización de la deuda, a los intereses y al financiamiento de las inversiones de la infraestructura ferroviaria. El acuerdo del presidente Miguel de la Madrid, del 7 de noviembre de 1986, cancelaba las concesiones de explotación a los ferrocarriles de Chihuahua al Pacífico, S.A. de C.V., Sonora-Baja California, S.A. de C.V. y del Pacífico, S.A. de C.V. y ordena la fusión de estas líneas, así como de la empresa Servicios de Coches Dormitorio y Conexos S.A. de C.V. en la empresa pública Ferrocarriles Nacionales de México. El gobierno federal asume la deuda de las líneas consolidadas. De este modo quedaron totalmente nacionalizados los ferrocarriles.

### **A.2.9. Desarrollo de ferrocarriles en la década de los noventa.**

Para esta época se preparó un programa de desarrollo de ferrocarriles, "Plan de largo plazo y programa de los Ferrocarriles Nacionales de México 1989-1994" el cual enumera como objetivo principal el siguiente:

"Incrementar la participación del ferrocarril en la satisfacción de la demanda nacional de transporte de mercancías y personas, tanto a nivel interurbano como suburbano, operando en forma integrada, eficiente y coordinada con otros modos de transporte, hasta alcanzar la proporción ideal en la que cada uno de ellos absorba la parte de la misma para la que es más apto técnica y económicamente".

Con esta nueva tendencia se pretende rehabilitar vías, y lograr que aumente la longitud de la red mediante la construcción de tramos que permitan completarla e integrarla en cuanto a equipo rodante. Para este período, a diferencia de los anteriores, se prefiere la reconstrucción o rehabilitación de equipo disponible, y no se acude a la compra más que en los casos inevitables.

También se sostiene un nuevo criterio en cuanto a construcción de infraestructura ferroviaria:

"En opinión de los Ferrocarriles Nacionales de México, el organismo que opera y mantiene la infraestructura ferroviaria, debe ser el responsable del diseño técnico y de la construcción de todas las obras de infraestructura (nuevos enlaces, dobles vías, relocalizaciones, reconstrucciones, patios nuevos y ampliación de terminales), dando a los recursos financieros disponibles el máximo aprovechamiento posible, con prioridad a la terminación de las obras en proceso que más se requieren para ampliar y mejorar la operación, frente a los imperativos de la demanda de tráfico de carga y pasajeros, así como tomando en cuenta la necesaria coordinación con el movimiento diario de los trenes".

Si en el pasado hubo un excesivo endeudamiento del organismo ferroviario principal, ya que la primera fuente de obtención de dinero para invertir era el crédito externo, la política actual tiende a elevar la importancia de los recursos propios, provenientes de la venta de servicios. Lo afirmado anteriormente se puede ver en la siguiente tabla:

PROGRAMA DE INVERSIONES	1980	1988
Deuda	86%	39%
Aportaciones del gobierno	14%	49%
Recursos propios	---	12%

TABLA II.A-2 PROGRAMA DE INVERSIONES  
FUENTE: FNM

Aunque de este período se puede decir que la participación de F.N.M. en el movimiento de la carga continuó disminuyendo. Para darnos una idea de esto se tienen los siguientes datos: para 1980 la participación en términos del tonelaje nacional transportado fue de alrededor del 20 % y para 1992 del 12 %, y se estima que a partir de 1992 hasta la fecha esta cifra no ha sufrido grandes variaciones como se puede ver en el inciso B del presente capítulo. Los efectos anteriormente comentados pueden resumirse en la siguiente tabla:

AÑOS	1980	1990	1991	1992	1993
Tonelaje anual (1)	69.2	51.0	46.4	48.7	50.8
Participación (%)	19.7	12.9	11.5	11.6	nd

TABLA II.A-3 PARTICIPACION DEL FERROCARRIL EN EL TRANSPORTE NACIONAL

(1) Millones de toneladas anuales

nd: no disponible

Fuentes: Instituto Mexicano del Transporte (Manual Estadístico del Sector Transporte 1994) y F.N.M. (Dirección de Planeación)

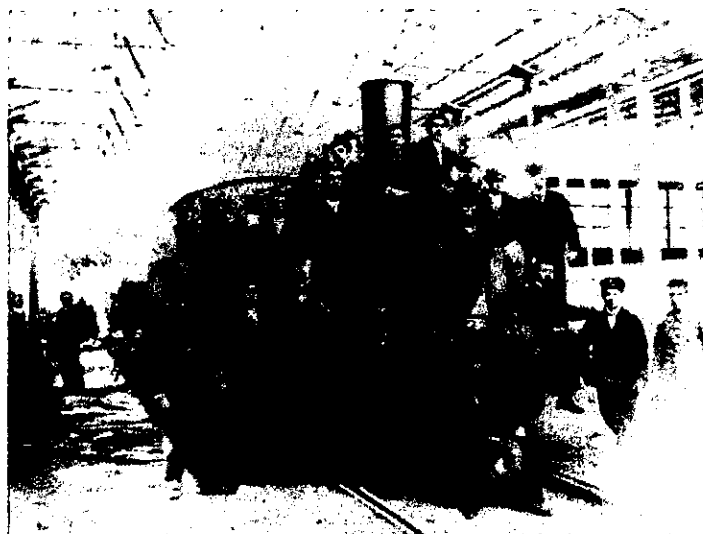
La reducción anterior se debe a las deficiencias de participación de F.N.M. a los siguientes aspectos:

*a. Por el lado de la oferta:* la obsoleta tecnología operativa y administrativa, las limitantes derivadas de la relación laboral existente entre la empresa y el sindicato, la baja calidad de los servicios, la ausencia de políticas tarifarias, organizativas y de servicio adecuadas a los requerimientos del mercado, la falta de agresividad comercial, el sostenimiento de servicios inproductivos y el mayor dinamismo y mejor servicio del autotransporte.

*b. Por el lado de la demanda:* la desincorporación de empresas paraestatales que mantenían una política de transportar sus insumos y productos mediante este modo, el cierre de empresas ineficientes que empleaban este tipo de servicio, la reducción de las exportaciones de cemento y minerales y la reducción de las importaciones de granos.

También durante la década de los noventa, se ha hecho manifiesto un fenómeno de concentración entre algunos cuantos sitios de movimiento nacional de carga ferroviaria, es decir, que algunas líneas ferroviarias son muy utilizadas mientras que otras transportan toneladas muy bajas a comparación de épocas anteriores. Se denota la baja participación de las regiones Noroeste, Pacífico Sur y Sureste del país. Este fenómeno es ocasionado por la falta de servicios ferroviarios de buena calidad o se acusa también al rezago económico de algunas de éstas.

Otra tendencia dentro de los últimos años consiste en que los productos mas transportados por ferrocarril son materias primas de relativo bajo valor agregado, independientemente de la distancia. En cuanto a los artículos movidos por tren de mayor valor agregado (vehículos automotores, autopartes, productos industriales) son llevados por lo general a distancias consideradas como medianas o largas.



## B. HISTORIA OPERATIVA DE FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

A continuación se ha realizado un resumen del historial operativo de Ferrocarriles Nacionales de México y del Ferrocarril del Pacífico-Norte destacando los tráficos mas importantes en forma de tablas y gráficos, con el fin de dar una idea del funcionamiento y desarrollo del ferrocarril mexicano, y en particular de la línea ferroviaria Pacífico-Norte. Este tema queda dividido en dos partes principales, la primera de ellas describe el historial operativo de F.N.M. (todas la líneas trabajando en conjunto); y la segunda parte describe el desempeño de la línea Pacífico Norte solamente.

### B.1. Historial operativo de F.N.M..

Esta parte del trabajo de tesis está basada en el estudio del documento emitido por Ferrocarriles Nacionales de México llamado "Series Estadísticas 1995" que contiene la información consolidada de F.N.M. que se ha publicado tradicionalmente. Dicha información se concretó en agosto de 1995 y no se cuenta con fuentes oficiales que describan el desarrollo de los ferrocarriles en 1996 y 1997. Esta sección va enfocada a observar los tráficos de carga mas importantes y sus variaciones a través del tiempo entre los años de 1970 y 1995.

#### B.1.1. Trafico de carga según categoría.

A continuación se muestran dos cuadros que resumen los movimientos realizados a través de ferrocarril en México. Los movimientos se dividen en grandes categorías que abarcan varios productos, así por ejemplo, la categoría de "AGRICOLAS" abarca los siguientes productos: arroz, caña de azúcar, forrajes y frijol, así como todos aquellos que puedan ser clasificados dentro de este rubro.

AÑO	FORESTALES		AGRICOLAS		ANIMALES		MINERALES	
	TON MILES	TON-KM MILLONES	TON MILES	TON-KM MILLONES	TON MILES	TON-KM MILLONES	TON MILES	TON-KM MILLONES
1970	1007	493	9169	6511	273	220	8514	4816
1971	884	429	8750	5881	218	182	9363	5483
1972	882	420	8871	5839	230	167	10148	5550
1973	873	429	9394	7002	243	208	10435	5413
1974	1136	574	11872	8272	241	234	12135	6702
1975	977	522	12948	9043	172	173	11777	6985
1976	976	464	11476	8463	188	165	11674	7426
1977	970	487	12987	9967	167	172	13243	7922
1978	981	504	11925	8768	215	228	14176	8114
1979	955	451	11111	8664	215	231	15130	8425
1980	1160	510	12825	12125	197	221	14256	9202
1981	1127	510	13938	12997	193	200	15871	10478
1982	989	518	12657	10939	137	142	14061	10006
1983	837	427	16243	14081	136	171	13716	10181
1984	919	549	15088	13244	141	152	13966	9957
1985	784	480	13317	12233	104	115	13334	9738
1986	671	463	11300	10648	74	83	10705	8476
1987	331	338	12315	11342	157	161	9955	8277
1988	610	476	12504	12372	154	169	9270	7590
1989	473	334	11231	9987	207	219	9619	8453
1990	391	321	11495	10409	201	218	9002	7662
1991	358	330	10486	9807	225	238	6546	5290
1992	333	266	13029	11592	239	249	5360	3874
1993	240	212	13501	11797	258	245	5537	4226
1994	329	312	14925	13108	274	270	5638	4020
1995	351	274	13308	10879	312	308	7632	5668

TABLA II.B-1 CUADRO RESUMEN DE MOVIMIENTOS DE CARGA EN FERROCARRIL ENTRE LOS AÑOS DE 1970 Y 1995.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

AÑO	PETROLIO Y SUS DERIVADOS		INORGANICOS		INDUSTRIALES		CARGA TOTAL	
	TON MILES	TON-KM MILLONES	TON MILES	TON-KM MILLONES	TON MILES	TON-KM MILLONES	TON MILES	TON-KM MILLONES
1970	4937	2370	5250	1409	12101	6669	41379	22595
1971	4989	2409	5774	1462	12286	6627	42394	22581
1972	5427	2764	5797	1589	13429	7395	44830	23821
1973	5645	2789	6355	1635	14593	8799	47704	26396
1974	6425	3064	8168	1931	15176	10401	55469	31318
1975	7142	3546	6637	1849	16654	11111	56435	33327
1976	7479	3446	5546	2083	17747	11388	55228	33549
1977	6907	3075	6650	2391	18814	12037	59869	36159
1978	5963	2683	6730	2562	20569	13456	60679	36413
1979	4896	2258	7268	2812	19633	13777	59334	36734
1980	4684	1895	7066	2924	20268	14328	60592	41330
1981	4203	2060	7287	3095	21037	14074	63790	43512
1982	4358	2340	7448	3273	17900	12183	57650	39490
1983	4248	2048	7539	3771	19761	12963	62570	43718
1984	4243	2288	7471	3707	22196	14615	64119	44592
1985	4553	2758	8144	3812	23400	16106	63721	45307
1986	4591	2617	7390	3450	22381	14802	57216	40605
1987	4767	2256	7211	3382	23360	14695	58124	40475
1988	4352	2107	7153	3397	23265	15015	57354	41177
1989	3962	2070	6409	3229	21997	14268	53890	38570
1990	3645	1911	6336	2830	19878	13055	50960	36417
1991	3515	1833	6080	2537	18823	12652	46405	32698
1992	3934	1988	6201	2561	19599	13659	48705	34197
1993	4057	2031	5540	2537	21242	14620	50377	35672
1994	3663	1898	5233	2379	21990	15326	52052	37314
1995	3767	1836	4381	2309	22728	16337	52480	37613

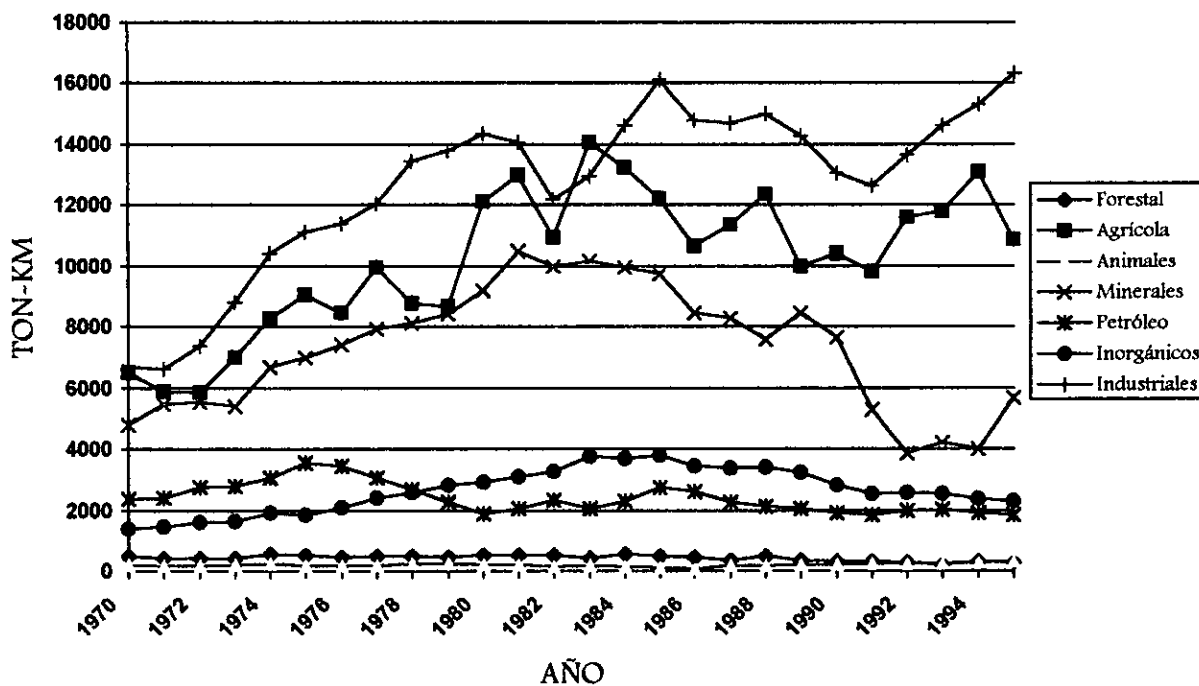
TABLA II.B-2 CUADRO RESUMEN DE MOVIMIENTOS DE CARGA EN FERROCARRIL ENTRE LOS AÑOS DE 1970 Y 1995.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

De las tablas anteriores se pueden hacer las siguientes observaciones:

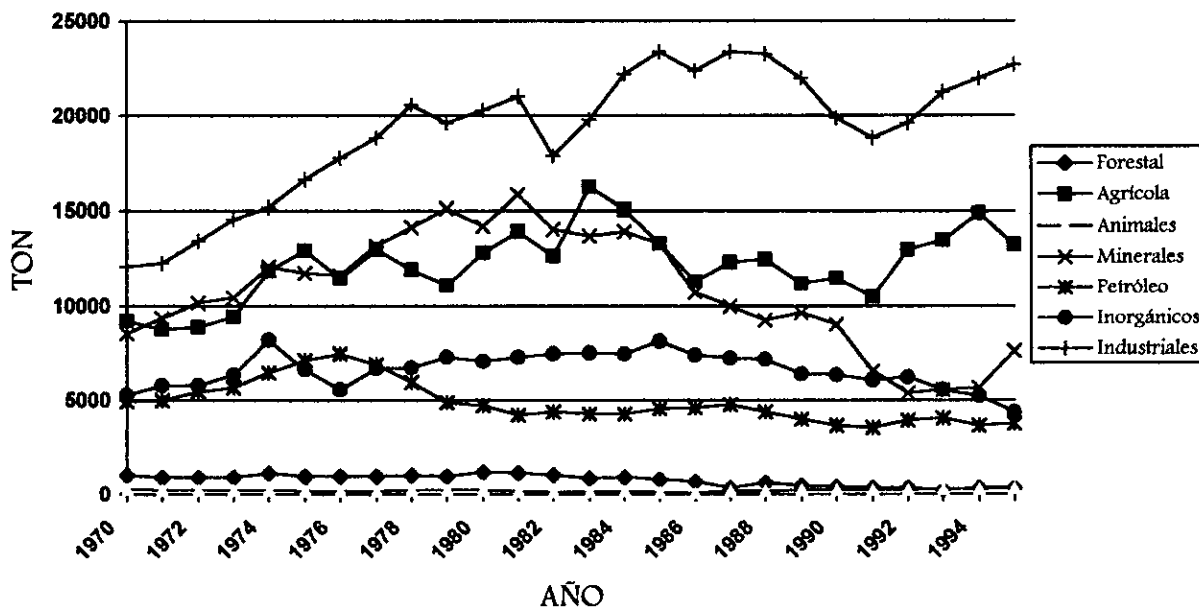
- PRODUCTOS INDUSTRIALES:** fue la categoría que más ton-Km ha movido en el periodo de 1970 a 1995, movilizandando aproximadamente un 36 % (promedio de ton-Km del periodo 1970-1995). La importancia de los productos industriales ha aumentado en los últimos años al contrario de lo sucedido en casi todas las demás categorías, llegando a participar hasta con un 43.4 % de las ton-Km totales en 1995. Dentro de esta categoría destacan el transporte de cemento, láminas y planchas de acero, contenedores y de otros productos industriales.
- PRODUCTOS AGRICOLAS:** participó con 29.4 % aproximadamente en promedio (1970 a 1995) de las ton-Km de la carga total movilizada por F.N.M.. Fue una de las categorías cuya participación en las ton-km movilizadas tendió a aumentar, aunque en 1995 presentó una disminución en su participación, cayendo hasta un 28.9 % del total. Sobresalen el movimiento de maíz, trigo y frijol de soya.
- MINERALES:** Quedó en un tercer lugar con un 17.8 % de la carga total promedio de ton-Km (1970 a 1995). Con el tiempo, la intensidad de movimiento de los minerales ha ido decreciendo, ya que para el año de 1970 participaba con el 21 % de la carga total (ton-Km) y para 1995 solo tuvo un 15.1 %. Los minerales que más movimiento tuvieron fueron: mineral de hierro y el carbón mineral.



**TRAFICO DE CARGA DEL FERROCARRIL SEGUN CATEGORIA.**



**TRAFICO DE CARGA DE LOS FERROCARRILES SEGUN CATEGORIA.**



**B.1.2. Principales categorías transportadas en 1995.**

Para el año de 1995 se tiene la siguiente jerarquía en cuanto a toneladas netas transportadas por ferrocarril según la categorización convenida en las tablas anteriores:

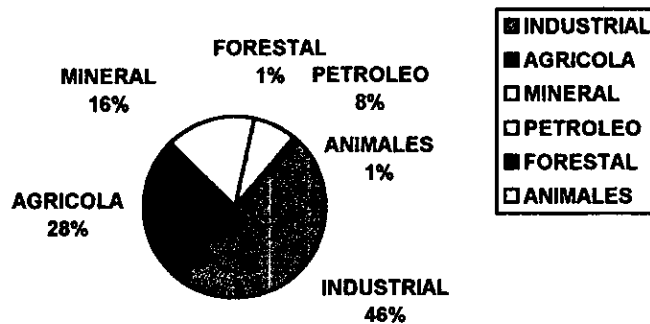
CATEGORIA	TON NETAS (MILES)	CARROS CARGADOS (MILES)	TON-KM (MILLONES)	DISTANCIA MEDIA (KM)
Industriales	22,728. 1	458. 3	16,337. 2	718. 8
Agrícolas	13,307	198. 4	10,879. 3	817. 5
Minerales	7,632. 2	109. 9	5,668. 4	742. 7
Inorgánicos	4,380. 5	59.7	2,309. 2	527. 2
Petróleo/derivados	3,767. 4	55.9	1,836	487. 4
Forestales	351. 2	8.3	2,74.1	780. 4
Animales	3,12. 3	4. 7	308.4	987. 3
Total en carro entero	52,479. 6	895. 2	37,616	716. 7
Menos de carro entero	0.6	--	0.7	1175. 7
Total general	52,480. 2	895. 2	37,613. 3	716. 7

TABLA II.B-3 PRINCIPALES CATEGORIAS TRANSPORTADAS EN 1995

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

NOTA: LOS TOTALES PUEDEN NO COINCIDIR DEBIDO AL REDONDEO EN LAS CIFRAS.

**PRINCIPALES CATEGORIAS TRANSPORTADAS EN 1995 (PORCENTAJES)**



### **B.1.3. Principales productos transportados en 1995.**

Sin embargo, la clasificación anterior no señala cuales son los principales productos transportados por ferrocarril. Es interesante observar como se distribuyen estos productos dentro del ferrocarril, lo anterior se ejemplifica con la siguiente tabla:

PRODUCTO	TON NETAS (MILES)	CARROS CARGADOS (MILES)	TON-KM (MILLONES)	DISTANCIA MEDIA (KM)
Cemento	7695.2	109.7	2795.0	363.2
Maíz	5141.6	72.4	4627.7	900.1
Mineral de fierro	3566.0	51.7	4444.6	1246.4
Combustóleo	2771.5	37.6	1473.3	531.6
Carbón mineral	2503.0	33.1	313.8	125.4
Trigo	1891.4	25.9	1931.4	1021.1
Frijol de soya	1491.8	17.9	1098.7	736.5
Semilla de sorgo	1467.0	17.8	1033.0	704.2
Contenedores	1388.6	38.2	1457.0	1049.3
Láminas y planchas de fierro y acero	1282.5	19.5	1025.8	799.8
Desperdicio de papel y cartón	1203.7	29.7	1145.6	951.8
Piedra caliza	1185.1	14.2	55.0	46.4
Vehículos automotores	1037.0	52.3	913.6	881.1

TABLA II.B-4 PRINCIPALES PRODUCTOS TRANSPORTADOS POR FERROCARRIL  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

De los dos subincisos anteriores (B.1.2 y B.1.3) se puede hacer el siguiente análisis:

- a) **PRODUCTOS INDUSTRIALES:** como se había visto en el subtema B.1.1 los productos industriales son los que tienen mayor movilización dentro de F.N.M.. Dentro de esta categoría destacan los siguientes productos:
  - i) Cemento: contribuyó con el 24 % de los carros cargados en 1995 dentro de la categoría de productos industriales y con el 17 % de las ton-km del mismo año. Es el producto mas movilizado entre todas las categorías.
  - ii) Otros productos industriales: esta subcategoría participó con el 8 % de los carros cargados y el 9 % de las ton-Km en 1995.
- b) **PRODUCTOS AGRICOLAS:** los productos más transportados dentro de esta categoría son:
  - i) Maíz: participó con 36.5 % de los carros cargados y con el 42.5 % de las ton-Km de esta categoría en 1995. Es el segundo producto mas movilizado de todas las clasificaciones.
  - ii) Trigo: se movilizó el 13 % de los carros cargados y el 18 % de las ton-Km de los productos agrícolas en 1995.
- c) **PRODUCTOS MINERALES:** dentro de esta clasificación sobresalen el carbón mineral y el mineral de fierro (tercer material mas movilizado de todas las categorías).

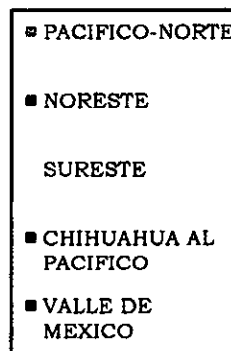
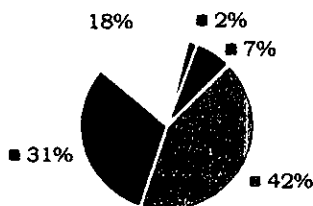
### B.1.4. Tráfico de carga por ferrocarril.

En esta sección se hace una comparación de la carga manejada por cada ferrocarril (empresa) que conforman toda la red ferroviaria. También se cuantifican el número de carros que posee cada línea hasta el año de 1995. Se publican dos tablas a continuación, la primera de ellas contiene información acerca de la distribución de las toneladas netas remitidas por ferrocarril, y la segunda de ellas contiene la distribución de las toneladas netas recibidas por ferrocarril.

FERROCARRIL	CARROS	TONELADAS (MILES)
Pacífico-Norte	381,223	23,783.4
Noreste	276,830	15,607.5
Sureste	159,604	92,63.1
Chihuahua al Pacífico	16,310	899.4
Term. Valle de México	61,260	2,926.6
Total general	895,227	52,480.0

TABLA II.B-5 CARGA REMITIDA POR FERROCARRIL  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

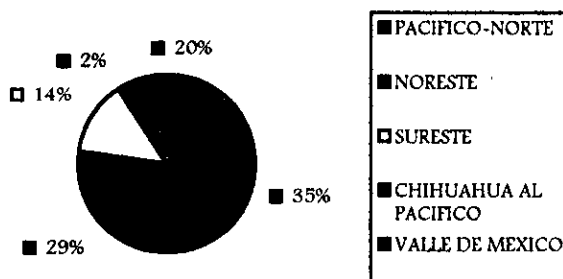
### CARGA REMITIDA POR FERROCARRIL (PORCENTAJES).



FERROCARRIL	CARROS	TONELADAS (MILES)
Pacífico-Norte	320,571	19,409.7
Noreste	259,042	14,357.1
Sureste	122,529	6,828.9
Chihuahua al Pacífico	14,046	7,32.3
Term. Valle de México	179,039	11,152.0
Total general	895,227	52,480.0

TABLA II.B-6 CARGA RECIBIDA POR FERROCARRIL  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

**CARGA RECIBIDA POR FERROCARRIL  
(PORCENTAJE).**



Como se puede apreciar en las tablas I.B.5 y I.B.6, así como en sus respectivas gráficas, la empresa de ferrocarril que más participó en toneladas movilizadas (remitidas y recibidas), como en carros transportados (remitidos y recibidos) fue el Ferrocarril Pacífico-Norte con porcentajes del 42 % para toneladas remitidas y 35 % para toneladas recibidas. Esto confirma el gran impacto que tiene esta empresa dentro de todo el contexto de los Ferrocarriles Nacionales de México.

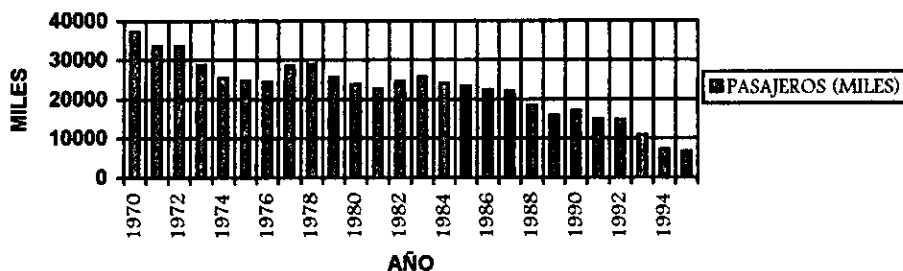
**B.1.5. Tráfico de pasajeros.**

El comportamiento del transporte de pasajeros se puede observar en la siguiente tabla, en donde es manifiesto una disminución gradual y constante.

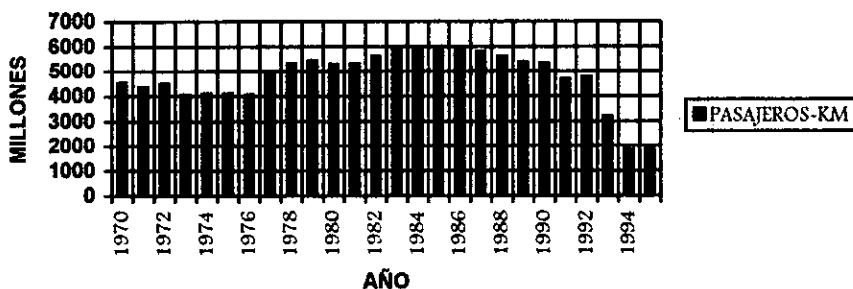
AÑO	PASAJEROS (MILES)	PASAJEROS-KM (MILLONES)	AÑO	PASAJEROS (MILES)	PASAJEROS-KM (MILLONES)
1970	37346	4529	1983	25631	5997
1971	33501	4361	1984	24050	5951
1972	33678	4484	1985	23311	6015
1973	28693	4057	1986	22430	5870
1974	25393	4116	1987	22109	5828
1975	24729	4114	1988	18487	5619
1976	24434	4058	1989	15898	5383
1977	28530	5017	1990	17149	5336
1978	28876	5327	1991	14902	4686
1979	25537	5451	1992	14740	4794
1980	23680	5295	1993	10878	3219
1981	22656	5320	1994	7189	1855
1982	24494	5613	1995	6678	1899

TABLA II.B-7 TRANSPORTE DE PASAJEROS DE 1970 A 1995.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

TRANSPORTE DE PASAJEROS DE 1970 A 1995.



TRANSPORTE DE PASAJEROS DE 1970 A 1995.



Como se observa en las gráficas anteriores, el transporte de pasajeros a través del ferrocarril ha disminuído dramáticamente desde 1970 cuando se transportaron 37,346,000 pasajeros hasta 1995 donde solo utilizaron el ferrocarril 6,678,000 usuarios. Es en el transporte de pasajeros donde más se aprecia la disminución en la participación del ferrocarril en el transporte nacional frente a otros medios de transporte. El autotransporte y el aerotransporte han sido más flexibles y eficientes en el transporte de pasajeros, pues cumplen con una mayor cobertura de destinos dentro de la República Mexicana, en menores tiempos de recorrido y a un precio accesible por la mayoría de los usuarios.

La deficiencia en la construcción de nueva infraestructura para alcanzar otras poblaciones del país, así como la falta de aplicación de nuevas tecnologías en las vías férreas hacen del ferrocarril mexicano un medio de transporte sin atractivos para los usuarios potenciales. Sin embargo, actualmente en el mundo se han desarrollado tecnologías que permiten a los trenes alcanzar velocidades muy altas en el transporte de pasajeros, disminuyendo los tiempos de recorridos y proporcionando más confort en el viaje, a precios accesibles. En este rubro del transporte ferroviario se detecta un mercado potencial, el cual podrá ser explotado por la nueva empresa ferroviaria.

### **B.1.6. Fuerza laboral en FNM.**

A continuación se muestra las variaciones que ha tenido F.N.M. en la planta de trabajadores desde 1990 hasta 1995:

AÑO	TRABAJADORES (MILES)
1990	83
1991	78
1992	59
1993	56
1994	49
1995	46

TABLA II.B-8 REDUCCION DE LA FUERZA LABORAL EN FNM.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

Como se ve en la tabla anterior, la fuerza laboral dentro de FNM ha venido disminuyéndose. La productividad de planta laboral se incrementó como resultado de la puesta en práctica de esfuerzos de racionalización laboral significativos, una relación mas estrecha con el sindicato y el establecimiento de programas de capacitación. El "Programa de Retiro Voluntario", producto de las negociaciones con el Sindicato de Trabajadores Ferrocarrileros de la República Mexicana (STFRM), contribuyó a una reducción de la fuerza laboral de más del 45% de fines de 1990 a fines de 1995.

### **B.2. Historial operativo del F.P.N..**

A continuación se presenta en forma de tablas, los movimientos de carga realizados por el F.P.N. en los años de 1992 a 1995 en donde se observa el desempeño operativo del servicio de carga en volumen, las distancias promedio y los principales productos. De la misma forma que el inciso anterior, la información se encuentra agrupada en ocho categorías que a continuación se especifican:

- a. *Agrícola, ganadero y forestal:* incluye productos como frijol, soya, maíz, madera y grasas entre otros productos.
- b. *Petróleo y derivados:* incluye los productos tales como aceite, lubricantes, asfalto, diesel, petróleo crudo y refinado y combustóleo.
- c. *Industria automotriz:* se incluyen autopartes y vehículos automotores.
- d. *Fertilizantes:* que como su nombre lo indica contiene a los fertilizantes fosfatados y nitrogenados.
- e. *Productos siderúrgicos:* compuesta por planchón, chatarra, hierro para la construcción y láminas y tubería de hierro.
- f. *Minerales y productos inorgánicos:* en esta categoría se incluyen carbón mineral, coque, dolomita, barita azufre, piedra caliza, entre otros.
- g. *Cemento.*
- h. *Otros productos industriales:* dentro de esta categoría destacan productos como remolque sobre plataforma, contenedores, azúcar, celulosa, cerveza, harina de maíz, maquinaria y productos químicos.

Quedan así conformadas las categorías, es posible ver de una forma mucho mas sencilla el desempeño de los productos dentro de la línea.

**B.2.1. Carga transportada, 1992-1995.**

CATEGORIA	1992		1993		1994		1995		1996	
	ton	ton-km	ton	ton-km	ton	ton-km	ton	ton-km	ton	ton-km
Agrícola, ganadera y forestal	7,128	5,465	7,563	6,059	8,514	6,466	7,442	5,381	7,362	4,528
Minerales y productos inorgánicos	8,765	2,809	8,361	2,999	8,279	2,863	8,606	3,283	9,793	3,701
Petróleo y derivados	2,944	1,177	3,109	1,229	2,768	1,169	2,578	1,107	2,067	1,048
Fertilizantes	948	664	546	383	657	399	701	517	1,178	846
Industria automotriz	666	226	859	301	823	296	793	281	896	299
Productos de hierro y acero	931	552	885	432	966	442	1,157	456	1,595	657
Cemento	4,574	1,250	5,255	1,502	5,052	1,349	4,486	1,627	5,527	2,046
Otros productos industriales	3,072	2,358	3,166	2,437	3,621	2,950	3,986	2,944	4,823	3,439
<b>TOTAL</b>	<b>29,028</b>	<b>14,501</b>	<b>29,744</b>	<b>15,342</b>	<b>30,678</b>	<b>15,935</b>	<b>29,748</b>	<b>15,397</b>	<b>33,241</b>	<b>16,622</b>

TABLA II.B-8 CARGA TRANSPORTADA POR EL FPN DE 1992 A 1995.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

NOTA: LOS TOTALES PUEDEN NO COINCIDIR DEBIDO AL REDONDEO EN LAS CIFRAS.

- a) **AGRICOLA GANADERO Y FORESTAL:** esta categoría representó un 38 % del total de ton-Km en promedio de 1992 a 1995. De los principales productos movidos por el FPN se encuentran:
- i) *Maíz y trigo:* con origen en las zonas productoras de los estados de Sonora y Sinaloa y cuyo destino principal son las zonas urbanas del centro del país.
  - ii) *Importación de granos básicos:* este rubro tiene su origen en Nuevo Laredo, Cd. Juárez y Manzanillo con destino final en Monterrey, Guadalajara y Torreón, entre otros.
- b) **MINERALES Y PRODUCTOS INORGANICOS:** participó con el 20 % del total transportado por el FPN (ton-Km). De esta categoría destacan los siguientes productos:
- i) *Mineral de hierro:* con origen principalmente de Jala, Alzada y Manzanillo y con destino primordialmente a las estaciones de Cd. Frontera, Monterrey y Xoxtla.
  - ii) *Carbón:* la carboeléctrica Carbón II (C.F.E.) demanda enormes cantidades del material proveniente de Piedras Negras y con destino a Navas, y de la zona de influencia de AHMSA.
- c) **OTROS PRODUCTOS INDUSTRIALES:** con el 17 % del total. Dentro de esta categoría destaca el tráfico de contenedores, remolque sobre plataforma ("RSP") y sulfato de sodio, entre otros.

En el año de 1996 el FPN movilizó 12,520 millones de ton-Km durante los primeros nueve meses de 1996, un aumento de 868 millones de ton-Km, es decir, 7.5 % en relación al mismo período del año anterior.



**B.2.2. Distancia promedio de recorrido, 1992-1995.**

CATEGORIA	1992	1993	1994	1995	1996
Agrícola, ganadera y forestal	767	801	759	723	615
Minerales y productos inorgánicos	320	359	346	382	384
Petróleo y derivados	400	395	422	429	507
Fertilizantes	700	702	608	737	718
Industria automotriz	340	350	360	354	334
Productos de hierro y acero	593	488	457	394	412
Cemento	273	286	267	363	370
Otros productos industriales	768	770	815	688	713
TOTAL	500	516	519	518	500

TABLA II.B-9 DISTANCIA DE RECORRIDO PROMEDIO, 1992 A 1995.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

NOTA: LOS TOTALES PUEDEN NO COINCIDIR DEBIDO AL REDONDEO EN LAS CIFRAS.

**B.2.3. Tráfico por producto, 1992-1995.**

PRODUCTO	1992		1993		1994		1995	
	ton	ton-km	ton	ton-km	ton	ton-km	ton	ton-km
Maíz	1,798	1,701,100	2,918	2,894,506	3,901	3,333,941	3,031	2,395,339
Mineral de hierro	2,391	1,620,506	2,549	1,924,726	2,402	1,824,044	3,101	2,104,467
Cemento	4,524	1,249,644	5,255	1,502,256	5,052	1,349,386	4,486	1,627,391
Productos industriales	446	297,734	591	182,097	616	394,210	1,578	1,325,591
Trigo	1,058	1,398,394	984	1,150,427	951	1,166,290	1,065	1,211,132
Petróleo crudo	2,071	982,899	2,054	1,019,684	2,035	1,038,091	2,237	1,056,086
Fertilizante	948	663,869	546	383,020	637	399,047	701	516,625
Frijol de soya	937	589,524	995	588,595	1,033	529,086	847	451,229
Desperdicio de papel	319	221,412	289	216,636	436	292,956	443	289,763
Oleaginosas	561	358,947	344	192,643	370	194,013	719	288,606
Otros	13,926	5,417,193	13,221	5,087,140	13,226	5,413,729	11,541	4,130,654
TOTAL	29,028	14,501,218	29,744	15,341,730	30,678	15,934,793	29,748	1,5396,882

TABLA II.B-10 TRAFICO POR PRODUCTO DE 1992 A 1995.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

NOTA: LOS TOTALES PUEDEN NO COINCIDIR DEBIDO AL REDONDEO EN LAS CIFRAS.

De la tabla anterior destacan los siguientes productos:

- MAIZ: representó en promedio el 17 % de las ton-Km transportadas por el FPN entre 1992 y 1995. Adicionalmente, su participación en el tráfico total del FPN ha ido en aumento: durante ese mismo período, se observó un incremento promedio anual de 12% en el tráfico del producto.
- MINERAL DE HIERRO: constituyó el 12 % promedio del tráfico total del FPN (ton-Km) de 1992 a 1995, y su participación se ha mantenido en los últimos años. La principal ruta de este tráfico tiene su origen en Manzanillo y Alzada en el estado de Colima.
- CEMENTO: con un promedio anual de 9 % del total del tráfico del FPN en ton-Km durante 1992-1995. Este producto ha tenido importantes incrementos debido a las exportaciones de la industria cementera y de la entrada en operación de una gran planta cementera en Caleras, Colima.

**B.2.4. Tráfico internacional (1995).**

Este tipo de tráfico representa un gran porcentaje de las toneladas (un 37 % de las toneladas totales) y las ton-Km (un 31 % de las ton-Km totales) movilizadas por la empresa (FPN). A continuación se presenta una tabla con los principales productos y sus movimientos en exportaciones e importaciones recorridas a través del FPN.

PRODUCTO	TON (MILES)	% DE TON INTERNACIONAL	% TRAFICO TOTAL TON	ton-Km (MILES)	% DE ton-Km INTERNACIONAL	% DE TRAFICO TOTAL, ton-Km
<b>EXPORTACIONES</b>						
Prod. industriales	512	4.74	1.72	387,341	8.13	2.52
Cemento	1770	16.36	5.95	368,327	7.73	2.39
Acido sulfúrico	448	4.14	1.51	186,899	3.92	1.21
Automóviles	460	4.25	1.54	151,859	3.19	0.99
Prod. Agrícolas	149	1.38	0.50	138,329	2.90	0.90
Cerveza	194	1.79	0.65	109,313	2.29	0.71
Minerales	206	1.90	0.69	100,419	2.11	0.65
Sulfato de sodio	123	1.13	0.41	85,953	1.80	0.56
Papel	90	0.83	0.30	77,928	1.64	0.51
Planchón	151	1.40	0.51	46,012	0.97	0.30
Otros	486	4.50	1.64	51,339	5.28	1.63
<b>TOTAL EXPORTACION</b>	<b>4,588</b>	<b>42.1</b>	<b>15.42</b>	<b>1'903,718</b>	<b>39.96</b>	<b>12.36</b>
<b>IMPORTACIONES</b>						
Prod. industriales	750	6.93	2.52	634,020	13.31	4.12
Frijol Soya	806	7.45	2.71	410,793	8.62	2.67
Maíz	749	6.92	2.52	271,518	5.70	1.76
Semilla de sorgo	552	5.10	1.86	228,588	4.80	1.48
Desperdicio de papel	340	3.15	1.14	201,630	4.23	1.31
Oleaginosas	589	5.45	1.98	181,021	3.80	1.18
Planchón	217	2.01	0.73	107,169	2.25	0.70
Chatarra	203	1.87	0.68	93,575	1.96	0.61
Autopartes	241	2.22	0.81	88,846	1.86	0.58
Fertilizantes	119	1.10	0.40	86,459	1.81	0.56
Otros	1,665	15.39	5.60	556,917	11.69	3.62
<b>TOTAL IMPORTACION</b>	<b>6,230</b>	<b>57.59</b>	<b>20.94</b>	<b>2'860,536</b>	<b>60.04</b>	<b>18.58</b>
<b>TOTAL IMP./EXP.</b>	<b>10.82</b>	<b>100.00</b>	<b>36.36</b>	<b>4'764,254</b>	<b>100.00</b>	<b>30.94</b>

TABLA II.B-11 TRAFICO INTERNACIONAL DE 1995.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

NOTA: LOS TOTALES PUEDEN NO COINCIDIR DEBIDO AL REDONDEO EN LAS CIFRAS.

De la tabla anterior se pueden inferir los siguientes puntos:

- El movimiento de productos industriales representa el 77 % del tráfico total de esta categoría en 1995. Las principales estaciones de origen de estos productos son las fronteras de Piedras Negras y Cd. Juárez y su destino son el occidente y centro del país.
- El cemento tuvo también un tráfico importante (22 % del tráfico total de exportaciones). Como origen principal se tienen las plantas localizadas en Sonora, Chihuahua y Colima, y que tienen como destino las fronteras de Cd. Juárez y Nogales, así como el puerto de Manzanillo.
- Las importaciones de oleaginosas representaron durante 1995, el 93 % del tráfico total de esta mercancía transportada por el FPN. Este tráfico es de importación principalmente y sus orígenes son los puertos de Manzanillo, Cd. Juárez, Nogales, Guaymas y Nuevo Laredo, y sus destinos principales son Guadalajara y Torreón.

**B.2.5. Principales flujos (origen-destino) 1995.**

CIUDAD ORIGEN	CIUDAD DESTINO	TON MILES	% TOTAL	ton-Km MILES	% TOTAL
Pedro C. Morales	Concho, Las Delicias, Mecoqui, Saucillo	659	2.21	540,158	3.51
Armería, Cuyutlán, Manzanillo, Tecomán	Alcali, Apodaca, Cadereyta, Hidalgo, La Grange, Leona, Monterrey, Salinas Victoria, Villaldama	677	2.28	459,701	2.99
Alzada, Colima, Coquimatlán, Jala, Madrid	Alcali, Apodaca, Cadereyta, Hidalgo, La Grange, Leona, Monterrey, Salinas Victoria, Villaldama	710	2.39	414,860	2.69
Armería, Cuyutlán, Manzanillo, Tecomán	San Martín, Xoxtla	403	1.35	395,361	2.57
Alzada, Colima, Coquimatlán, Jala, Madrid	San Martín, Xoxtla	411	1.38	364,185	2.37
Cd. Juárez	Pantaco D.F.	164	0.55	326,622	2.12
Cd. Juárez	Acacio, Bermejillo, Camacho, Ceballos, Escalón, G. Palacio, Gral. Banda, Jimulco, La Mancha, Nazareno, Opal, Rivas, Torreón	328	1.10	275,815	1.79
Nuevo Laredo	Atequiza, E. Orendain, El Castillo, Guadalajara, Incalpa, La Junta, Tequila, Tlajomulco J., Z. Paredes	838	2.82	269,956	1.75
Armería, Cuyutlán, Manzanillo, Tecomán	Castaño, Cd. Frontera, Espinazo, Hermanas, Nadadores	273	0.92	240,640	1.56
Benjamín Hill, C. Industrial, Caborca, Hermosillo, La Campana, Torres	Pantaco D.F.	111	0.37	234,221	1.52
Resto del tráfico		25,173	84.62	11'875,365	77.13
<b>TOTAL</b>		<b>29,748</b>	<b>100.00</b>	<b>15'396,882</b>	<b>100.00</b>

TABLA II.B-12 TPRINCIPALES FLUJOS DE 1995.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

NOTA: LOS TOTALES PUEDEN NO COINCIDIR DEBIDO AL REDONDEO EN LAS CIFRAS.

Se presentó el detalle de los 10 flujos en los que se manejó la mayor densidad de tráfico durante 1995. Entre éstos destaca el tráfico entre Pedro C. Morales y Las Delicias, recorrido que representó el 3.5% del total de las toneladas transportadas en 1995. En segundo lugar se encuentra el tráfico de Manzanillo a Monterrey con el 3.0% del total y en tercer lugar el que va de Alzada a la zona de Monterrey, con el 2.7% de las toneladas totales. En total, los principales recorridos acumularon el 22.8% de la carga total del FPN durante 1995.

**B.2.6. Servicio de pasajeros.**

Como se observa en el inciso B.1.5 de este capítulo (ver tabla I.B.7) el transporte de pasajeros de Ferrocarriles Nacionales de México disminuyó en los últimos años. El mismo fenómeno por supuesto ocurrió en el F.P.N. ya que actualmente el servicio es requerido por personas de escasos recursos debido al bajo precio que cobra el ferrocarril por el transporte de ferrocarril. Además la FNM ha incurrido en grandes pérdidas, y para mitigar su efecto ha suprimido los servicios de menor demanda, como el carro dormitorio.

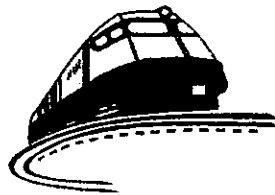
TREN No.	RUTA Origen Destino	CONSIST.			DIST. Km	TIEMPO hrs:min	VOLUMEN Pasajeros 1996	FRECUENCIA
		D	PT	SG				
1-2	Guadalajara-Nogales		3		1,765	38:25	124,025	Diario
3-4	Guadalajara-Nogales			4	1,765	48:00	567,408	Diario
1-2	Benjamin Hill-Mexicali		3		530	7:10	33,313	Diario
3-4	Benjamin Hill-Mexicali		3		530	7:10	124,722	Diario
5-6	México-Guadalajara		2	2	612	12:00	81,404	Diario
7-8	México-Cd. Juárez (por Aguascalientes)		3	1	1,971	34:00	231,517	Diario
13-14	México-Cd. Juárez			2	1,995	44:45	192,694	Diario
91-92	Guadalajara-Manzanillo			2	355	08:15	166,635	Diario
171-172	Tampico-Monterrey			2	528	11:00	166,944	Diario
175-176	Torreón-Monterrey			2	384	07:00	50,717	Diario
181-182	Saltillo-Piedras Negras		1	3	424	09:10	235,731	Diario

TABLA II.B-13 TRANSPORTE DE PASAJEROS EN EL F.P.N.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

NOTA: LOS TOTALES PUEDEN NO COINCIDIR DEBIDO AL REDONDEO EN LAS CIFRAS.

## C. PROGRAMA DE MODERNIZACION DE LOS FERROCARRILES MEXICANOS.



### C.1. Introducción.

Como se ha visto a través de la historia del ferrocarril en México, éste ha representado un papel muy importante en el desarrollo de la economía mexicana, aunque el ferrocarril mexicano ha obedecido a necesidades ajenas a las de nuestro país, tiene un gran potencial y su infraestructura es apta para constituirse en la base del transporte terrestre. Entre las situaciones que favorecen al ferrocarril se encuentran:

- La red de vías une los principales puntos de desarrollo del país (principales ciudades, puertos marítimos y puntos fronterizos).
- Hasta la fecha el ferrocarril cuenta con 26500 Km de vías, de los cuales 20 500 Km son vías principales. Se cuenta con más de 8000 Km de vías de alta especificación, es decir, que por ellas pueden circular carros de alta capacidad y peso.
- Del ferrocarril dependen muchas industrias importantes como lo son: la minería, la siderúrgica, cementeras, azucareras, la de fertilizantes, papel, la automotriz y el movimiento de granos.

Pero para un desarrollo más dinámico de estas industrias, es necesario contar con un sistema de transporte adecuado; México necesita aprovechar al máximo las ventajas que puede brindarle un sistema ferroviario competitivo, eficiente y seguro. Para lograr lo dicho anteriormente, se requerirá de grandes inversiones en tecnologías e infraestructura y de un manejo adecuado de éstas. Es por esto que hace algún tiempo se comenzó a promover la participación de capitales privados nacionales y extranjeros dentro de F.N.M..

Como se vió en temas anteriores (Historia del ferrocarril en México), a pesar de la importancia de este medio de transporte, en México ha sido muy descuidado y nunca ha tenido realmente una planeación a futuro; casi siempre se han tomado medidas correctivas para solucionar de último momento los problemas (la mayoría de ellos debidos a que las administraciones en turno carecían de una visión adecuada de las dificultades a que se enfrentaban) que han ido surgiendo durante el transcurso de vida de los ferrocarriles en México.

También se observa durante la historia, que el Estado ha sido ineficiente al manejar los ferrocarriles, ya que F.N.M., dentro de sus estrategias tarifarias, impide el alza de tarifas compensando la falta de recursos de la empresa a su cargo mediante subsidios que provienen del erario público y que a la larga, la situación antes mencionada, impide el desarrollo adecuado de una empresa. A continuación se reproduce un fragmento del "Programa de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes 1995-2000" del capítulo denominado TRANSPORTE FERROVIARIO en el subtema de DIAGNOSTICO (página 34 segundo párrafo del documento en cuestión):

"En el pasado inmediato, la legislación atribuía la responsabilidad de la prestación integral del servicio ferroviario al Estado, éste, por carecer de recursos fiscales suficientes, se vió imposibilitado para atender los requerimientos de inversión que necesitó para su adecuado servicio y operación, ello se tradujo en baja productividad, escasa confiabilidad y en "cuellos de botella" para el resto de la actividad económica. Al mismo tiempo provocó, hacia el interior del organismo operador, la generación de importantes pasivos financieros, laborales y ecológicos".

El autor de esta tesis considera que lo anterior es cierto en parte, pues sin bien la crisis por la que atraviesan los ferrocarriles mexicanos se debe a la falta de recursos para invertir en dicha empresa, existen otras de distinta índole. Entre los obstáculos que han restringido el desarrollo de los ferrocarriles en nuestro país se encuentran los siguientes:

- \* El gran impulso al desarrollo de carreteras.
- \* El ferrocarril no compite con los otros medios de transporte, sin embargo, el autotransporte y el aerotransporte si lo hacen.
- \* Ineficiencias administrativas entre las que se enumeran:
  - Centralismo en la toma de decisiones.
  - Largos tiempos de recorrido de los trenes.
  - Baja productividad y competitividad.
  - Falta de mantenimiento preventivo en infraestructura y equipo.
  - Falta de confiabilidad y seguridad en el sistema ferroviario.
  - Planta de trabajadores muy grande con una pobre eficiencia.
  - Carencia de planeación.
  - No se ajustaban las tarifas según lo demandaba el mercado y se recibían a cambio demasiados subsidios destinados a la operación.

Las necesidades del ferrocarril mexicano se basan en la modernización de éste; se requieren tomar acciones que encaminen a la infraestructura, operación y administración a colocar al ferrocarril en posición de competir con los demás medios de transporte. Lo dicho en el párrafo anterior queda ejemplificado por los autores Oscar de Buen y Alfonso Rico en una publicación del Instituto Mexicano del Transporte llamada "El transporte terrestre y su descentralización":

En materia de operación destaca la necesidad de mejorar la circulación de los trenes, establecer más trenes unitarios, correr trenes de carga con itinerario fijo,... En el ámbito administrativo, los ferrocarriles mexicanos se beneficiarán de todo lo que se logre en materia de agresividad gerencial, capacitación de personal a todos los niveles, tecnificación del personal de decisión, dignificación de imagen y ambiente de trabajo y descentralización administrativa.

## *C.2. Descripción y perspectivas del programa de modernización de los ferrocarriles mexicanos.*

La modernización de F.N.M. consiste en privatizar las líneas ferroviarias a través de licitaciones públicas, para permitir el ingreso de capitales y tecnologías con el objetivo de hacer del servicio ferroviario un transporte eficiente, económico y con grandes ventajas (mover grandes volúmenes con relativo poco esfuerzo). El ferrocarril fue básico para el desarrollo de la economía mexicana a principios del siglo XX, pero poco a poco fue perdiendo capacidad debido a circunstancias tanto externas (la Revolución, por citar un ejemplo), como internas (falta de planeación y comercialización del transporte).

En vista de la situación a la que se enfrentan los ferrocarriles mexicanos, se procedió a reformar al marco jurídico existente, para permitir la entrada de los capitales privados que harán posible la reestructuración de los ferrocarriles en México. Recordando que en 1983 el marco jurídico y legal fue modificado para establecer a los ferrocarriles como un área estratégica cuyo control se asignaba al estado.

Para lograr las metas propuestas, se ha cambiado y reformado el artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el cual estipulaba como una actividad exclusiva del Estado a la operación y administración del Sistema ferroviario Mexicano. El decreto fue aprobado y publicado el 2 de marzo de 1995, a través del Diario Oficial de la Federación. A partir de estos cambios surgió la *Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario*, en la que se definen los alcances, mecanismos y normas para otorgar concesiones, o permisos a particulares que pretendan construir, operar, explotar y mantener vías férreas, así como prestar servicios auxiliares. Dicho procedimiento se explicará en incisos posteriores.

Las perspectivas que se esperan en cuestión del sistema ferroviario son buenas, ya que al existir participación de capitales privados, se realizarán actividades de construcción, mantenimiento y conservación, operación, ampliación y administración de los ferrocarriles con las que consecuentemente se hará más eficiente el transporte, lo cual se verá reflejado en los costos de éste, lo que a su vez alentará a las empresas a utilizarlo con más frecuencia (porque las empresas encontrarán una manera de abatir sus costos de transporte) y de esta forma la economía se verá beneficiada en gran medida. Además el servicio ferroviario será realmente comercializable, es decir, que los ferrocarriles volverán a ser un negocio rentable, hecho que no sucedía cuando el Estado lo manejaba. El ferrocarril podrá responder a las necesidades del mercado y de la economía.

### **C.3. Antecedentes de la Modernización de F.N.M.**

Como se ha mencionado, hace algunos años ya se tenía pensado en la admisión de capitales privados para financiar algunos rubros de F.N.M.. Se tienen como antecedentes cercanos a esta política de privatización del sistema ferroviario los siguientes:

1. Convenio de Concertación de Acciones para la Modernización del Sistema Ferroviario Mexicano.
2. Programa de Cambio Estructural 1992-1994.

A continuación se hará una breve descripción de lo que contiene cada uno de estos programas y leyes.

#### **C.3.1. Convenio de Concertación de Acciones para la Modernización del Sistema Ferroviario Mexicano.**

Este convenio fue firmado en el mes de mayo de 1991 por diversos organismos gubernamentales y cámaras entre las que se encuentran por nombrar algunas: Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), de Hacienda y Crédito Público (SHCP), Ferrocarriles Nacionales de México, la Confederación Nacional de Cámaras Industriales (CONCAMIN), entre otras. En este convenio se señala el compromiso de F.N.M. a ejercer acciones orientadas a "Mejorar sustancialmente la estructura de costos y la eficiencia operativa y fortalecer su estructura financiera". También compromete a F.N.M. a buscar nuevas estrategias comerciales para recuperar tráficos desviados a otros medios de transporte, a buscar una mayor penetración en el mercado y a manejar tarifas competitivas con tarifas internacionales en condiciones similares.

#### **C.3.2. Programa de Cambio Estructural 1992-1994.**

Este programa continua con la empresa de hacer a F.N.M. una compañía rentable, eficiente y comercialmente competitiva promoviendo el principio legal de que la actividad ferroviaria permaneciera en manos del Estado, de esta forma F.N.M. conservaría como patrimonio la infraestructura de vías y por lo tanto la responsabilidad de su uso y operación, solamente con apertura al sector privado en la comercialización de algunos servicios y en áreas conexas y complementarias. Se conservará la empresa como única para evitar la competencia intraferrocarriles.

Como se aprecia, ya se vislumbraban las intenciones de convertir a Ferrocarriles Nacionales de México en una empresa moderna y eficiente, aunque a través de otros medios como estrategias comerciales o el deslinde de algunas actividades de los ferrocarriles hacia particulares, pero siempre manteniendo a la empresa en manos del Estado.

A continuación se describirán los objetivos y estrategias del "PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SECTOR COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 1995-2000".

### C.4. Programa de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes.

El Programa de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes hace suyas las propuestas planteadas dentro del documento Plan Nacional de Desarrollo (documento que guarda las propuestas hechas para lograr el crecimiento de México en distintos aspectos, entre ellos el económico) dentro de la sección denominada Crecimiento Económico. Entre estas propuestas destacan las siguientes (extracto del PND, resumen ejecutivo, sección de Crecimiento Económico, párrafo número 3):

Promover el uso eficiente de los recursos para el crecimiento.

- Desregulación y fomento de competencia interna y externa. Se ejecutará un programa de desregulación y simplificación administrativa y se combatirán prácticas monopólicas, tanto de empresas privadas como públicas.
- Un factor fundamental para generar el crecimiento económico, será la promoción de una amplia participación de inversión privada en infraestructura dentro de los límites que marca la ley. El Plan contempla la participación del sector privado en ferrocarriles, telecomunicaciones, puertos, aeropuertos, generación de energía eléctrica, carreteras y almacenamiento, transporte y distribución de gas, entre otras.

Como se observa el PND plantea entre otros objetivos, que México logre un crecimiento económico, así como que la infraestructura básica y los servicios de comunicaciones y transportes sean adecuados, modernos y eficientes. También señala la forma de lograr dichos objetivos, mediante la competitividad y productividad de la economía, el impulso regional y la integración de los mercados.

De esta forma la Secretaría de Comunicaciones y Transportes presenta el Programa de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes 1995-2000 cumpliendo lo dispuesto en los artículos 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 9, 16, 23 y 29 de la Ley de Planeación; y 9 y 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

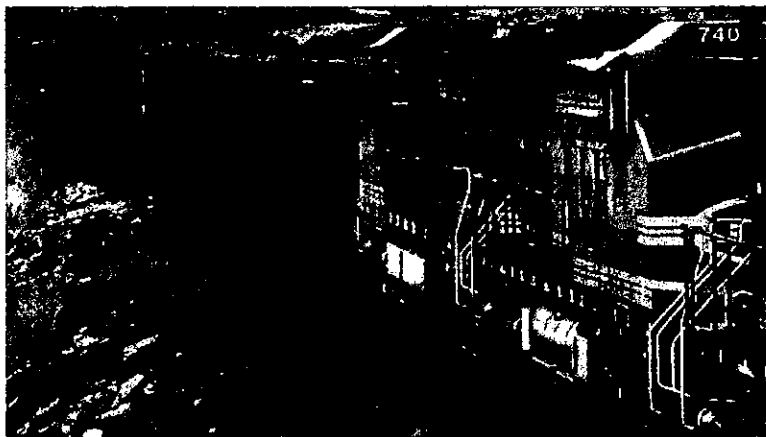
A continuación se muestra un cuadro-resumen que contiene los objetivos y lineamientos estratégicos del sector Comunicaciones y Transportes:



OBJETIVOS	LINEAMIENTOS ESTRATEGICOS
<p>I. Conservar, modernizar y ampliar la infraestructura del transporte y las comunicaciones, a fin de impulsar el crecimiento económico; la integración regional y el desarrollo social.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fortalecer el proceso de planeación integral del Sector, sustentado en una visión de mediano y largo plazos.</li> <li>2. Adecuar el marco jurídico que rige al Sector, con el propósito de fortalecer la función rectora, normativa y promotora de la Secretaría; y otorgar seguridad jurídica a la inversión privada, en la construcción de la infraestructura, así como en la prestación de los servicios.</li> <li>3. Promover la participación privada en el desarrollo de la infraestructura y fomentar la competencia en la prestación de los servicios, con el fin de incrementar su seguridad, eficiencia y calidad.</li> <li>4. Otorgar prioridad, en la asignación de los recursos presupuestales a la terminación de proyectos en proceso y a la realización de nuevas obras que satisfagan criterios de rentabilidad social y económica, y que comuniquen a los principales centros de producción y consumo del país.</li> <li>5. Impulsar en apoyo al federalismo y en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, programas de desconcentración y descentralización de funciones, responsabilidades y recursos del Sector.</li> <li>6. Promover el uso de mecanismos financieros adecuados al desarrollo de proyectos de infraestructura.</li> <li>7. Integrar los diferentes modos de transporte en un sistema multimodal, que vincule de manera eficiente a los centros de producción con sus mercados.</li> <li>8. Actualizar el marco regulatorio, mejorar la infraestructura y la vigilancia, e instrumentar programas y campañas, que permitan prevenir accidentes y reducir el número de ilícitos en las vías generales de comunicación, bajo una renovada cultura de la seguridad en el transporte.</li> <li>9. Promover la integración de los diferentes servicios de comunicaciones, con el fin de ofrecer mejores enlaces, nacionales e internacionales, incorporando el uso de tecnología de punta.</li> <li>10. Consolidar la transformación organizacional y administrativa del Sector, para volverlo más eficiente y para apoyar la rectoría, regulación y promoción, a cargo de la autoridad federal.</li> </ol>
<p>II. Mejorar la calidad, acceso, eficiencia y cobertura de los servicios de transporte y comunicaciones, con el propósito de apoyar la competitividad y productividad de la economía.</p>	
<p>III. Contar con la infraestructura y los servicios de transporte y comunicaciones, con niveles de seguridad suficientes que permitan el tránsito de personas y bienes, a través de las vías generales de comunicación, con tranquilidad y confianza.</p>	

TABLA II.C-1. OBJETIVOS Y LINEAMIENTOS GENERALES DEL PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SECTOR COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 1995-2000.

FUENTE: PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SECTOR COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 1995-2000



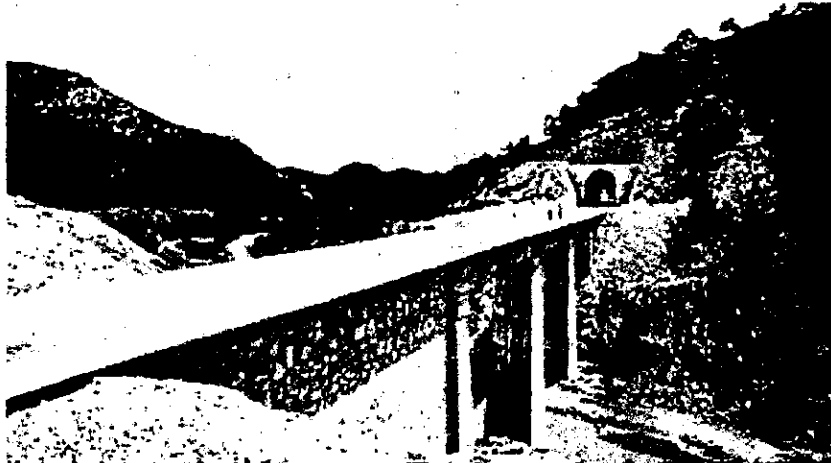
## D. OBJETIVOS DE LA PRIVATIZACION.

Generalmente, la finalidad central de una reestructuración es atender cada mercado de manera que se logren las máximas utilidades financieras o beneficios socioeconómicos determinados mediante acuerdos con el poder público. En el caso de México, la privatización del sistema ferroviario se da de una forma muy singular, ya que los cambios no solo procuran "las máximas utilidades financieras o beneficios" sino que también tratan de proteger la soberanía de los bienes del Estado y la economía mediante limitaciones a las tarifas y poniendo un tiempo límite de participación de la iniciativa privada en los ferrocarriles.

Al contemplar el proceso de privatización en F.N.M., se establecieron dos condiciones previas: el respeto a la soberanía nacional y el respeto a los derechos de los trabajadores. Sobre estas bases se han definido lineamientos de la reestructuración, que llevarán a la empresa a cumplir con los siguientes objetivos:

- A. Modernizar el transporte ferroviario como eje de un sistema de transporte nacional articulado y funcional.
- B. Dotar al país de un transporte ferroviario seguro, eficiente y competitivo, que fomente la competencia dentro del sector y promueva el desarrollo del transporte multimodal
- C. Conservar la propiedad del derecho de vía y de la infraestructura en manos del Estado.

Para lograr el cumplimiento de estos objetivos se requirió modificar el marco legal prevaeciente en México dando como resultado la Nueva Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, la cual se describirá en el siguiente subcapítulo.



## **E. PLAN GENERAL DE PRIVATIZACION DE LAS LINEAS FERROVIARIAS.**

Siguiendo la secuencia de los dos subcapítulos anteriores, a continuación se profundiza en el Programa de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes 1995-2000, no sin antes comentar los cambios necesarios para lograr la reestructuración (privatización) de las líneas ferroviarias en materia de leyes. Además se describirán las estrategias impuestas con base en el nuevo régimen legal para alcanzar los objetivos señalados en el inciso D de este documento.

### **E.1. Marco Jurídico.**

#### **E.1.1. Reformas a la ley.**

Para poder realizar la privatización de F.N.M. fue necesario modificar el marco jurídico prevaeciente en la Constitución Mexicana. En el año de 1983 el marco jurídico fue modificado en el sentido de ubicar a los ferrocarriles como una área estratégica cuyo control era exclusivo del Estado. Durante el período que comprende de 1983 a 1995 se operó bajo ese esquema. Ahora, con las nuevas leyes es posible un régimen jurídico mixto en el cual pueden tomar parte tanto los capitales privados como los sociales mediante una concesión.

Con la finalidad de lograrlo, se recurrió a modificar el artículo 28, párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que consideraba a los ferrocarriles como una actividad exclusiva del Estado. El cambio a esta ley fue promovida por el presidente Ernesto Zedillo. En dicha reforma, los ferrocarriles dejan de ser una actividad exclusiva del Estado, pero mantiene su papel rector en el desarrollo nacional. De esta forma será posible reestructurar el sistema ferroviario, mediante el establecimiento de un régimen de concesiones y permisos que permitan estimular la inversión privada, nacional y/o extranjera.

Los conceptos jurídicos anteriores siguen la lógica del Plan Nacional de Desarrollo (PND) el cual señala los compromisos, las metas y medios del gobierno de México para lograr el desarrollo de la nación en los próximos años (véase inciso C.3 de este capítulo).

Con estas bases (la reforma al artículo 28 y el P.N.D.) fue posible la elaboración de La Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, que permitirá la participación de los capitales privados en el desarrollo de los ferrocarriles mexicanos, además de regular la participación de éstos, conserva el carácter de soberanía sobre el sistema ferroviario y protege a los usuarios de abusos.

#### **E.1.2. Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario.**

Esta ley explica las características de las concesiones y de los permisos que posibilitan la participación de inversionistas privados en la construcción, operación y explotación de vías férreas, la prestación de servicio ferroviario de transporte de pasajeros y de carga, y transvase de líquidos, talleres de mantenimiento de equipo, terminales de carga, transbordo y operación de los equipos.

Esta ley previene la devolución de la infraestructura y bienes ferroviarios perteneciente a F.N.M. cuando sea necesario (Art. 23), o de efectuar una requisa (Art. 56). Se da libertad a los concesionarios de fijar tarifas del servicio, siempre y cuando haya competencia efectiva, es decir, siempre que existan al menos dos prestadores del servicio ferroviario o dos modos de transporte en la misma ruta o en rutas alternas viables. También se faculta a la Comisión Federal de Competencia a establecer bases tarifarias. Esta ley brinda confianza a los inversionistas a realizar inversiones a largo plazo, además protege a usuarios y concesionarios de prácticas monopólicas o trato discriminatorio.

A la Secretaría de Comunicaciones y Transportes le corresponde la facultad de planear, conducir políticas, determinar especificaciones técnicas y regular el desarrollo ferroviario, supervisar su seguridad y eficiencia operativa, así como normar las relaciones entre concesionarios y usuarios del servicio.

## *E.2. Lineamientos generales de las concesiones.*

A continuación se presentarán los lineamientos generales de una concesión, es decir, las reglas a las cuales queda sujeta la empresa en el manejo de los ferrocarriles y por parte del Estado, hasta donde éste puede intervenir en el desarrollo de la concesión.

- Las concesiones y permisos podrán otorgarse, mediante licitación pública.
- El plazo de la concesión durará como máximo 50 años, con posibilidad de prorrogarse otros 50 años.
- La inversión extranjera podrá participar hasta con el 49 % del capital social, porcentaje que podrá ampliarse previa resolución favorable de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras.
- Los concesionarios operarán con base en criterios de mercado y podrán fijar sus propias tarifas.
- El Estado solo podrá intervenir cuando se den condiciones o prácticas que disminuyan, dañen o impidan la competencia.
- Respecto a los centros de control de tráfico, éstos deberán establecerse en territorio nacional y a su vencimiento, los bienes del dominio público revertirán al gobierno mexicano.
- Aun cuando la reestructuración de Ferrocarriles prioriza el transporte de carga, el Estado mexicano, quien conservará el derecho de vía e infraestructura, mantendrá los servicios de pasajeros en las comunidades aisladas que no cuentan con otro medio de transporte.

## *E.3. Estrategia de reestructuración.*

Existen diversas estrategias de reestructuración como lo indica la investigadora Carmen Guadalupe Morales Pérez (investigadora del Instituto Mexicano de Transporte) en su artículo publicado en Internet y denominado "Opciones de Reestructuración de empresas ferroviarias", en donde expone algunos ejemplos de reestructuración tales como el ferrocarril monolítico, organización según los géneros de actividades comerciales, acceso competitivo, el mayorista y el ferrocarril de peaje, entre otros.

La estrategia de reestructuración del sistema ferroviario mexicano, que se ha definido a partir de evaluaciones realizadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes así como de F.N.M. y complementado con experiencias internacionales en procesos de concesión del servicio en otros países, se basa en un sistema de segmentación regional. La segmentación regional permite que la responsabilidad global recaiga en empresas concesionarias responsables de la infraestructura y de la operación e integradas verticalmente por región.

Este esquema integra en una sola unidad de negocios todas las variables que inciden en el sistema ferroviario (vías, equipo, talleres, personal, etc.) y propicia una operación enfocada a la necesidades del mercado; se minimiza la complejidad normativa y operativa, se estimula la operación de acuerdo con las necesidades regionales; se racionaliza el funcionamiento de los servicios y se agiliza la respuesta de las empresas a los cambios estructurales de la economía.

De esta manera, la reestructuración de los ferrocarriles, planteó la creación de tres empresas regionales y una responsable de las operaciones en la terminal del Valle de México, además de la línea corta mas importante que es la del Ferrocarril Chihuahua al Pacífico. Dichas empresas regionales se integraron verticalmente y son responsables de operar, comercializar, mantener y ampliar la infraestructura. Las líneas cortas o especializadas, se concesionarán a empresas regionales o bien a operadores independientes.

### E.4. Integración de las Unidades Regionales.

La integración de las unidades regionales, que de aquí en adelante se les nombrará EMPRESAS, quedaron conformadas de la siguiente forma:

- I. FERROCARRIL DEL NORESTE: esta empresa estará constituida por los corredores Ahorcado-Nuevo Laredo, Monterrey-Matamoros, Aguascalientes-Tampico, México-Veracruz (Via Jalapa), México-Lázaro Cárdenas, Acámbaro-Escobedo y la doble vía electrificada México-Querétaro. Esta empresa tendrá sede en Monterrey, Nuevo León.
- II. FERROCARRIL DEL PACIFICO-NORTE: quedará formada por los corredores Querétaro-Guadalajara-Manzanillo, Benjamín Hill-Mexicali, Irapuato-Ciudad Juárez, Guadalajara-Nogales, Tampico-Monterrey-Torreón, Saltillo-Piedras Negras y México-Querétaro (línea no electrificada). La empresa tendrá sede en Guadalajara, Jalisco.
- III. FERROCARRIL DEL SURESTE: conformada por los corredores México-Veracruz (Mexicano), Córdoba-Medias Aguas, Veracruz-Tierra Blanca, Coatzacoalcos-Salina Cruz y Coatzacoalcos-Mérida. La empresa estará ubicada en Veracruz.
- IV. TERMINAL DEL VALLE DE MEXICO.
- V. LINEA CORTA CHIHUAHUA AL PACIFICO.

### E.5. Lineamientos generales para la apertura a la inversión en el Sistema Ferroviario Mexicano.

Los lineamientos generales para la apertura a la inversión en el Sistema Ferroviario Mexicano fueron dados a conocer el 13 de noviembre de 1995 por la S.C.T., y dicho documento contiene los aspectos fundamentales que deben cumplir los interesados en participar, a través de licitaciones públicas, en los títulos representativos del capital social de las empresas ferroviarias.

#### E.5.1. Empresas ferroviarias.

Las empresas ferroviarias son sociedades, cuyo patrimonio se integra por sus activos y por un título de concesión por un cierto tiempo, otorgando al amparo del artículo 10 de la Ley reglamentaria del Servicio Ferroviario para operar, explotar, y en su caso, construir vías férreas, a fin de prestar el servicio público de transporte ferroviario y los servicios auxiliares que se señalen en el respectivo título, en la región y en las rutas que en el mismo indiquen.

Una empresa ferroviaria está constituida por cada una de las tres vías troncales que conforman el sistema ferroviario: Pacífico-Norte, Noreste y Sureste. Además, existirá otra empresa que se hará cargo de manejar la terminal del Valle de México, y para el caso de las líneas cortas o especializadas también se otorgarán las concesiones correspondientes a través de licitaciones públicas.

#### E.5.2. Etapas para obtener los títulos representativos del capital social de una empresa.

El proceso para la enajenación de títulos representativos del capital social de las empresas ferroviarias consiste de tres etapas, las cuales se mencionan a continuación en orden de seguimiento:

1ª. Etapa. Registro de los empresarios interesados: tiene por objeto identificar a las personas o grupos, con la intención de invertir en el Sistema Ferroviario Nacional, a los cuales se les extenderá una constancia de registro, y se les entregará un cuestionario informativo y un perfil básico, técnico y económico del Sistema Ferroviario.

2ª. Etapa. Valuación técnico-financiera de los ferrocarriles: se llevará a cabo por peritos acreditados por la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales, para que la S.C.T. cuente con los elementos de juicio, que aseguren una adecuada retribución al Estado en el proceso de concesionamiento.

3ª. Etapa. Esta etapa contempla las licitaciones específicas de cada empresa y en estos casos, la S.C.T. expedirá las convocatorias para la licitación de los títulos representativos del capital social de cada una de las empresas ferroviarias, las cuales serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

Las convocatorias describirán, principalmente, el objeto de la licitación, el calendario de inscripción y participación de los interesados, la garantía de las propuestas, los derechos de los participantes, la forma y los términos de presentación de ofertas, los criterios de adjudicación, los términos en que se expedirá el fallo, y las condiciones para declarar desierta o suspendida la licitación.

Esto se ejemplifica con el primer intento de concesión de la línea ferroviaria del Ferrocarril Chihuahua al Pacífico. El 9 de octubre de 1996 la S.C.T. declaró desierta la licitación. La única propuesta recibida provino de una gran empresa minera mexicana, asociado un ferrocarril norteamericano, y quedó por abajo de la base mínima estimada por la S.C.T. para dicha licitación.

En su programa de trabajo 1997, dado a conocer el 21 de enero del mismo año, la S.C.T. menciona entre las acciones para el transporte ferroviario: "continuar el proceso de desincorporación del sistema ferroviario mexicano mediante la licitación de las acciones representativas del capital social de las empresas operadoras de las dos líneas troncales restantes por concesionar: la del Pacífico-Norte y la del Sureste; así como de las diversas líneas cortas. Todo ello con estricto apego a la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario."

En las licitaciones los interesados deberán obtener la autorización de la S.C.T., demostrando su capacidad técnica, administrativa y financiera, señalar y presentar la solicitud correspondiente a la empresa ferroviaria de su interés, cumplir los requisitos de la convocatoria y sus bases, depositar una garantía, la cual será devuelta a los participantes, incluidos los devengados, al concluir la licitación.

Además todos los participantes autorizados recibirán la información de cada una de las empresas. Podrán realizar visitas a las instalaciones y conocer la información de anteproyecto del título de concesión. Tendrán derecho de presentar sus proposiciones. La emisión del fallo se otorgará a favor de la propuesta que ofrezca las mejores condiciones económicas para el Estado y la S.C.T..

"El segundo caso de concesión fue el del Ferrocarril del Noreste, ganada por una empresa naviera mexicana en diciembre de 1996, con una oferta de 11 mil 71 millones 900 mil pesos."

### E.5.3. Licitaciones declaradas desiertas.

La S.C.T. como se mencionó antes, puede declarar desierta una licitación, en caso de no encontrar satisfactorias las propuestas económicas, si no cumple con los principios fundamentales de los Lineamientos Generales, o si no se aseguran las mejores condiciones de eficiencia en los servicios ferroviarios para el país.

### E.6. El elemento humano.

Un elemento que también se debe analizar es el referido al elemento humano, es decir, los miles de trabajadores de ferrocarriles que laboran en la empresa F.N.M. En el Programa de Trabajo 1997 publicado por la S.C.T. se señala que habrá de "garantizar durante el proceso de concesionamiento el pleno respeto a los derechos de los trabajadores activos y jubilados de F.N.M.", lo cual da un respiro a los temores que sobre despidos masivos se tuvieron al principio de las privatizaciones. Por supuesto, el ajuste al personal de confianza y las recontrataciones ya se dieron al iniciar las operaciones de Transportación Ferroviaria Mexicana (empresa que controla el ferrocarril del Noreste), pero no se ha generado demasiado problema.

En el proceso de privatización, es frecuente que el comprador establezca como condición la rescisión del contrato colectivo vigente, la liquidación de los trabajadores y el derecho a recontratar al personal que a él le parezca conveniente. En este proceso existe el peligro real de que las nuevas condiciones de trabajo no solo eliminen disposiciones contractuales nocivas para productividad, sino que de paso afecten derechos legítimos de los trabajadores. Cabe agregar, que los trabajadores del ferrocarril deberían ser considerados como una base del funcionamiento de los ferrocarriles mexicanos, ya que ellos poseen la experiencia y la disposición a hacer que las nuevas empresas funcionen bajo el recién ingresado esquema de privatizaciones.

### E.7. Conclusiones.

En la reestructuración de los ferrocarriles se busca un cambio hacia la eficiencia y la rentabilidad de una empresa que ha estado durante casi toda su historia sujeta a los designios del Estado que aunque sus aciertos ha tenido, los errores distinguen su desempeño. Se busca revertir la pérdida de la participación del ferrocarril en el intercambio de bienes, apoyar nuestro comercio exterior, servir al pasaje en los poblados que no cuentan con otra alternativa, entre otras prioridades.

En base a lo visto en todo este capítulo, se pueden concretar las siguientes ideas:

1. El ferrocarril tiene un gran potencial de desarrollo en todos sus aspectos y puede llegar a considerarse como base del transporte mexicano. Sin embargo, nuestro ferrocarril parece tener sus mejores oportunidades en el transporte de carga.
2. Para lograr los objetivos de eficiencia y economía, el ferrocarril debe ser moderno lo que exige cuantiosas inversiones de capital, pero, puede empezarse por un nuevo tipo de "administración moderna" que sea responsable, con finanzas sanas y que planee sus metas a futuro. El manejo gerencial moderno exige una mayor capacidad de decisión en los agentes del ferrocarril in situ. El elemento humano en puestos gerenciales y dirección será decisivo en el desarrollo del ferrocarril como empresa.
3. El sector ferroviario debe obtener un nivel de competencia en comparación con los demás modos de transporte, para lograrlo debe mejorar el servicio que ofrece, aumentando la seguridad, eficientando sus operaciones, reduciendo tiempos de recorrido, ampliar, mejorar y modernizar la infraestructura. El ferrocarril debe formar parte del transporte intermodal para ser mas rentable. Por esto necesitará infraestructura adecuada para realizar intercambio de mercancías con otros tipos de transporte (marítimo, autotransporte y aéreo). En Estados Unidos y Canadá, la reestructuración del transporte en torno a los ferrocarriles está conduciendo a los consolidación de super-empresas transportistas multimodales (mega-carriers), que integran en grandes consorcios a importantes terminales marítimo-portuarias, terminales interiores de carga especializadas, ferrocarriles y empresas de autotransporte, para ampliar con ello su acceso a mercados mas grandes y diversificados, cuya conquista se basa en las economías de escala, la integración de servicios inter y multimodales y un mayor alcance geográfico.
4. El sistema ferroviario debe responder a las necesidades de un mercado que crece y que demanda mas y mejores servicios, razón que justifica la privatización de las líneas ferroviarias, ya que una empresa privada puede reaccionar mejor a las solicitudes del mercado.
5. La Ingeniería Civil tendrá un papel determinante en el desarrollo de los ferrocarriles, ya que ella participará en la creación de nueva infraestructura en todas sus etapas (planeación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y revisión del desempeño de las obras), así como en la aplicación responsable de tecnologías en favor del sistema ferroviario.
6. Con la modernización del ferrocarril, éste proporcionará oportunidades de negocio, entre las cuales se identifican las siguientes (ver siguiente cuadro):

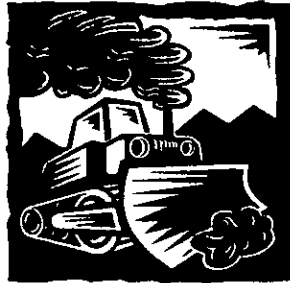
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nueva infraestructura</li> </ul>	<p>Se reducirán costos operativos, al contar con más líneas, además de que se favorece la comunicación interna del país y del extranjero. Específicamente las oportunidades de inversión pudieran ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vía directa Manzanillo - Tampico.</li> <li>México - Puebla.</li> <li>Durango - Mazatlán.</li> <li>Vía directa México - Tampico.</li> <li>Vía directa Tampico - Veracruz.</li> <li>Veracruz - Coatzacoalcos.</li> <li>Salina Cruz - Oaxaca - Lázaro Cárdenas.</li> <li>Cd. Juárez - Ojinaga.</li> <li>Aguascalientes - Guadalajara.</li> <li>Chihuahua - Cd. Acuña</li> <li>Cd. Juárez - Ojinaga.</li> </ul> <p>Terminar líneas que se empezaron a hacer, pero que se detuvo su construcción, o continuar líneas que pudieran comunicar grandes poblaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Oaxaca - Ixtepec.</li> <li>Oaxaca - Salina Cruz</li> <li>Durango - Culiacán.</li> <li>Escalón Sufragio.</li> <li>Saltillo - F. Pescador.</li> <li>Cuautla - Lázaro Cárdenas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Operación administración</li> </ul>	<p>Se concesionarán las líneas ya existentes, con lo que se mejorarán los índices de servicio y seguridad. Principalmente se podrán concesionar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ferrocarril Pacífico - Norte</li> <li>Ferrocarril del Noreste.</li> <li>Ferrocarril del Sureste.</li> <li>Ferrocarril Chihuahua - Pacífico.</li> </ul> <p>Además podrá concesionarse la operación y mantenimiento de terminales: Terminal del Valle de México, que junto con esta se concesionará el servicio de patios.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento rehabilitación</li> </ul>	<p>Principalmente se tendrán beneficios en cuanto a, dar alivio a la insuficiencia de Ferronales para invertir y mantener un parque amplio de maquinaria, de vía y dar cabida a la participación de la iniciativa privada. Desde hace tres años, los trabajos de mantenimiento y rehabilitación mecanizada de las vías de la red básica prioritaria se contratan. En el mediano plazo, cuando se cumpla totalmente el alcance de los trabajos de la iniciativa privada, se destinará la red básica prioritaria al sector privado y a FNM la estratégica y complementaria. Anteriormente este tipo de trabajos lo realizaba en forma exclusiva por Ferronales.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Servicios anexos</li> </ul>	<p>Dentro de los servicios anexos se tiene oportunidad de inversión en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bodegas</li> <li>Talleres</li> <li>Servicios dentro de las terminales:</li> <li>Servicio de Limpieza</li> <li>Sistemas de cobro (taquillas, personal, información), se puede implementar un nuevo sistema, etc.</li> <li>Restaurantes, bares, tiendas.</li> <li>Servicios de grúa en patios.</li> </ul>

TABLA II.E-1. NICHOS DE MERCADO DE LOS FERROCARRILES MEXICANOS.  
FUENTE: PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SECTOR COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 1995-2000



# CAPITULO III. LA INGENIERIA CIVIL EN EL DESARROLLO DE LOS FERROCARRILES.

## A. METODOS CONSTRUCTIVOS DE VIAS EN EL FERROCARRIL (VIA CLASICA Y VIA ELASTICA).



La construcción de vías de ferrocarril se puede dividir básicamente en dos etapas: las terracerías y la superestructura. El procedimiento constructivo de las terracerías para vía clásica y elástica es el mismo, sin embargo, los elementos de la superestructura difieren en los dos tipos de vía y por lo tanto en el tendido de ésta.

En los métodos de tendido de vía a los que hace mención este trabajo, suponen que la terracería ya se encuentra construida y los métodos constructivos explicados hacen énfasis en los procedimientos para reemplazar la vía clásica por vía elástica, por considerar que esta categoría de construcción de vía será la más recurrida en la reestructuración de los ferrocarriles, porque en una primera etapa será necesario reemplazar muchos kilómetros de vía clásica por la vía elástica, que proporciona mejores condiciones de transporte. Para el caso particular del FPN se cuenta con 55% de vía elástica del total de la longitud de este ferrocarril.

### A.1. Construcción de terracerías.

El desarrollo en Mecánica de Suelos, Movimiento de Tierras y Compactación de Suelos, hace posible la creación terracerías estables y bien construidas. Para lograr la formación de buenas terracerías en ferrocarriles es necesario contar con materiales adecuados para cumplir con el fin de soportar las cargas estáticas y dinámicas transmitidas por la superestructura y los trenes en movimiento, sin sufrir deformaciones significativas que alteren las condiciones de operación y seguridad establecidas. Dentro de la construcción de terracerías será fundamental la compactación de los materiales y para asegurar una buena compactación se observan las siguientes etapas de construcción de terracerías:

- 1) **TRAZADO Y REFERENCIACION DE LOS TRABAJOS.** Esta operación consiste en colocar estacas que proporcionen una guía para poder realizar los trabajos posteriores. Se ponen estacas a cada lado de la línea de centro, en los puntos en que el talud lateral del corte o del terraplén interseccione la superficie del terreno natural. Dichas estacas deben ser referenciadas, porque en caso de perderse será posible volver a ubicar los puntos requeridos, basándose en mediciones topográficas previas, en las cuales se ubican estos puntos mencionados con respecto a otros preferentemente fijos y fuera del derecho de paso.

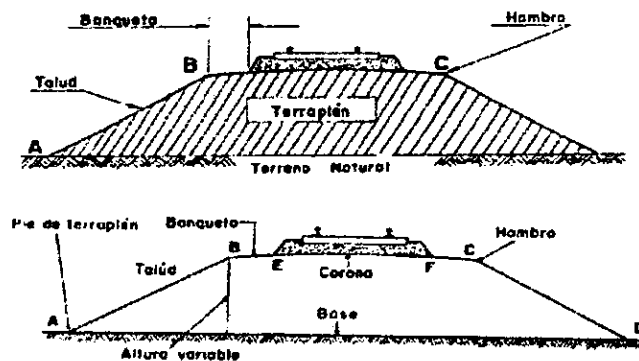
- 2) **DESPALME Y DESMONTE DEL TERRENO NATURAL.** En esta etapa se remueven obstáculos que se encuentren dentro del área marcada previamente, es decir, que estorben el derecho de paso del ferrocarril, así como las áreas destinadas a servir como bancos de préstamo. El despalme consta de las siguientes etapas:
- Tala:** consiste en cortar los árboles y arbustos. Los tocones (residuos de árboles cortados) son preferentemente cortados hasta el nivel del suelo. El A.R.E.A. recomienda que ningún tocón más alto que su diámetro y cuya superficie esté a unos 3 ft (pies) del punto más alto del terraplén, sea permitido dentro del derecho de paso. Para esta etapa se recurre por lo general al siguiente equipo: Bulldozer, motosierras y equipo similar.
  - Rosa y desenraice:** Se remueven raíces de arbustos y otra vegetación que pueda interferir en un futuro dentro del derecho de paso. En el ferrocarril esta operación se realiza hasta unos cinco centímetros de profundidad.
  - Limpia y quema:** se retira el producto del desmonte, se estiba y quema lo que no sea utilizable.
  - Despalme:** es práctica común preparar el terreno natural antes de la construcción, eliminando un cierto espesor de su superficie. Este despulme suele llevarse a profundidades no mayores a los 30 cm y frecuentemente menores que esta cantidad. Esta acción evita los movimientos en los terraplenes, pues la cobertura vegetal superficial generalmente es un material suave y compresible, que puede afectar a los terraplenes de baja altura. También se elimina la materia orgánica vegetal susceptible de causar problemas por crecimiento posterior, bajo terraplenes de escasa altura.
- 3) **ENRASE DEL TERRENO.** Esta operación tiene como propósito el nivelar el terreno hasta la línea de proyecto denominada como Subrasante o perfil del eje de terracerías. Se tienen dos opciones: corte o terraplén. En caso de presentarse un terraplén, el suelo natural, si está compactado pobremente, éste deberá ser arado o revuelto hasta una profundidad de 6 a 12 pulgadas, humedecido y finalmente compactado. La limpieza puede realizarse a mano; sin embargo hoy en día se utilizan Bulldozers adimentados con un arado o rasgador (stripper). Si el suelo natural no es muy profundo, se le puede dar el tratamiento arriba descrito o se recurre a reemplazarlo con materiales de características más estables.
- 4) **ESPARCIMIENTO DEL MATERIAL DEL TERRAPLEN.** Esta operación consiste en colocar el material excavado dentro del terraplén en capas delgadas y del mismo grosor, con el fin de mejorar la compactación. El grosor de las capas puede variar de 6 a 18 pulgadas, dependiendo del tipo de suelo y del equipo que se vaya a utilizar para compactar. El grosor de 6 pulgadas se utiliza cuando se requiere la mayor intensidad. El material puede ser colocado de las siguientes formas:
- Por motoescrapas
  - Por vagones jalados por tractores en combinación con Bulldozers
  - Mediante el lanzamiento del material desde carros del ferrocarril y esparcimiento de éste con Bulldozers o se puede utilizar una hoja de esparcimiento sobre la vía.
  - En caso de la roca, ésta puede esparcirse en capas del tamaño de las partículas de roca, pero sin exceder las 18 pulgadas.
- 5) **COMPACTACION.** Esta operación resulta de comprimir y vibrar cada capa de suelo como fue colocada para apretar las partículas a un grado de humedad apropiado. Cada capa debe ser esparcida homogéneamente y compactada de hombro a hombro de la sección. Un buen trabajo de compactación resulta del cuidadoso curso del equipo pesado de transporte y esparcimiento del material sobre la superficie del área a compactar; adicionalmente se compacta con equipo especializado como lo son aplanadoras que utilizan cilindros planos o los conocidos como "patas de cabra".
- Existen casos especiales para las arenas y gravas, las cuales no reciben una adecuada compactación si solamente se repasan con la aplanadora. Este tipo de suelos requiere vibración. Para lograr este efecto en la compactación existen vibradores mecánicos de diversos tipos. En caso de no contar con este equipo, los tractores y bulldozers de oruga que son utilizados para el transporte y esparcimiento del material, pueden proveer de la vibración necesaria.
- Se debe poner atención en los linderos con puentes y alrededor de alcantarillas colocadas adelante de las sobreelaciones de las curvas. El espacio es limitado en estos casos y por lo tanto a veces los equipos mencionados anteriormente no proveen de la compactación necesaria para no permitir la formación de arcos o hundimientos diferenciales. En estos casos se recurre a la "compactación a mano", en la cual se utilizan martillos de aire que lograrán una compactación adecuada.

En cuanto al contenido de agua, este se determina de antemano mediante pruebas de laboratorio (prueba Proctor y Porter modificada). La humedad adicional que requiera el suelo puede ser agregada al material esparcido mediante riego desde carros-tanque o pipas después de que a la capa se le haya hecho una serie de incisiones para asegurar la distribución homogénea de la humedad. La humedad se puede proporcionar también mediante el represado y estancamiento del agua sobre el suelo antes de ser excavado.

Se debe asegurar que siempre se rocíe algo de agua sobre la superficie del terraplén para evitar que éste se seque demasiado (excepto en climas lluviosos), pero sin llegar a formar lodos. Para obtener la máxima densidad económica, se debe lograr un balance en el contenido de agua, tipo de suelo, tamaño y tipo del equipo de compactación y del número de pasadas.

Generalmente todos los materiales puede compactarse con las operaciones descritas con un número de pasadas a media rueda que varía entre 2 y 5 pasadas.

- 6) **ACABADO.** Los últimos dos o tres pies del terraplén requieren de especial atención. Se debe proporcionar el mejor material (el material más grueso), el cual se guarda para esta porción del terraplén. Este material debe contener muy poca cantidad de arcilla. Se puede traer grava u otro material de buenas características desde un banco de material. Es común que el equipo de transporte y compactación dejen la superficie dispereja y con surcos. Este tipo de superficie debe evitarse porque deja porciones suaves que pueden formar bolsas de agua. Las últimas capas del terraplén deben ser trabajadas en capas muy delgadas, utilizando para la compactación rodillos lisos y equipo con llantas, evitando las orugas.
- Finalmente, el terraplén debe ser construido de 2 a 3 pulgadas sobre el nivel de diseño y el material sobrante se corta para proporcionar la superficie lisa necesaria. El terraplén debe tener un ligero bombeo, recomendándose de 2 a 4% de pendiente desde el centro hacia los lados, para facilitar el drenaje. El ferrocarril utiliza 1:8 como pendiente desde un punto a 4 pies mas allá del centro de la vía.
- 7) **INSPECCION.** Continuamente es necesario inspeccionar el trabajo de compactación para asegurar la correcta densidad del material. Muchas circunstancias pueden llevar a compactaciones inadecuadas y esto debe ser evitado. El error que más frecuentemente se comete es el contenido incorrecto de agua. Otras situaciones que se deben evitar son:
- Esparcir capas de material muy gruesas, lo que resulta en una compactación inadecuada y dispereja.
  - Se dan pocas pasadas, resultando en una compactación desigual.
  - Se debe evitar el suelo congelado. Se forman cúmulos de agua congelada que con el tiempo darán lugar a hundimientos.
  - Compactación inadecuada en las vueltas. Se dejan grandes vacíos o huecos con agua en el terraplén.
  - Utilización de rocas muy grandes en el terraplén, lo que dará como resultado una compactación inadecuada. Esto genera secciones de poca consistencia, bolsas de agua y vacíos.
  - Se utiliza equipo de compactación inadecuado, es decir, muy ligero para el tipo de materiales, contenido de humedad y grosor de la capa.



Para obras de drenaje -cuyo objetivo es el de eliminar los escurrimientos de agua que puedan perjudicar la integridad de las capas que forman el terraplén -se deberán tener previsiones desde el principio de la construcción tomando en cuenta las indicaciones de diseño y verificando continuamente que dichas obras sigan el curso natural de los escurrimientos para evitar obras costosas y deficientes. A continuación se muestra los elementos que conforman las terracerías para un ferrocarril:

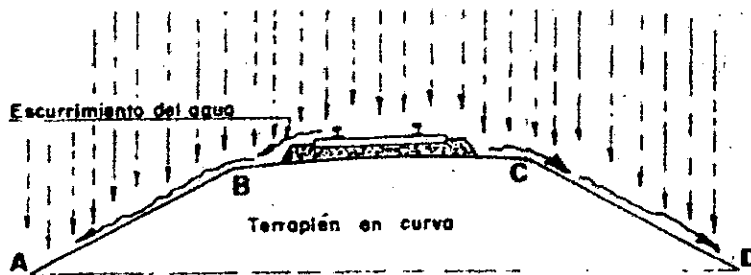
### A.2. Construcción de Vía Clásica.

La "Vía Clásica" es el sistema de vías constituido por los siguientes elementos: rieles, clavos de fijación, durmientes de madera, balasto, subbalasto y terracería. El Ingeniero Julio César Cortés Lira, alumno egresado de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. escribe acerca de la diferencia entre vía clásica y vía elástica (Capítulo II, inciso II.1 de la tesis denominada VIA ELASTICA):

"De lo anterior, vemos a simple vista que la diferencia estriba en los elementos de fijación y durmientes".

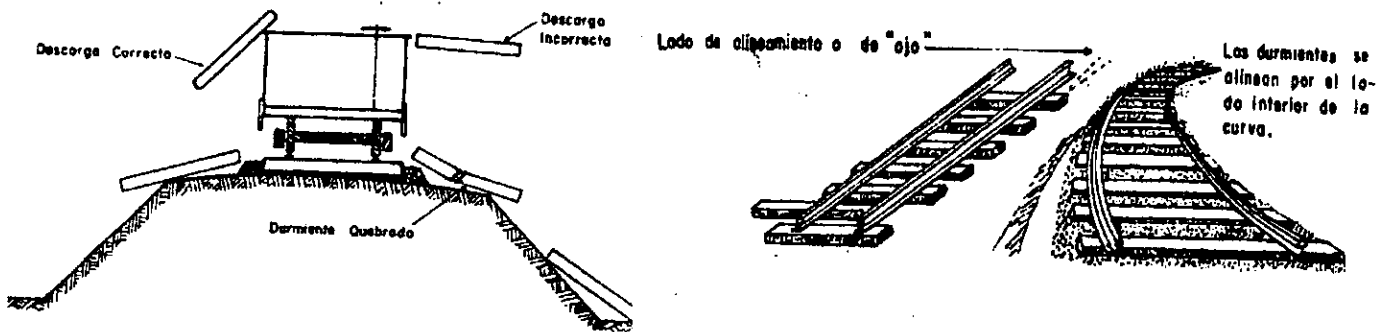
Sin embargo, los procedimientos constructivos para levantar una vía clásica difieren de los requeridos por la vía elástica, debido principalmente al auge que ha tenido esta última y que técnicamente podría decirse que ha desplazado a la primera. En el procedimiento constructivo de vía clásica considera los siguientes aspectos:

- Los durmientes de madera vienen muestados, es decir, con las incisiones necesarias para alojar los elementos de fijación riel-durmiente.
- Las terracerías ya se encuentran construídas.



ETAPA	DESCRIPCIÓN
DESCARGA DE DURMIENTES.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con un tren de trabajo entrando en retroceso que jale plataformas o góndolas para transportar los materiales, se depositan los durmientes sobre la terracería acomodándolos de atrás hacia adelante y alineando el lado izquierdo. Los durmientes se colocan a una distancia de 50 cm entre cada uno.</li> </ul>
MONTADO DE LOS RIELES.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizan los trabajos de barrenación correspondientes, ya sea que se utilicen clavos o tornillos. Se distribuyen sobre los durmientes las placas de apoyo (placas sobre las cuales se acomodarán los rieles).</li> <li>• Auxiliándose de una grúa, que puede estar montada en una plataforma, se descargan los rieles con las precauciones necesarias para evitar que éste se dañe (el riel se puede golpear con superficies duras o sufrir deformaciones si no se le carga adecuadamente). Los durmientes se colocan a partir del lado de ojo, que recibe una alineación esmerada, utilizando cuñas de expansión acordes con la temperatura.</li> <li>• En este proceso solo se fija el riel con los clavos necesarios para afirmar el riel en las llantas y centros. El resto del clavado del riel se realiza con máquinas una vez que ha sido alineado y asegurado el escantillón. Durante este proceso se debe cuidar no golpear el riel. De esta forma queda constituido un clavado de la vía provisional (sin balasto), y sobre el podrá seguir avanzando la locomotora de trabajo para seguir depositando los durmientes.</li> <li>• Al final de la jornada de trabajo, el último viaje de la locomotora de trabajo se destina a proporcionar una capa de balasto para enrasar los rieles con un volumen aproximado de 500 m<sup>3</sup> por Km., lo que corresponde a un 40% de la dotación final.</li> <li>• El tren avanza a medida del tendido provisional, para proseguir la distribución de durmientes, usando la vía sin balasto, tan solo por el avance de un día de labor.</li> </ul>

TABLA III.A-1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE VÍA CLÁSICA.  
 FUENTE: TESIS: "ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE UNA VÍA FERREA" ESCRITA POR EDUARDO QUINTERO GARRIDO (1986), FACULTAD DE INGENIERÍA.



### A.3. Construcción de la Vía Elástica.

La vía elástica es aquella que está formada por los siguientes elementos: rieles largos soldados (RLS), fijación riel -durmiente elástica, durmientes de concreto o de madera, balasto, subbalasto (puede o no haberlo, dependiendo del caso que se presente) y terracerías. Existen diversos métodos para construir vía elástica, pero clasificándolos de una forma general destacan dos: los métodos "fuera de vías" -que utilizan equipo de construcción fuera de la vía- y métodos "en la vía" -en donde se utiliza equipo que trabaja montado en la vía de ferrocarril.

Este trabajo se enfoca a los métodos dentro de la vía y en específico al cambio de vía clásica por vía elástica, porque durante la reestructuración de los ferrocarriles serán los procedimientos más utilizados, ya que gran parte de la red ferroviaria será necesario cambiar la vía clásica por vía elástica. A continuación se describirán 2 procedimientos de construcción de vía, que se consideran son los más eficientes y más rápidos. Estos métodos ya han sido utilizados en México y su aplicación es aceptable a cualquier otra línea con pequeñas variaciones de acuerdo con el tipo de riel a utilizar, durmientes, intervalos de tiempo, etc.

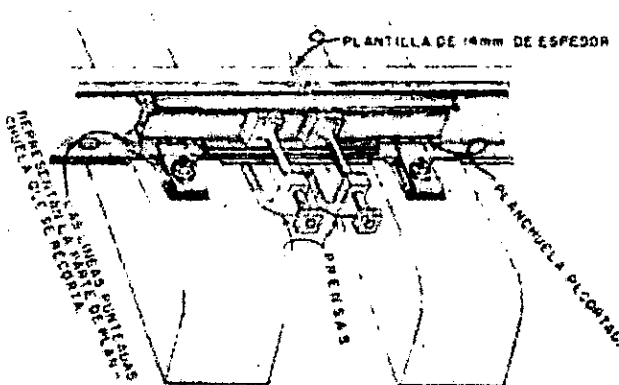
### A.2.1. Sistema constructivo de Vía empleando una combinación de pórticos fijos y un trineo.

**DESCRIPCION GENERAL.** Este sistema constructivo de vía elástica consiste en prefabricar en taller los tramos de vía moderna, integrados por rieles nuevos de 100 lbs/yd RE, de 39' (11.887 m) soportados sobre durmientes "RS" empleando el sistema de fijación riel-durmiente conocido por "fijación doblemente elástica". Después se cargarán estos tramos prefabricados en una serie de "lorrys", para descargarlos con el auxilio de una combinación de "pórticos" y un "trineo", según se explicará más adelante, sobre la cama de balasto donde existió la vía clavada que previamente fue desarmada y retirada para ser substituida por esta vía moderna.

**ALCANCES LOGRADOS.** Con este procedimiento constructivo se logra un avance de 400 a 500 metros lineales de vía rehabilitada, dentro de las 7 horas de intervalo disponible, para la circulación de dos trenes.

#### EXPLICACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.

1. En la propia planta donde se fabrican los durmientes "RS", o en un patio próximo al frente de trabajo, se prefabrican los tramos de vía moderna de 12 m de longitud, auxiliándose con una grúa viajera u otra grúa adecuada, para la rápida manipulación de los durmientes "RS" ya recibidos y los rieles nuevos de 100 lb/yd RE.
2. Los tramos de vía de 12 m prefabricados, serán cargados sobre pequeños trucks (lorrys), espaciados, de acuerdo con la capacidad de los mismos, para lograr una carga de 2 a 3 tramos sobrepuestos uno sobre otro, utilizando para manipular cada uno de estos tramos que pesan 5.3 toneladas, una grúa que tenga la capacidad necesaria.
3. Acoplando, con barras de conexión, los lorrys ya cargados, se formará un "tren de lorrys", el cual será movido con dos autoarmones equipados con motores de tipo industrial de 35 H.P. o similares. Un autoarmón ira al frente y el otro a la cola del tren de lorrys, lo cual se hará así, para disponer de suficiente fuerza tractiva y para evitar que los lorrys cargados puedan chorrear.
4. Antes de la llegada del tren de lorrys, al lugar donde se va a renovar la vía, ya se habrá desarmado la "vía clavada", pero teniendo cuidado de dejar todos sus materiales (rieles, durmientes, placas, etc.) a un mismo lado de la vía, debiendo quedar la superficie del balasto emparejada y bien nivelada. También se colocará la primera junta de dilatación.
5. Después se utilizará un trineo, que consiste en un tramo de vía de 12 metros, el cual es montado sobre un verdadero trineo, que puede desplazarse jalado, con un pequeño tractor con orugas, el que además viene equipado con un pequeño brazo, que sirve de grúa para facilitar la extracción de los "lorrys", según se explicará más adelante. Este trineo se emplazará, topando los extremos de sus rieles, con los extremos de los rieles de la vía clavada, a la que con anterioridad fue cortada la mitad de uno de sus rieles para dejar sus extremos frente a frente.
6. Ya en estas condiciones, todo está listo para recibir el tren de lorrys cargado con los tramos de vía prefabricados, el cual se hace avanzar lentamente, para estacionarlo sobre la vía provisional del trineo, debiendo aclararse aquí, que montados sobre los tramos de vía prefabricados, vienen apoyados los 2 pórticos equipados con gatos hidráulicos.
7. Haciendo actuar los gatos hidráulicos de los pórticos, se logra que las patas de los mismo se apoyen en la cama de balasto.
8. Ya entonces se fijan las grapas de agarre de los pórticos a los "hongos" de los rieles del primer tramo de vía prefabricado, el cual es elevado por la acción de los gatos hidráulicos.
9. Inmediatamente después se retiran los restantes tramos de vía, hacia atrás, al ser jalado el tren de lorrys por el autoarmón de la cola, quedando levantado el primer tramo de vía armado, sobre el trineo.
10. Entonces se retira la vía del trineo al ser jalada hacia adelante por el tractor de orugas, quedando libre la cama del balasto, en que éste se apoyaba anteriormente.
11. Pudiéndose ya bajar y asentar en el balasto, por la acción de los gatos hidráulicos de ambos pórticos, el primer tramo de vía prefabricado.
12. Inmediatamente después se procede a ejecutar un emplanchuelado provisional, entre los extremos de los rieles de la primera junta de dilatación que con anterioridad debió quedar colocada y los extremos de este primer tramo de vía moderna que así quedó colocado.



FORMA EN QUE DEBEN COLOCARSE LAS PRENSAS  
PARA EMPLANCHUELO PROVISIONAL.

13. Se hace retroceder inmediatamente el tren de lorrys hasta que se apoye en el primer tramo de vía elástica colocado y los pórticos volverán a apoyarse en el siguiente tramo de vía cargado en los lorrys, lo que se logra haciendo actuar de nuevo los gatos hidráulicos.
14. Vuelve a situarse el trineo topando los extremos de sus rieles con el primer tramo de vía ya colocado.
15. Y se adelanta el tren de lorrys para situarlo sobre el trineo, llevando consigo cargados ambos pórticos, los que por medio de sus gatos hidráulicos, se volverán a hacer descansar por sus patas en el balasto, para poder agarrar y levantar el siguiente tramo de vía prefabricado y después se vuelve a retroceder el tren de lorrys y se retira el trineo para dejar libre la cama del balasto en que por medio de los gatos hidráulicos se asentará el siguiente tramo de vía, la que será emplanchuelada según se explicó antes, para continuar la secuencia explicada en incisos 13, 14 y 15, lográndose así la descarga, colocación y emplanchuelado provisional de todos los tramos de vía, que venían cargados en el tren de lorrys, los cuales serán soldados al siguiente día de colocados.
16. Debe aclararse que al quedar libres los lorrys en que venía cargados los tres primeros tramos de vía, éstos son llevado hacia delante sobre la vía del trineo y sacados fuera de la vía y depositados a un lado de la misma por la acción del brazo de la grúa con que viene equipado el tractor de orugas.
17. Solo resta por aclarar, que al terminarse o interrumpirse por cualquier motivo la jornada de trabajo diaria, se podrá empalmar provisionalmente, el último tramo de vía moderna, con el tramo de vía clavada, mediante el empleo adecuado de un par de agujas del mismo del riel de la vía clavada, sin ser necesario cortar ni barrenar los rieles de ambas vías.

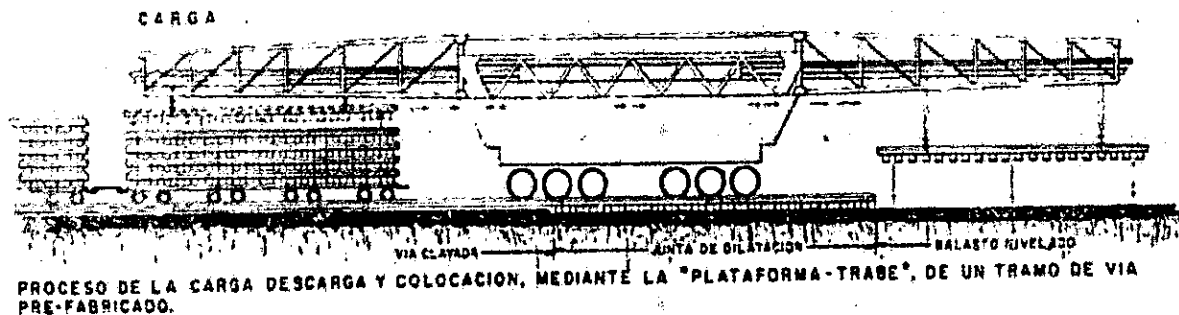
### A.2.2. Sistema constructivo de Vía utilizado por la S.N.C.F. (Ferrocarriles Franceses).

**DESCRIPCION GENERAL.** Este proceso consiste en prefabricar en taller los tramos de vía moderna contruídos con rieles nuevos de 100 lbs/yd RE, de 39' (11.887 m, pudiéndose utilizar el riel de cualquier otro calibre y largo) soportados sobre durmientes "RS", empleando un sistema de fijación de riel-durmiente conocida como "fijación doblemente elástica". Después se cargarán estos tramos prefabricado en plataformas de "lorrys", para descargarlos mediante el empleo de una "plataforma-trabe" especial, sobre la cama de balasto donde existió la vía clavada que previamente fue desarmada y retirada para ser substituida por esta vía moderna.

**ALCANCES LOGRADOS.** Este sistema en forma simplificada puede lograr un avance diario superior a 500 metros lineales, dentro de las 7 horas disponibles, entre los dos trenes que deben circular por ésta línea. Cabe aclarar que, aplicando este procedimiento con una mayor mecanización, la S.N.C.F. logra avances de 350 metros por hora de trabajo efectivo, lo que significaría, aplicándolo al intervalo de que se dispuso en la línea "F", se pudo haber alcanzado un avance diario superior a los 2,000 metros.

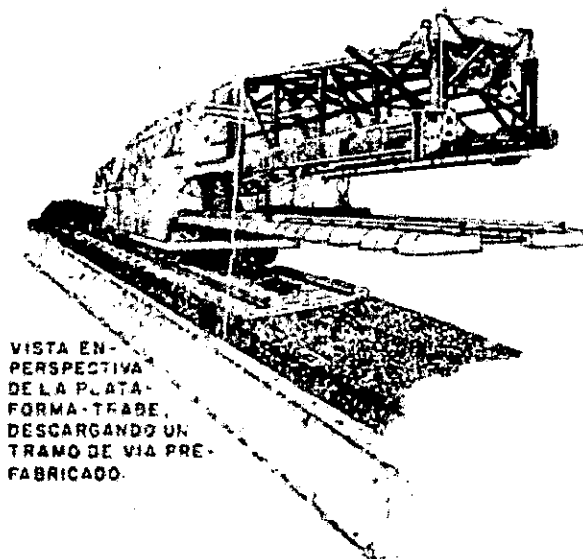
#### EXPLICACION DE PROCESO CONSTRUCTIVO.

1. En la propia planta donde se fabrican los durmientes "RS" o en un patio próximo al frente de trabajo, se prefabricarán los tramos de vía moderna de 12 metros de longitud, auxiliándose con la grúa viajera de la planta, o con una grúa auxiliar adecuada, para poder manipular con facilidad los pesados durmientes "RS" y los rieles nuevos de 100 lbs/yd RE.
2. Los tramos de vía de 12 m así contruídos, serán cargados, utilizando la grúa mencionada, en plataformas ligeras (con bastidor de 12 m x 1.80 m y trucks pequeños de lorrys), debiendo resistir estas plataformas una carga de unas 30 toneladas aproximadamente, para que puedan soportar el peso de 5 tramos de vía prefabricada sobrepuestos, que pesan 5.3 toneladas cada uno.





3. Se dispondrá de un equipo especial que denominaremos "plataforma-trabe" (que tiene sus propios sistemas de tracción y frenado), para cargar los tramos de vía prefabricados, que traen las plataformas de lorrys, y trasladarlos hacia el frente y descargarlos, sobre la cama de balasto donde existió la vía clavada, según se explicará con más detalle posteriormente.



VISTA EN-  
PERSPECTIVA  
DE LA PLATA-  
FORMA-TRABE,  
DESCARGANDO UN  
TRAMO DE VÍA PRE-  
FABRICADO.

4. Se formará un tren extra de lorrys, formado con la plataforma-trabe, al frente, seguida de las plataformas ligeras, cargadas con los tramos de vía y llevando a la cola uno o dos autoarmones con motores industriales de 35 H.P., cuyo tren circulará diariamente desde el campamento de montaje de los tramos de vía, hasta el frente de trabajo y viceversa, aprovechándose el viaje de regreso para cargar el material de recobro de la vía clavada.
5. Antes de la llegada del tren extra de trabajo al lugar donde se comenzarán los trabajos, ya se habrá desarmado el tramo de vía clavada, que se va a substituir con vía elástica y sus durmientes de madera, rieles y demás accesorios habrán sido extraídos fuera de la cama de balasto, depositándose en un solo lado de la vía, sobre sus terrenos colindantes. Se habrá emparejado y consolidado la superficie del balasto, de manera que puedan depositarse sin dificultad los tramos de vía prefabricada. También se habrá cortado uno de los rieles de la vía clavada para dejar ambos extremos frente a frente, para unirlos con los extremos de la primera junta de dilatación mediante un emplanchuelado provisional.
6. Después de ejecutar todos los trabajos preparativos, explicados anteriormente, está todo listo para recibir el tren de lorrys cargados, el cual, vendrá formado en el orden que se indicó en el párrafo 4, debiendo circular lentamente para pararse exactamente sobre la junta de dilatación.
7. Mediante la plataforma-trabe, usando sus ganchos especiales, se cargará el primer tramo de vía de 12 metros de longitud y una vez levantado, con los mecanismos y los motores que trae esta plataforma, se moverá la trabe hacia adelante, quedando el primer tramo de vía elevado sobre el balasto y accionando los malacates correspondientes se irá bajando lentamente dicho tramo hasta asentarlos en la cama de balasto, haciéndose topar los dos extremos de los rieles del tramo así colocado, con los de la junta de dilatación que ya fue colocada (pero teniéndose la precaución de colocar entre los extremos de los rieles una plantilla de riel de 100 lbs. de 14 mm de espesor para garantizar el espacio requerido para la soldadura aluminotérmica), procediéndose enseguida a ejecutar un emplanchuelado provisional, con el auxilio de las prensas.
8. En estas condiciones, podrá retroceder todo el tren en una longitud de 12 m, para dejar situada la plataforma-trabe, precisamente sobre el primer tramo de vía elástica descargado, pudiéndose entonces proceder con la descarga del segundo tramo de vía prefabricado, en la misma forma que se explicó en el párrafo 7 y repitiéndose este mismo proceso, hasta dejar vacía la primera plataforma de lorrys, con la colocación de los 5 tramos de vía que traerá cargados.
9. La plataforma-trabe trae además un sistema de vigas en cantiliver laterales y malacates viajeros, que sirven para cargar las plataformas de lorrys y descargarlas fuera de la vía, de manera que haciendo uso de estos dispositivos se podrá sacar fuera de la vía la primera plataforma ligera que quedó vacía, depositándola sobre el terreno colindante a la vía, pero en este caso, de lado contrario al que se depositaron los materiales de recobro.
10. Una vez sacada la primera plataforma, los autoarmones empujarán las restantes plataformas cargadas, arrimando la que venía en segundo lugar, hasta situarla junto a la plataforma-trabe, y repitiéndose las secuencias explicadas en los párrafos 7, 8 y 9, se logrará la descarga completa de todos los tramos de vía prefabricados, que se traían en el tren, y la construcción y emplanchuelado provisional de la vía elástica que deberá soldarse al día siguiente.

11. Al terminar o interrumpir por cualquier motivo los trabajos explicados anteriormente, se podrá empalmar provisionalmente, el último tramo de vía moderna colocado, con la vía clavada, mediante el empleo adecuado de una par de agujas, aseguradas con prensas.

#### A.4. Comparación de costos y beneficios entre la Vía Clásica y la Vía Elástica.

##### A.4.1. Costos.

El siguiente cuadro, muestra una comparación de los costos de materiales entre la Vía Clásica y la Vía Elástica por Km. con riel de 90 lb/yd en tangente o con curvatura mayor de 300 m. Los precios presentados en el cuadro mencionado son supuestos y solo tienen la finalidad de hacer resaltar la diferencia en costos entre los dos tipos de vía disponible.

ELEMENTOS	VIA CLAVADA			VIA ELASTICA		
	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Riel	90 ton	\$ 1,660.00	\$ 149,000.00	90 ton	\$ 1,660.00	\$ 149,400.00
Planchuelas 57 pares	1.62 ton	2,650.00	4,293.00	----	----	----
Tornillos 228 piezas	0.2 ton	4,130.00	826.00	----	----	----
Rondanas de presión	228 pzas.	0.75	171.00	----	----	----
Placas de Asiento, 3700 pzas.	19.8 ton	1,940.00	38,412.00	----	----	----
Clavos, 7400 pzas.	2.2 ton	2,780.00	6,116.00	----	----	----
Anclas	2720 pzas	5.20	14,144.00	----	----	----
Porciones soldadas	113 juntas	62.50	7,062.50	166 juntas	62.50	10,375.00
Durmientes	1850 pzas	30.00	55,500.00	1,680 pzas	30.00	50,400.00
Clavos adicionales a curvas	1.1 ton	2,780.00	3,058.00	----	----	----
Placas de hule acanaladas	----	----	----	3360 pzas	3.50	11,760.00
Tirafondos	----	----	----	6720 pzas	2.41	16,195.20
Grapas RN y soleras	----	----	----	6720 pzas	4.50	30,240.00
Juntas de dilatación	----	----	----	2 pares	----	7,000.00
<b>TOTALES</b>			<b>\$ 278,982.50</b>			<b>\$ 275,370.20</b>

TABLA III.A-7 COMPARACION DE COSTOS DE MATERIALES DE VIA CLASICA Y VIA ELASTICA.

FUENTE: F.N.M.

NOTA: para el costo del riel en la vía elástica, se ha considerado riel de recobro; en caso de utilizarse riel nuevo, no es necesario endurecer ni taladrar las puntas, lo que reduce el precio del riel.

Del cuadro anterior pueden hacerse las siguientes observaciones:

- La placa metálica de asiento utilizada para la vía clásica tiene un costo muy alto (13% del costo total de la vía clásica), por ser metálica. Esto nos obliga a considerar el número de estas placas que tendrán que ser almacenadas. Sin embargo, éstas podrán ser vendidas como chatarra o darles otros usos.
- Se observa que el costo por kilómetro de materiales es más barato para la vía elástica, esto, dentro de las condiciones económicas de México. Además de la ventajas técnicas que ofrece la vía elástica, resulta ser más económica.
- Aunque no aparece dentro de la tabla, es de conocimiento general que la vía elástica goza de una mayor vida útil y que los costos de mantenimiento son menores. Dadas estas circunstancias, la vía elástica es económicamente factible para sustituir a la vía clásica en el FPN.
- La vía elástica proporciona una fuerte economía no solo por gastos de conservación y renovación de la misma, sino por una gran disminución de los impactos y balanceos a que está sujeto el equipo rodante. En la conservación, la vía elástica ha conseguido sobre la vía clásica economías mínimas de un 30% y en ocasiones de hasta un 78%.
- En el cuadro anterior no se considera el costo inicial de construcción, que en el caso de la vía elástica es más elevado, sin embargo este tipo de vía tiene una fuerte disminución en el costo anual de la vía. Por otro lado, los costos de mano de obra de tendido y armado de vía elástica con durmientes de concreto pueden ser abatidos considerablemente mediante el empleo de sistemas mecanizados o semi-mecanizados, como los vistos anteriormente.

### A.4.2. Beneficios.

A continuación en el cuadro comparativo se muestran las características principales de la vía, y las ventajas y desventajas que presentan la vía clásica y elástica.

	VIA CLASICA	VIA ELASTICA
Mantenimiento	Gastos de conservación mayores	Gastos de conservación menores
Vida útil del riel	Baja vida útil	Alta vida útil
Fijación riel-durmiente	Fijación rígida a base de clavos: se considera ineficaz	Fijación elástica: proporciona mayor confort al desplazamiento del tren
Vida útil y mantenimiento del equipo rodante	El golpeteo de las juntas disminuye la vida útil del equipo rodante y aumenta los costos de mantenimiento de éste.	Disminuye el golpeteo del equipo rodante al no disminuir el número de juntas. Menores costos de mantenimiento.
Velocidad de equipo	Baja	Alta
Durmientes	Vida útil: 19.5 años, se encuentran expuestos a la acción de la putrefacción por materia orgánica. Son de bajo costo.	Vida útil: 50 años (comprobada), soportan muy bien el intemperismo.  Su costo es elevado.

TABLA III.A-8 COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ENTRE VIA CLASICA Y VIA ELASTICA.  
FUENTE: F.N.M.

Existen otros beneficios de la vía elástica sobre la vía clásica en los aspectos de conservación de la vía, a continuación se enumeran algunos:

- i. Las juntas de la vía clásica exigen intervenciones a corto plazo y se hacen más continuas conforme mayor edad tiene la vía, hecho que no sucede en la vía elástica.
- ii. El comportamiento de la vía elástica es distinto, los defectos de nivelación toman una forma muy alargada por lo cual evolucionan con gran lentitud, asimismo afectan muy poco sobre el movimiento de los trenes y su confort.



FIJACION ELASTICA

### A.5. Construcción de vías aplicada al FPN.

Como se estudiará en el capítulo IV, la vía del FPN está conformada en un 55% por vía elástica y el restante 45% por vía clásica. Cabe aclarar que el cambio de vía clásica por vía elástica normalmente debe justificarse por un elevado tráfico de carga, no siendo necesario realizar el cambio de vía en aquellos tramos en los cuales se presentan movimientos de carga de baja intensidad. Sin embargo dentro del FPN existen algunos tramos importantes por el tráfico al cual se ven sometidos, y en los cuales es necesario realizar el cambio de vía, para aumentar la productividad y eficiencia en las operaciones del sistema.

Como se verá en el capítulo 6 de esta tesis, la mayoría de estos tramos forman parte de la vía troncal del FPN y destacan la importancia de las líneas Huehuetoca al Km. B-265+015 (tramo que conecta al FPN con la Cd. México), Irapuato a Manzanillo (tramo que comunica al Puerto de Manzanillo), Monterrey a Hipólito (comunica hacia el puerto de Altamira), Nogales a Sufragio (conecta al FPN con la frontera a E.U.), Sufragio a Guadalajara y Pascualitos a Benjamín Hill. Se considera de importancia el tramo de 14 Km. que corre de la Línea Divisoria a Pascualitos, por comunicar con la frontera con E.U.. En el corto plazo será importante realizar el cambio de vía clásica por vía elástica en los tramos anteriormente mencionados, pues estos serán esenciales para aumentar la capacidad de carga de las líneas y de esta forma soportar en forma eficiente las condiciones a que se verán sometidas a un futuro muy cercano, donde se pronostica el aumento del tráfico interno, de exportación e importación (ver capítulo VI), así como un incremento en la capacidad de carga del equipo de arrastre, es decir, que por las vías del FPN circularán más carros que transporten mayor tonelaje.

Como se ha visto en los incisos anteriores, la utilización de vía elástica mejora las condiciones de operación de un ferrocarril, aumenta la vida útil de la vía, del equipo tractivo y de arrastre, y finalmente disminuyen los costos de mantenimiento. Por estas razones se recomienda la implantación de la vía elástica utilizando durmiente de concreto y fijación doblemente elástica en los tramos que tendrán mayor desarrollo dentro del FPN. Ahora, para la soldadura de rieles, la mejor calidad y menor precio se obtienen usando los métodos de producción en serie (en laminadoras de rieles) pudiéndose soldar solamente hasta 7 u 8 rieles como máximo, pues se tiene la limitante del transporte de los tramos de riel continuo. Se tiene la solución también de poner fábricas portátiles de soldadura eléctrica montadas en carros de ferrocarril. Como se observa, todos los métodos constructivos descritos en este trabajo de tesis suponen que los tramos de vía han sido previamente armados en la planta de producción de durmientes "RS", que asegura la producción en serie.

De los cuatro métodos constructivos descritos en páginas anteriores, se recomienda el Sistema constructivo de Vía utilizado por la S.N.C.F. (Ferrocarriles Franceses), pues es el que ofrece mayores avances por día. Sin embargo, la selección del método constructivo para reemplazamiento de vía dependerá de otros factores, tales como: disponibilidad de equipo especializado, la longitud del tramo a reemplazar y los costos inherentes a cada proceso constructivo.



## **B. MECANICA DE SUELOS APLICADA A LAS VIAS DE FERROCARRIL.**

La mecánica de suelos forma parte integral del proyecto de construcción de vía, tal y como lo es la planeación, la construcción y el análisis financiero. Hay que considerar que las líneas férreas son básicamente estructuras de tierra que se construyen sobre el terreno por lo que puede decirse que la Mecánica de Suelos tendrá un papel de gran impacto sobre las demás etapas del proyecto de una red ferroviaria. Por ejemplo, un análisis de suelos puede tener muchas consecuencias en las etapas posteriores del proyecto, pues su correcto desempeño puede resultar en menores costos de construcción, operación y mantenimiento; sin embargo, los errores realizados en esta materia provocarán problemas en la construcción de la vía, daños frecuentes a la superestructura y equipo ferroviario y consecuentemente un aumento en los egresos por operar dicha línea ferroviaria.

En materia de Mecánica de Suelos podemos abordar múltiples temas relacionados con el proyecto de una vía férrea, sin embargo, no es el propósito de esta tesis sino resaltar aquellos aspectos que tienen gran importancia en la construcción, operación y mantenimiento de la vía. Por lo tanto, se han seleccionado solamente los temas que son los más impactantes en una vía férrea. La exploración de suelos, la cimentación en las vías y la estabilidad de taludes serán los tópicos a tratar, de forma que el lector pueda encontrar los elementos básicos de la Mecánica de Suelos aplicada a las vías de ferrocarril.

### **B.1. Exploración de suelos.**

Antes de que el ingeniero haga el proyecto de una obra, debe conocer algo del terreno en el que aquélla se ha de asentar. Para conocer el terreno sobre el cual se desplazará la obra se realizan trabajos preliminares, que comprenden la investigación geológica, los estudios geofísicos, las calicatas, los sondeos profundos o someros y cualquier otro medio de exploración que pueda emplearse en casos especiales.

Como regla general en vías terrestres se recurre a los métodos tradicionales de exploración y muestreo de suelos que son comunes a todos los campos de la Mecánica de Suelos. La literatura existente muestra que la exploración de suelos se puede dividir en las siguientes categorías:

1. **Estudios geológicos.** Los estudios geológicos son representados en forma de mapas geológicos, los cuales muestran la distribución de los tipos de suelo y roca que se encuentran sobre la superficie de terreno estudiado. Indican también la edad relativa de estos materiales y sugieren su disposición bajo la superficie. La historia geológica puede revelar alteraciones que se han producido, como fallas, inundaciones o erosión y que han cambiado el carácter original del suelo o de la roca.
2. **Exploración directa de suelos y rocas.** Consiste en la recolección de muestras de suelos y rocas para su posterior análisis en el laboratorio de Mecánica de Suelos, así como la aplicación de pruebas de campo que determinan algunas características de interés para el ingeniero.
3. **Métodos geofísicos.** Este tipo de exploración permite relacionar ciertos parámetros físicos del subsuelo con la geología del espesor estudiado. Estos métodos tienen la ventaja de analizar grandes extensiones de terreno a un costo bajo y en poco tiempo.

#### **B.1.1. Estudios geológicos.**

Un estudio geológico, no importa lo breve que este sea, es muy útil para el planeamiento e interpretación de una investigación completa del suelo. Estos estudios proporcionan la "primera impresión" de las características del suelo y roca a la que se enfrentará el ingeniero en cuanto a las propiedades mecánicas de éste y de la estabilidad de los taludes del proyecto de vía. Entonces, un estudio geológico que incluya un mapa geológico con suficiente detalle es, entonces, el primer paso obligado en el proyecto de una vía. Los estudios geológicos cuentan con diversos mecanismos para dar a conocer la información obtenida que a continuación se describe:

### B.1.1.1. Mapas geológicos.

En los mapas geológicos se registra la información acerca de la clases de suelo y roca de la zona. Son mapas topográficos a los cuales se les sobrepone color, mediante reimpresión, para señalar los diferentes tipos de suelos y rocas de la zona en estudio. Normalmente se utilizan a escala 1:50,000. Entre los mapas geológicos podemos encontrar dos tipos: los superficiales y los profundos.

1. Mapas geológicos superficiales: se ejecutan a partir de los datos recogidos en la superficie del terreno. Se dividen en mapas de suelos y de subsuelos.
  - Mapas de suelos: representan el carácter y distribución de los distintos terrenos en la superficie, tales como los afloramientos y tierras. La clasificación se realiza de acuerdo al origen de dichos suelos (eólico, lacustre, aluvial).
  - Mapas de subsuelos: representan la superficie de la Tierra, como aparecería si se removiera todo el revestimiento.
2. Mapas geológicos profundos: obtienen la información a partir de pozos y sondeos.

El grado de detalle de un mapa geológico especial depende del destino que se le vaya a dar. Normalmente debe contener la información siguiente:

- Estratigrafía o litología de la zona: tipos de rocas, como se presentan, tamaño de grano, color y constituyentes minerales.
- Estructura de la roca: estratificación, laminación, rumbo y buzamiento de las capas, apizarramiento, fracturas, diaclasas, etc.
- La profundidad y características del revestimiento y roca meteorizada o intemperizada.
- Geología estructural: fallas, rumbos y buzamientos de las formaciones, ejes anticlinales y sinclinales, etc.

La simbología de los mapas geológicos se incluye dentro de una leyenda que explica los símbolos utilizados (incluye símbolos estratigráficos). La ubicación de dichos símbolos se anota en orden descendente, es decir, las formaciones más recientes encabezando la lista y la más antigua en la parte inferior. Al mapa geológico se le pueden agregar cortes que muestren las formaciones de las rocas en una perspectiva vertical, representando los estratos tal y como aparecerían en un plano vertical que cortara al suelo.

### B.1.1.2. Mapas geotécnicos.

Estos planos contienen datos geológicos e información práctica para un proyecto determinado. Esta información proviene de observaciones detalladas de campo y mediciones tanto de campo como de laboratorio. Las unidades que pueden constituir estos mapas están definidas en base a las propiedades físicas de los materiales, al comportamiento de éstos o a alguna otra característica determinada por la finalidad del mapa.

Los mapas geotécnicos registran las propiedades físicas y mecánicas de las rocas y suelos existentes en una región específica y muestran el fracturamiento, intemperismo, el clivaje y otras estructuras lineales para las zonas rocosas sometidas a esfuerzos grandes y deformación altas, como los esquistos. A continuación se listan algunas propiedades que pueden contener los mapas geotécnicos:

- Grado de profundidad del intemperismo.
- Profundidad del macizo rocoso.
- Riesgos geológicos, por ejemplo, la probabilidad de deslizamientos o terremotos.
- Inestabilidad de pendientes, deslizamientos en desarrollo, coeficiente de abundamiento.
- Zonas de alto esfuerzo tectónico, causado por movimientos.
- Discontinuidades.
- Resistencia, deformabilidad, porosidad, permeabilidad.
- Límites de plasticidad.

Los mapas geotécnicos se pueden dividir en regionales y locales, para aprovecharlos de forma conveniente:

#### *B.1.1.3. Carta geológica.*

Las cartas geológicas muestran los rangos generales de la estructura geológica de una zona determinada, no sólo a través de los diferentes tipos de rocas que afloran en la superficie, sino también del tiempo geológico en el que fueron formadas, es decir, de su posición relativa dentro de la columna estratigráfica. Se manejan unidades cronoestratigráficas que se presentan contrastadas por diferentes colores y acompañadas por los rasgos estructurales regionales que las afectan. En la carta geológica se ubican las principales minas, zonas geotérmicas y aparatos volcánicos que completan la información geológica general.

#### *B.1.1.4. Fotografía aérea.*

Se puede decir que la gran mayoría de los estudios geotécnicos, geológicos y topográficos se realizan gracias a los beneficios aportados por la fotografía aérea. Esta técnica consiste en tomar fotografías con una cámara dirigida verticalmente hacia abajo desde un avión que sobrevuela la zona de interés. Las fotografías aéreas proporcionan una perspectiva completa, tridimensional y permanente del suelo, en la escala que se necesite. La escala de la fotografía depende de la relación de altura de vuelo a la distancia focal de la cámara fotográfica.

Desde el punto de vista geotécnico, se pueden estudiar los siguientes aspectos a partir de una fotografía aérea:

1. Forma del terreno. Se identifica el tipo de suelo y su origen.
2. Pauta de la red hidrográfica. La forma o disposición de la red hidrográfica es característica de un suelo, de una roca o de un complejo de varios terrenos dados, y un cambio del suelo o de la roca tipo da lugar a un cambio en la forma de la red.
3. Forma y pendiente de los barrancos.
4. Cobertura vegetal. La densidad de la vegetación indica si el suelo contiene humedad.
5. Cultivo de tierras o terrenos utilizados por el hombre.

#### *B.1.1.5. Fotogrametría.*

De la mano de la fotografía aérea viene la fotogrametría, la cual se define de la siguiente forma: "la fotogrametría se define como el arte, ciencia y tecnología orientada a obtener información relevante de diversos objetivos físicos de la corteza terrestre y de su medio ambiente, a través de procesos de medición e interpretación de imágenes fotográficas." La fotogrametría se empezó a usar para la elaboración de planos a diferentes escalas.

El trabajo de fotogrametría requiere de cumplir con las siguientes etapas:

1. Fotografía aérea: se hacen vuelos altos y bajos.
2. Laboratorio fotográfico: revelado, copias de contacto y diapositivas.
3. Apoyo terrestre: posición y nivelación.
4. Estereotriangulación numérica.
5. Procesamiento electrónico: apoyo, triangulación y fotointerpretación.
6. Restitución: compilación, planimetría y curvas de nivel.
7. Edición: grabado, preparación de originales e impresión.

La investigación geológica y en particular la fotointerpretación constituyen ayudas fundamentales en el proyecto de las vías terrestres, de las que no es posible prescindir en cada etapa de proyecto que se ejecute y en cada tramo de cualquier alternativa de la línea final que se analice.

### **B.1.2. Exploración directa de suelos y rocas.**

Dentro de la exploración de suelos para el desarrollo de proyectos ferroviarios, casi no existen metodologías establecidas para realizar los trabajos de exploración, que proporcionen una herramienta en la toma de decisiones. Los problemas a los que se enfrentará dentro del proyecto de una vía, se pueden clasificar dentro de tres categorías:

1. Análisis de estabilidad de cortes y terraplenes.
2. Investigación de bancos de material.
3. Estudios de cimentación para puentes y otras estructuras.

#### ***B.1.2.1. Exploración superficial.***

La exploración superficial será casi siempre el primer método a utilizarse, no solo porque es el más inmediato y económico, sino porque puede decirse que es indispensable realizarlo en una primera etapa para definir el panorama geológico general de la región que será afectada por la obra. La exploración superficial se enfoca a la determinación de las características y propiedades mecánicas de las masas rocosas. Las propiedades mecánicas de las masas rocosas habrán de determinarse mediante ensayos de campo y todas las otras formas de exploración y análisis son solamente recursos para estimar, y en el mejor de los casos tomarlas como base para correlacionar las propiedades mecánicas que han de determinarse con ensayos de campo.

La exploración superficial se realiza primeramente con un recorrido preliminar, el cual consiste en una inspección geológica de campo que permitirá determinar si los sitios a investigar reúnen las condiciones necesarias. Se recopila la información disponible sobre la geología, topografía y el comportamiento de las estructuras construídas en la zona. Para lograr lo anterior, se recurre a buscar informes en mapas geológicos y topográficos previos, así como a datos estratigráficos, edafológicos, climatológicos, etc. Se tienen otras fuentes de información correspondientes a fotografías aéreas y de satélite. Una vez que se obtiene toda esta información, se estudia, y posteriormente se realiza un examen directo sobre el terreno o reconocimiento de campo, con la ayuda de fotografías aéreas y planos, para localizar los sitios de interés geológico que habrá de visitar.

Después del reconocimiento preliminar se programan los levantamientos geológicos con el objeto de obtener la geología regional y local del área en estudio, buscando detectar los problemas geológicos que deberán de resolverse por medio de estudios más detallados. Los datos geológicos requeridos a los que se hace mención son:

1. **Geomorfología:** se refiere a la evolución de las formas y su relación con otros fenómenos y accidentes, erosión, movimiento en la masa del terreno, vulcanismo, focos sísmicos y topografía.
2. **Suelos:** origen, clasificación S.U.C.S. (Sistema Universal de Clasificación de Suelos), espesor de las capas, propiedades (resistencia al corte, compresibilidad, permeabilidad, etc.).
3. **Estructuras geológicas:** se incluye información de pliegues, fallas, juntas, fracturas, foliación, estratificación, discordancia, así como también rumbo y echado de los planos que los representan.
4. **Litología:** información referente a las características de la roca. Naturaleza, textura, propiedades, secuencia estratigráfica, espesor, distribución y origen de las diferentes unidades.
5. **Geohidrología:** niveles piezométricos de los acuíferos, manantiales y pozos artesianos.

El objetivo primordial de una exploración geológica en la Geotecnia, es la determinación de las condiciones estructurales, estratigráficas, simentológicas, intemperismo y la recolección de muestras para su posterior estudio en los laboratorios.



### B.1.2.2. Ensayes de campo.

Para poder conocer las propiedades, principales parámetros y características de las rocas se recurre a hacer uso de pruebas que evalúan las siguientes propiedades de la roca:

1. Esfuerzos internos.
2. Permeabilidad de las masas rocosas.
3. Deformabilidad.
4. Resistencia al esfuerzo cortante.

1.-ESFUERZOS INTERNOS. Existen varios métodos de determinar la resistencia a los esfuerzos internos de una roca, a continuación se mencionan algunos:

- Roseta de deformación: esta prueba consiste en la medición de las deformaciones producidas al relajar esfuerzos de una porción de la masa rocosa mediante el corte con una broca muestreadora. Los esfuerzos internos se determinan a partir de las deformaciones medidas, empleando relaciones esfuerzo-deformación de la teoría de la elasticidad. Para construir una roseta se coloca en la superficie del macizo rocoso tres medidores de desplazamiento con direcciones que forman ángulos de 60° entre sí. Posteriormente se recorta concéntricamente la zona de la roseta con un barril muestreador a fin de producir un alivio de los esfuerzos actuantes en la zona instrumentada, midiendo las deformaciones producidas. Por último para calcular las deformaciones principales y sus direcciones, se construye el círculo de Mohr de las deformaciones, empleando las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} OC &= e_1 + e_2 + e_3 / 3 \\ OE &= e_1 \end{aligned}$$

Donde: e1, e2 y e3 son las extensiones medidas con los extensómetros eléctricos 1, 2 y 3 respectivamente.

- Gato plano: este procedimiento consiste en medir la deformación inducida entre dos puntos de referencia, localizados en la pared de una galería, cuando se recorta una ranura entre ellos. Al realizar dicha ranura se produce una liberación local de tensiones, midiéndose la deformación resultante durante un período de tres o cuatro días, utilizando un extensómetro colocado entre diversas combinaciones de puntos. A continuación se coloca el gato plano en la ranura, cementándolo con mortero, con su borde enrasado con la superficie de la roca, permitiendo que cimente durante 3 ó 4 días. Transcurrido este tiempo, se aplica una presión hidráulica al gato, aumentándola por escalones, y tomando medidas entre diversas combinaciones de puntos hasta que se alcanzan los valores originales anteriores a la apertura de la ranura. A continuación se realizan dos a cuatro ciclos de carga y descarga durante un período de varios días determinando la presión media de equilibrio.

2.-PERMEABILIDAD. Para determinar la permeabilidad de la roca se utiliza la prueba Lugeon, la cual consiste en colocar un obturador a 5 m de fondo, inyectando agua a presión a través de un tubo que comunica con la sección de fondo. El caudal se suele medir en la boca del sondeo al cabo de cinco o diez minutos de ensayo para diferentes presiones. En general, se representa el caudal en función del aumento o descenso de presión, se obtendrán diversos tipos de diagramas según la limpieza de los poros o diaclasas producidas por el arrastre de partículas. Es importante señalar que el caudal varía con el tiempo durante ensayos a presión dada. Esta prueba es útil porque prevé el flujo y los problemas de estabilidad que este puede ocasionar a excavaciones bajo el nivel freático.

### 3.-DEFORMABILIDAD.

- Prueba de placa: la prueba consiste en aplicar una carga a una superficie plana de la roca y medir la deformación superficial resultante. Se deberá asegurar una distribución uniforme de presiones sobre la superficie cargada, principalmente utilizando un gato Freysinnet como elemento de reparto u otra forma de colchones metálicos rellenos de aceite, o colocando láminas de caucho entre el bloque de reparto y la superficie rocosa. Sin embargo la carga se aplica generalmente a través de un bloque metálico o de concreto armado. Este método es efectivo cuando se quieren medir desplazamientos medios. En túneles y socavones, la prueba debe realizarse simultáneamente en los dos paredes laterales o en el techo y en el piso. La carga máxima aplicada deberá ser del orden de 1.5 veces la que será impuesta al macizo rocoso.

- **Gato plano:** llamado también gato de Freysinnet, que es un recipiente plano lleno de aceite, de paredes metálicas delgadas, empleado para transmitir una presión conocida para medir la presión que actúa normalmente a sus caras. Se utiliza para determinar el módulo de Young y el estado interno de esfuerzos. El procedimiento consiste en formar en la pared rocosa una ranura mediante una línea de barrenos secantes. En la ranura se introduce una presión ( $p$ ), perpendicular al gato. La prueba se repite en las dos direcciones paralelas a la pared de ensaye para detectar el comportamiento anisotrópico del macizo.

3.- **RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE.** Esta prueba permite obtener la resistencia al corte de las juntas geológicas que es un parámetro en el análisis de estabilidad de taludes y de las cimentaciones de presas. Los ensayos se realizan en bloques labrados "in situ" que quedan unidos al macizo por una cara. Un bloque aislado de roca o de concreto moldeado sobre la superficie rocosa se corta según la superficie de la roca mediante un gato horizontal, mientras que un segundo gato aplica simultáneamente una carga perpendicular. Este ensayo permite estimar el ángulo de resistencia al corte de la roca. El bloque suele tener una sección plana de aproximadamente  $1 \text{ m}^2$ , pero se han utilizado superficies mayores. Para evitar la alteración del labrado del bloque se realiza con mucho cuidado y se deberá de efectuar una descripción detallada de la configuración de la superficie, fracturas, tipo de roca, etc. así como de la superficie de falla. Este método se limita a roca blanda, pues para rocas más duras, la carga necesaria resulta excesiva.

### *B.1.2.3. Estudio de Mecánica de Suelos.*

Como ya se ha visto, existen diversos métodos y procedimientos para determinar las propiedades de la roca "in situ". Pero para el caso de los suelos, también es necesario definir las características propias de éste. En algunos casos bastará con realizar observaciones simples, como ocurre en los suelos duros y afloramientos de roca. En los suelos blandos y de consistencia media, con frecuencia se recurre a excavar PCA. El equipo usual es del tipo manual, como son cucharas, posteadoras y barrenos helicoidales. El empleo de máquinas de perforación es excepcional. En el caso de que se tengan cortes demasiado grandes o que se requiera una mayor precisión se puede recurrir a los estudios geofísicos, los cuales se consideran de mayor utilidad debido a su gran alcance, así como a la facilidad de manejo y transporte. Destaca el uso del método eléctrico y del método sísmico, los cuales se describen con mayor detalle en párrafos posteriores.

A las muestras obtenidas durante el reconocimiento se les hacen pruebas de clasificación (SUCS), petrografía, granulometría, características plásticas, humedad en el lugar, etc.. Con la información obtenida de dichas pruebas, se traza el perfil geológico aproximado de las diversas rutas probables de localización incluyendo datos referentes a rumbos y echados, ejes de plegamiento y sobre todo, la más detallada información posible so fracturas y fallas, así como otros datos que puedan ser útiles al proyecto, tales como préstamos de materiales y agua. Este estudio hace posible la elección de la alternativa más estable y económica, ya que con él se pueden detectar algunos problemas como: áreas sujetas a movimientos continuos de grandes masas de roca, deslizamientos rápidos ocasionados por echado desfavorable de diferentes tipos de roca, intemperización de grandes masas de suelo y rocas expuestas en los cortes por realizar, etc.

El conocimiento de los materiales de que se dispone para la construcción de las terracerías es muy importante tanto para los terraplenes como para los cortes. En el caso de los terraplenes conociendo el tipo de suelo y las condiciones físicas en que se encuentran se puede determinar que equipo es el más indicado para llevarla a cabo y que procedimiento debe seguirse. En los cortes el conocimiento del material que se va a encontrar proporciona información sobre los coeficientes de abundamiento, estabilidad de material en corte, etc. La clasificación del suelo es importante, ya que en base a ésta se calcularán los costos del movimiento de tierras, categorizando a los suelos en tres alternativas: A, B y C; siendo el material tipo "A" un terreno suave y que se puede excavar con pala; el material tipo "B" más duro y se utiliza pico y pala para su extracción; y el material tipo "C" muy duro y para el cual se recurre a otros métodos para su excavación, como lo puede ser el empleo de explosivos. Este tipo de clasificación da una noción muy cercana a la realidad al tipo de suelo que se va a enfrentar en la construcción y da la oportunidad de anticiparse a tomar las medidas necesarias para llevar a cabo los trabajos así como estimar los costos respectivos.

### **B.1.3. Métodos geofísicos.**

La utilización de los métodos geofísicos ha tomado importancia dentro del campo de la exploración de suelos, particularmente en las vías terrestres. Como se ha mencionado anteriormente, estos métodos ofrecen un gran rendimiento pues es posible explorar grandes extensiones de terreno a un costo relativamente bajo y en poco tiempo. Además permiten programar mejor la investigación y localización estratégica, reducir la aplicación de otros métodos exploratorios (perforaciones, pozos a cielo abierto, lumbreras y galerías) y confirmar los resultados de pruebas "in situ" con respecto a las características físicas del macizo rocoso. Los métodos geofísicos derivan de la Geofísica que Alfonso Rico y Hermilo del Castillo (ver La Ingeniería de Suelos, Vol. I capítulo III) definen de la siguiente forma:

"La Geofísica es una ciencia que generalmente permite relacionar parámetros físicos del subsuelo puestos en evidencia por la geología superficial o no, y establecer las características geológicas del espesor estudiado; a veces permite explicar y comprobar algunas teorías sobre la constitución del globo terrestre."

La geofísica aporta una valiosa ayuda en los problemas de:

- Vías terrestres (túneles, cortes, bancos de material, abastecimientos de agua, etc.).
- Estructuras en obras civiles (calidad de pilotes, cimentación de estructuras como puentes y obras de arte).
- Aguas subterráneas (rellenos, fracturación, etc.).

La investigación en sitio por medio de métodos geofísicos y otros métodos tienen por objetivo obtener el máximo conocimiento posible sobre los suelos y macizos rocosos, superficiales o profundos, existente en los lugares de proyecto. Entre estos objetivos se encuentran: la identificación de suelos y tipos de rocas, tectónica, grado de compactación, dureza, intemperismo, zonas de compresión y permeabilidad. Existen múltiples métodos geofísicos, los cuales se basan en las variaciones de las propiedades de los materiales del subsuelo, que proporcionan evidencia de cuerpos o estructuras a profundidad, sin embargo los más aplicables dentro de la Ingeniería Civil son los siguientes:

1. Sísmico. Ver descripción.
2. Eléctrico. Ver descripción.
3. Magnetométrico. Consiste en determinar el valor del campo magnético terrestre en diferentes puntos, correlacionándolo con las formaciones geológicas que ejerzan influencia local. Proporciona buenos resultados cuando se aplica en dimensiones a gran escala, por lo que su utilización en Vías Terrestres es muy limitada.
4. Gravimétrico. Ver descripción.
5. Termométrico. Está basado en la medición de la temperatura del suelo a diferentes profundidades. Se utiliza en aplicaciones superficiales para detectar veneros de agua, cavernas y fracturas. Al contrario de los otros métodos, su aplicación en profundidades cortas es antieconómica.
6. Radioactivos. Consiste en registrar la radiación que llega a la atmósfera procedente de las formaciones del subsuelo. De la diferencia de estas radiaciones puede inferirse la naturaleza y ciertas características de las formaciones del subsuelo.

No existe un regla general para elegir un método geofísico para la exploración. La elección de éste debe atender a cuestiones particulares según el caso que se presente; debe elegirse aquel que sea capaz de localizar con máxima seguridad y precisión el objetivo buscado. A continuación se enumeran tres criterios que deben discernir sobre la utilización de un método:

- El poder resolutivo, costo y rapidez de aplicación del método a elegir.
- El tamaño, profundidad y forma que se espera del objetivo y el medio circundante.
- La sensibilidad que presente respecto a accidentes topográficos y otras causas de perturbación.

La rápida aplicación de ciertos métodos geofísicos, debida principalmente a lo fácil que resulta transportar el equipo de campo, permite realizar programas de investigaciones cortos y compresivos del sitio y tomar decisiones tempranas sobre la necesidad de hacer investigaciones más detalladas y de utilizar otros métodos. Como parte de este trabajo de tesis se aborda superficialmente la descripción de los métodos geofísicos más utilizados y las condiciones bajo las cuales estos métodos proporcionan mejores resultados.

#### METODO SISMICO DE REFRACCION.

Este método se basa en la medición del tiempo que transcurre para que las ondas sísmicas viajen desde el punto en que se originan por medio de una explosión artificial, hasta los geófonos colocados a diferentes distancias. Los elementos necesarios para realizar este método son:

- **Emisor de ondas de vibración:** la generación de onda se puede realizar con un martillo pesado que golpea una placa metálica asentada en la superficie a analizar. El martillo solo se utiliza en estudios de poca profundidad (hasta 10 m). Para lograr mayor profundidad en el estudio, se utilizan explosivos con una pequeña carga de dinamita con detonador instantáneo colocada en una perforación somera.
- **Microinterruptores:** mecanismos que dan la señal para empezar a tomar lecturas y que registran la detonación.
- **Receptores:** se usan dispositivos llamados geófonos, los cuales son dispositivos electromagnéticos que captan las oscilaciones del suelo y los transforman en señales eléctricas.
- **Registro:** para registrar las oscilaciones detectadas por los geófonos, se dispone de un oscilógrafo, cuyos elementos sensibles son pequeños galvanómetros que vibran al recibir la señal de los geófonos.

El procedimiento de la prueba consiste en hincar los geófonos en el suelo a los largo de un línea, en uno de cuyos extremos se genera la onda. Los geófonos deben guardar una distancia equidistante entre sí, sin sobrepasar los 20 metros de separación. Las velocidades de propagación de las ondas longitudinales permiten por comparación, inferir los posibles tipos de materiales encontrados en cada estrato.

Entre los principales usos de este método están: determinar la profundidad del basamento, determinar el espesor de una o varias capas de roca debajo de la superficie, auxiliar en la determinación de la estratigrafía y la estructura existente y determinar las condiciones mecánicas de una formación rocosa.

#### METODOS ELECTRICOS.

Estos métodos se basan en el estudio de la distribución de la corriente eléctrica en el subsuelo. Se determinan las resistividades aparentes de cada estrato, generando un campo eléctrico. Para entender mejor este concepto, es necesario medir la resistividad de un material, la cual se define de la siguiente forma: "es la resistencia de ohmios entre las caras de un cubo unitario de material". Entonces el método se basa en que los materiales del subsuelo presentan contrastes en su resistividad, según su contenido de agua y su densidad. El método consta de los siguientes elementos:

- **Fuente de energía:** genera el campo eléctrico mediante un dispositivo cuadripolar.
- **Electrodos:** consisten en dos varillas de bronce de 2 cm de diámetro y 50 cm de longitud, que se hincan en el suelo y se conectan con el cable de la fuente de poder y al amperímetro.
- **Registro:** consiste en un amperímetro (mide la diferencia de potencial entre los electrodos centrales) y un voltímetro (mide la caída de potencial).

Esta técnica de medición debe iniciarse determinando la resistividad del estrato más superficial, colocando los electrodos con una separación menor que el espesor del primer estrato. Se crea un campo eléctrico en el terreno utilizando los dos electrodos (de corriente) que se hincan y se conectan con el cable a la fuente de poder y al amperímetro. Las distancias entre electrodos pueden variar dando lugar a diferentes arreglos, entre los cuales nombramos al de Schlumberger (arreglo electródico tetrapolar) y al de Wenner (arreglo electródico lineal).

En general, los valores de resistividad obtenidos pueden correlacionarse con algunos tipos de materiales. La interpretación de los datos de método de resistividad consta de dos aspectos, uno cualitativo y otro cuantitativo.

- **Interpretación cualitativa:** se utilizan los valores de resistividad aparentes a partir de los cuales se construyen diagramas de resistividad e isorresistividad aparentes permitiendo conocer las variaciones aparentes bajo cada centro de estudio.
- **Interpretación cuantitativa:** se efectúa comparando las resistividades aparentes obtenidas con resistividades definidas por un corte eléctrico conocido. Esto da resultados y espesores reales del corte geoelectrico.

Las principales aplicaciones de este método son las siguientes: localización de fallas, localización y ubicación de materiales de construcción, determinación del espesor y profundidad de materiales o zonas permeables o impermeables, localización de niveles de agua, existencia y profundidad del agua subterránea, salinidad de las aguas, localización de posibles zonas cársticas, delimitación de la zona litoral de invasión marina, localización de zonas de aguas contaminadas y estudio de la secuencia de capas subterráneas y una estimación de la profundidad y espesor de esas capas.

#### METODO GRAVIMETRICO.

El método gravimétrico determina los contrastes de densidad del subsuelo y se puede aplicar sobre todo, para detectar la presencia de cavidades naturales, debidas a la disolución de rocas yesíferas o calcáreas, o de cavidades artificiales como minas de arena, pozos, galerías, canalizaciones, etc.. Ahora, los valores de dicha aceleración ligeramente más altos que el normal de la zona en estudio, indicarán la presencia de masas compactas de rocas; lo contrario será la indicación de la presencia de masas ligeras, cavernas y oquedades. Este método es capaz de detectar lo siguiente:

- Presencia de masas ligeras, cavernas, oquedades, fallas, grietas y fisuras importantes.
- Rellenos de materiales recientes en cavidades antiguas.
- Profundidad del basamento.

Sin embargo, debido a que el método debe detectar variaciones muy pequeñas, por lo cual se requiere de instrumento y métodos muy finos, la aplicación del método se limita al descubrimiento de cavidades.

Ninguno de los métodos geofísicos vistos anteriormente puede utilizarse solo y en la gran mayoría de los casos necesitan verificarse y correlacionarse con los resultados de exploración directa por medio de sondeos. Sin embargo, rinden un magnífico servicio, pues permiten cubrir grandes extensiones a un costo relativamente bajo.

## *B.2. Cimentación en vías férreas.*

### *B.2.1. Generalidades.*

Definimos a la cimentación de vías férreas como la parte superficial del terreno sobre la cual se desplantará la estructura vial y la cual recibirá las cargas estáticas y dinámicas provenientes del peso de la terracería, superestructura y los trenes en movimiento. La función de la cimentación se centra en soportar la estructura vial sin sufrir deformaciones que alteren o disminuyan la seguridad y eficiencia en la circulación de los trenes.

La obra encargada de transmitir las cargas generadas por el ferrocarril se conoce como terraplén, pero a su vez, el terraplén las transmite al suelo sobre el cual se encuentra cimentado. Estas fuerzas producen esfuerzos en el suelo que tienden a deformarlo y a su vez, estas deformaciones se manifiestan en el comportamiento estructural del terraplén. Es por esto que el estudio del suelo sobre el que se apoyará la cimentación de la vía, debe ser realizado de tal forma que se asegure un buen comportamiento de éste -que no se deforme excesivamente- a un costo razonable.

Los terrenos de cimentación pueden estar constituidos por rocas o por suelos. En términos generales, las rocas no presentan grandes problemas para soportar a la estructura vial, ya que entre las características de estos materiales se encuentran la estabilidad y la alta resistencia al corte sin sufrir deformaciones excesivas. Además la alterabilidad de la formación rocosa, por la acción de agentes físicos y químicos, no presenta un peligro para el buen funcionamiento de la roca como cimentación. Dependiendo del tipo de roca, según su origen, variarán las características de la cimentación:

- **Rocas ígneas:** son rocas duras difíciles de excavar. Por lo general permiten la formación de taludes muy escarpados que pueden llegar a ser casi verticales. Tienen su origen en el enfriamiento del magma.
- **Rocas sedimentarias:** tienen una resistencia mucho menor que las de rocas de origen ígneo. Por lo tanto son más fáciles de excavar. La mayor parte de las rocas sedimentarias están constituidas de partículas derivadas de la desintegración de rocas preexistentes que se depositaron sobre un lecho y con el tiempo se cementaron, formando así la roca. Presentan por lo general estratos. Si la roca es sana es frecuente poder construir taludes seguros próximos a la vertical.
- **Rocas metamórficas:** estas rocas son frecuentemente fáciles de excavar. Son aquellas rocas que han sufrido el ataque de agentes tales como el calor, la presión y compuestos químicos que cambian su constitución original para producir una nueva roca. Son rocas bastante deleznable y como producto de su alteración final producen arcillas muy inestables, a veces dentro de la vida útil de la obra. Al final de este capítulo se hacen algunas observaciones referentes a la traumatización de las rocas.

En cuanto a los suelos, éstos suelen proporcionar apoyo suficiente para la estructura vial, sin embargo en algunos casos se presentan problemas que ponen en entredicho la seguridad de la vía y que por lo tanto requieren mayor atención en la proyección y construcción de ésta. Se tienen los siguientes tipos de suelos:

- **Suelos friccionantes:** se incluyen en esta categoría a gravas, arenas y limos no plásticos. Se acepta a los limos o las mezclas en que ellos predominan dentro de ésta categoría porque no conforman un peligro para la cimentación por tener una capacidad de carga y características de compresibilidad aceptables para alojar sobre ellos a la estructura vial. Por otro lado, puede presentarse el caso en arenas o limos muy sueltos que plantean problemas de erosión y de asentamiento brusco, además este tipo de suelos se encuentran sujetos a fenómenos relacionados con la presencia de agua en el subsuelo, que disminuyen su capacidad de carga (tubificación, presencia de aguas freáticas, licuación).
- **Suelos cohesivos:** los terrenos de cimentación constituidos por limos plásticos y arcillas, se pueden presentar dos casos principalmente:
  - a. **Suelos de compresibilidad relativamente baja:** suelos clasificados como CL, ML y OL (clasificación SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). Este tipo de suelos no plantean problemas especiales a la superestructura. Los asentamientos de baja intensidad son absorbidos por la flexibilidad de la estructura vial y la capacidad del terreno se muestra suficiente para soportar las cargas.
  - b. **Suelos francamente compresibles:** se comprenden los suelos clasificados como CH, MH, OH y Pt según el SUCS. Se debe poner atención especial a este tipo de suelos. Estos suelos abundan en formaciones fluviales, lacustres o marinas y se distinguen por una falta de resistencia en el suelo de cimentación, lo que degenerará en una deformación brusca y consecuentemente una falla por la falta de capacidad de carga.

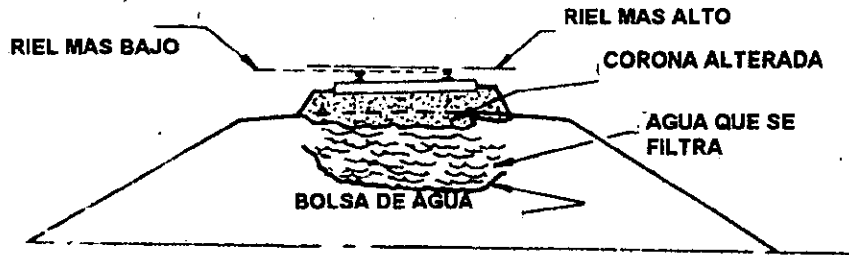
La falta de resistencia del terreno de cimentación bajo un terraplén puede producir una falla por falta de capacidad de carga, asociada a un hundimiento brusco y destructivo del terraplén. La falla puede suceder repentinamente, sin haber mostrados signos de deformaciones previas a la falla, aunque en ocasiones si se alcanzan a detectar deformaciones que señalan la existencia de que el suelo está próximo a superar su límite de resistencia. Los signos que se detectan son los siguientes: deformaciones en la corona, hundimientos de la línea de centro y aparición de grietas en el material natural, paralelas al bordo y a una distancia que es función de la altura y el ancho del terraplén.

Al detectarse estos signos, se debe proceder de inmediato a realizar los trabajos que garanticen la estabilidad de la estructura, ya sea utilizando bermas o aligerando presiones inducidas por el terraplén.

### **B.2.2. Asentamientos en el terreno de cimentación.**

Como se ha mencionado anteriormente, los suelos finos y compresibles son los que por lo general presentan graves problemas de asentamientos. Ahora, los efectos que pueden provocar los asentamientos sobre el terraplén se enumeran a continuación:

- Asentamientos diferenciales que afectan en el sentido longitudinal de la vía. Estos asentamientos se deben principalmente por heterogeneidades en las características de suelo de cimentación. Sus efectos interfieren en el funcionamiento de la vía y de las obras de drenaje. También se pierde la correcta transición entre los terraplenes de acceso a las estructuras fijas (puentes, pasos a desnivel, túneles).
- Disminución de la altura del terraplén. Este efecto llega a ser muy grave en las zonas donde se presentan lluvias e inundaciones frecuentes y en las intersecciones con estructuras cimentadas sobre pilotes (puentes, pasos a desnivel, etc.).
- Asentamientos diferenciales en el sentido transversal de la vía. Dichos asentamientos afectan el bombeo del terraplén produciendo problemas para drenar el agua que cae dentro de éste.



Los asentamientos en el terreno de cimentación de la vía tienen un papel muy importante, por lo que debe considerarse en el diseño de la obra vial, considerando la posibilidad de cambiar el trazo de la línea de proyecto sobre terrenos cuyas características ofrezcan un mejor funcionamiento de las estructuras. Sin embargo, en caso de no tener alternativa sobre el trazo de la línea de proyecto y dadas las malas características del terreno de cimentación, a continuación se presenta una metodología para calcular los asentamientos bajo la carga de un terraplén situado sobre un suelo arcilloso.

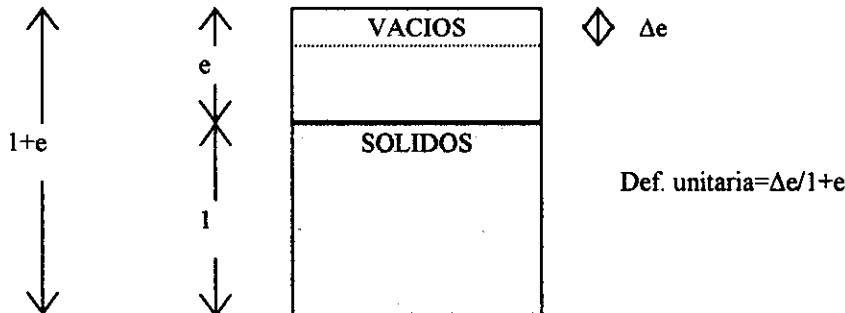
*B.2.2.1. Teoría de Consolidación Unidimensional.*

Para el cálculo del asentamiento total primario de un estrato de arcilla de espesor H, debido a un proceso de consolidación unidimensional con flujo vertical, provocado por una sobrecarga  $D_p$ , actuante en la superficie del mismo, puede determinarse a partir de los datos de una prueba de consolidación y de un sencillo esquema.

$$\Delta z = \frac{\Delta e}{1 + e_0} dz \quad \text{Ecuación III.B-1}$$

Donde:  $\Delta e$ : disminución de espesor de una muestra de suelo,  
 $e_0$ : relación de vacíos inicial.

La fórmula anterior se complementa con el siguiente esquema:



Si se integra la ecuación III.B-1 se obtiene la siguiente expresión:

$$\Delta H = \int_0^H \frac{\Delta e}{1 + e_0} dz \quad \text{Ecuación III.B-2}$$

Donde: H: espesor del estrato de arcilla,  
DH: asentamiento total primario del estrato de espesor H.

La ecuación III.B-2 es la ecuación general para el cálculo del asentamiento total por consolidación primaria, supuesto un proceso unidimensional de consolidación, que para el caso de asentamiento en el terreno de cimentación de terraplenes, se considera válido.

#### *B.2.2.2. Valores de asentamientos permisibles.*

Es difícil precisar cual debe ser el asentamiento permisible en una vía terrestre construida sobre suelos blandos. Aunque no se encuentran establecidos límites que rijan estos casos, las siguientes recomendaciones se deben seguir para el correcto funcionamiento de las estructuras alojadas sobre la cimentación del terraplén:

- Poner atención en los terraplenes de acceso a estructuras con cimentaciones rígidas -como los puentes- o en zonas inundables.
- En el caso del ferrocarril, los efectos de los asentamientos diferenciales pueden ser mitigados con los equipos modernos utilizados para calzar la vía con rapidez y facilidad, aumentando el espesor de balasto para reconstituir el alineamiento de proyecto. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que si los asentamientos son frecuentes, los gastos de mantenimiento debido a renivelación de la vía serán excesivos y causarán muchas molestias.
- El ingeniero deberá establecer los valores admisibles de asentamientos, dependiendo el problema al cual se enfrente.

### **B.2.3. Mejoramiento del terreno de cimentación.**

Aunque como se ha mencionado en los párrafos anteriores, el terreno de cimentación puede alojar terraplenes en condiciones normales con características aceptables (resistencia y cierta incompresibilidad) y además la estructura del terraplén se puede adaptar a pequeños movimientos que llegan a producirse. Sin embargo, la ingeniería civil ha desarrollado métodos que mejoran las condiciones de trabajo de los suelos naturales que soportarán a la vía. A continuación se exponen los principales métodos para mejorar los suelos de cimentación en cuanto a sus propiedades de resistencia o compresibilidad:

1. **SOBREELEVACION DE LA RASANTE.** Este sencillo método consiste en sobre elevar inicialmente la rasante del terraplén, de forma que una vez que ocurra el asentamiento, el nivel del terraplén quede en el nivel proyectado. La efectividad de este método depende de que el terreno natural soporte a la sección sobre elevada.
2. **CONSTRUCCION PREVIA DE TERRAPLENES.** Este método consiste en construir con anticipación el terraplén, dejando un periodo de tiempo sin construir la superestructura de la vía, para dar tiempo a que sucedan los asentamientos correspondientes. La solución es muy ventajosa en el acceso de la vía a otras estructuras (puentes, pasos a desnivel), sin embargo debe contarse con la disponibilidad de tiempo.
3. **REMOCION DEL MATERIAL COMPRESIBLE.** Consiste en remover la capa de material compresible, para ser sustituido posteriormente por otro de mayor calidad. Esta solución es muy práctica cuando se presentan suelos blandos y compresibles, a profundidades que no excedan los 4 ó 5 metros. El material de reemplazo debe ser granular cuando no se garantice su drenaje. Sin embargo la experiencia en México indica que cuando un terreno con características pobres de resistencia e incompresibilidad tiene capas inferiores a los 4 ó 5 metros, puede mejorar su comportamiento utilizando otro de los métodos señalados en este trabajo.



4. **COLOCACION DE BERMAS O EL USO DE TALUDES MUY TENDIDOS.** Con esto se logra una mejor distribución de las cargas transmitidas al suelo, disminuyendo los desplazamientos diferenciales, sin embargo, el asentamiento total del terraplén aumenta, porque se le está cargando más peso al terreno.
5. **COMPACTACIÓN.** Se puede mejorar la parte superior del terreno de cimentación con un proceso de compactación posterior al despalme. A través de este proceso se busca obtener un suelo estructurado, que posea y mantenga un comportamiento mecánico adecuado a través de toda la vida útil de la obra.
6. **TERRAPLENES CONSTRUIDOS CON MATERIALES LIGEROS.** Dentro de las distancias de acarreo tolerables, se buscan bancos de materiales con un bajo peso específico para la construcción de los terraplenes. De esta forma se disminuyen las presiones transmitidas al suelo.
7. **ESTABILIZACIONES.** La estabilización de un suelo es el proceso al que se someten los suelos naturales, consistente en la aplicación de ciertos tratamientos para aprovechar mejor sus cualidades, de tal manera que las estructuras que con ellos se elaboren resistan satisfactoriamente los ataques del intemperismo y las presiones que le son transmitidas por el tráfico del equipo rodante. Se debe escoger el método de estabilización más adecuado a cada caso de entre los que mejor cumplan con los siguientes requisitos:
  - El suelo debe ser la material básico constitutivo de la capa, ya sea en forma natural en que se encuentra a lo largo del eje de proyecto, incorporándole otros materiales de préstamo lateral o que sean acarreados de depósitos o bancos cercanos.
  - Se debe desarrollar la cohesión y fricción interna necesaria para aumentar el valor de soporte en cada tipo de suelo de que se disponga y garantizar una relativa permanencia de dicho valor en todo tiempo, resistiendo la acción de los agentes atmosféricos.

### **B.3. Estabilidad de taludes.**

#### **B.3.1. Breve introducción.**

Se tienen múltiples definiciones de talud, y dependiendo del enfoque a través de cual se trate, dependerá el tipo de definición disponible. Para el caso de los ferrocarriles, se hará válida la siguiente definición:

“Se conocen con el nombre genérico de taludes cualesquiera superficies inclinadas respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las masas de tierra.”

Por otro lado, los taludes se pueden clasificar en dos categorías: los naturales, conocidos como laderas; y los artificiales, denominados como cortes o terraplenes, dependiendo el caso de que se trate.

El talud constituye una de las estructuras más complejas en el desarrollo de las vías terrestres, ya que ligados a la estabilidad, se conjuntan los problemas más complicados de la mecánica de suelos, mecánica de rocas y geología aplicada. El problema fundamental de los taludes consiste en determinar la inclinación apropiada que se le debe dar para mantenerlo en equilibrio y que a la vez satisfaga las necesidades de acceso de la vía de comunicación. Por regla general, los taludes que se consideran idóneos son aquellos en los que se mueven las menores cantidades de material, lo que significa, que los taludes escarpados serán los más económicos. Por esta razón es una necesidad el desarrollo de criterios prácticos y seguros para lograr que se fije la inclinación más escarpada posible en los cortes y terraplenes de las vías terrestres.

Dentro de los taludes artificiales, existe diferencia entre los cortes y los terraplenes. Dicha diferencia radica en que los últimos se construyen con un material cuyas características son controlables, es decir, que siempre se buscan los materiales más estables para construirlos; en cambio en los cortes no existe esa posibilidad, en este caso la naturaleza es la que proporciona el material que formará el talud y en algunos casos sus características no son deseables. Por lo tanto, cuando se habla de estabilidad de taludes, en general, se refiere a los cortes realizados a través de los materiales que obstruyen el paso de una vía de comunicación.

Otro problema concerniente a la estabilidad de taludes es el hecho de que no existe un método de análisis general para todos los taludes. Para la solución de problemas relacionados con éstas estructuras intervienen algunos métodos de cálculo, pero siempre de la mano de la experiencia de la persona que los calcula. Sin embargo, se insiste en que debe dejarse al criterio de los ingenieros de campo -los cuales tienen mejor acceso a estudios someros y rápidos- la recomendación de la inclinación de la inmensa mayoría de los cortes y terraplenes de las obras viales.

### **B.3.2. Factores que influyen en la estabilidad de taludes.**

Son múltiples los factores que influyen en la estabilidad de taludes, a continuación se muestra en la tabla cuales son y a que tipo de factor pertenecen:

FACTOR	
Geomorfológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topografía de los alrededores y geometría del talud.</li> <li>• Distribución de las discontinuidades y estratificaciones.</li> </ul>
Internos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades mecánicas de los suelos que forman el talud.</li> <li>• Estado de esfuerzos.</li> </ul>
Climáticos y presencia de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intemperismo.</li> <li>• Corrientes de agua superficiales y subterráneas.</li> <li>• Nivel de aguas freáticas.</li> </ul>

TABLA III.B-1 FACTORES QUE ALTERAN LA ESTABILIDAD DE TALUDES.

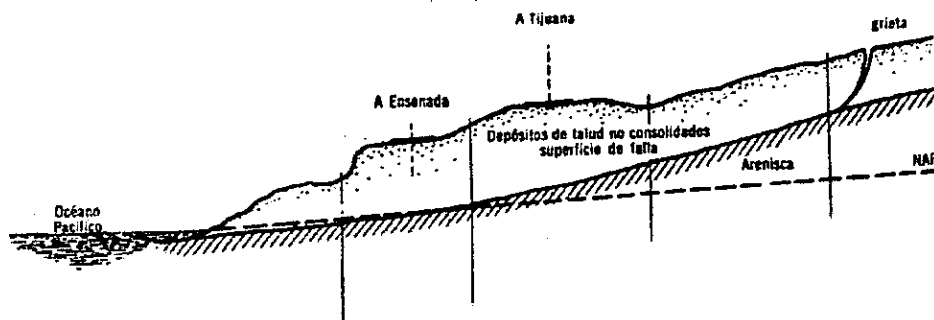
### **B.3.3. Fallas más comunes en taludes.**

Para el mejor conocimiento del tipo de fallas en los taludes, se divide el estudio de éstas en los taludes naturales y artificiales. Por el momento se enfoca el interés solamente en los temas de mecánica de suelos, para facilitar el entendimiento de éste fenómeno.

#### *B.3.3.1. Fallas en laderas.*

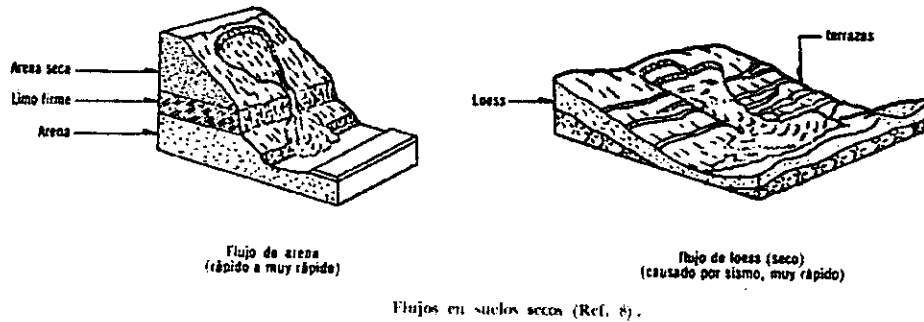
El tipo de fallas tratadas a continuación se presentan generalmente en laderas, aunque existe la posibilidad de que ocurran en taludes.

1. **CREEP (deslizamiento superficial).** Esta falla se presenta cuando existen deslizamientos continuos y por lo general lentos de la zona superficial de una ladera. Se desprende la costra (capa superficial de material de la ladera) afectando grandes áreas y sin producir una transición brusca entre la parte superficial en movimiento y las masas inmóviles. Como se mencionó, la velocidad es lenta, alcanzando solo unos centímetros al año. Este fenómeno se lleva a cabo por la acción de dos factores principalmente: los cambios climáticos en forma de expansiones y contracciones del material o de humedad y secado que afectan las capas superiores de la ladera; o por efectos gravitacionales.



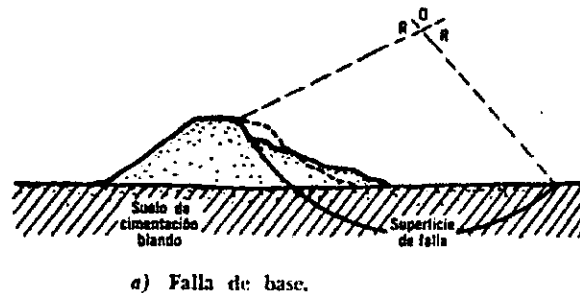
Superficie de falla formada en una ladera natural.

2. **FALLAS DEBIDAS A DEFORMACIONES ACUMULATIVAS.** Estas fallas están relacionadas con perfiles geológicos desfavorables que sufren la tendencia de las grandes masas de material a desplazarse hacia ladera abajo. Este tipo de fallas es típico de laderas naturales en depósitos de talud o en otras formaciones análogas en cuanto a génesis geológica, formadas por materiales bastante heterogéneos, no consolidados y bajo la acción casi exclusiva de las fuerzas gravitacionales. El nivel freático y en general la presencia de agua en los materiales en la proximidad de la superficie de falla desempeñan un papel fundamental en la estabilidad.
  
3. **FLUJOS.** Los movimientos más o menos rápidos de una parte de la ladera natural, de tal manera que el movimiento en sí y la distribución aparente de velocidades y desplazamientos recuerda el comportamiento de un líquido viscoso. Es frecuente que la zona de contacto entre la parte móvil y las masas fijas de la ladera sea una zona de flujo plástico. El material susceptible de fluir puede ser cualquiera que no haya sido consolidado, por lo tanto, el fenómeno ocurre en fragmentos de roca, depósitos de talud, suelos granulares finos o arcillas.

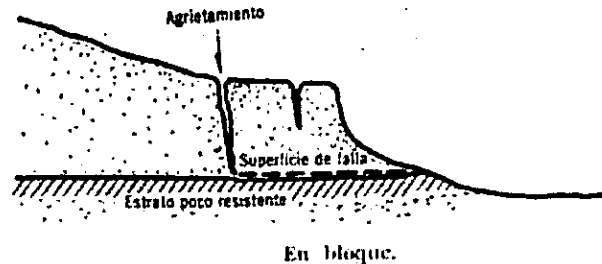


**B.3.3.2. Fallas en taludes.**

1. **FALLA ROTACIONAL.** La superficie de falla se forma cuando en su desarrollo actúan esfuerzos cortantes que sobrepasan la resistencia del material. Se genera un estado de esfuerzos en el interior del talud que supera la resistencia al esfuerzo cortante en forma más o menos rápida. Este movimiento es típico de un corte dentro de una vía terrestre. Dichas fallas se pueden producir a lo largo de superficies de fallas identificables con superficies cilíndrica o concoidales, o pueden adoptar formas algo diferentes, en las que por lo general influyen la secuencia geológica local, el perfil estratigráfico y la naturaleza de los materiales. Este tipo de fallas parecen estar asociadas a arcillas sobreconsolidadas, que se presentan en taludes no homogéneos, por diferencias de meteorización, por influencia de estratificación o por otras causas que se reflejen en discontinuidades o en desorden estructural en el talud. Ocurren siempre acompañadas de gran fragmentación de los materiales involucrados.



2. **FALLA TRASLACIONAL.** Dentro de esta categoría se incluyen las fallas que implican un movimiento traslacional de gran masa del cuerpo del talud sobre superficies de falla por lo general planas. A estas fallas se asocian la presencia de estratos poco resistentes localizados a poca profundidad bajo el talud. La superficie de falla se forma paralelamente al estrato débil y termina en sus extremos por dos cantiles, formados por agrietamientos. Estos estratos débiles, por lo común están formados de arcillas blandas o de arenas finas o limos no plásticos sueltos. Otro fenómeno que interviene en el desarrollo de estos accidentes, es la presencia de agua contenida en las arcillas o elevación de presión de agua en estratos de arena.



3. **FALLA CON SUPERFICIE COMPUESTA.** En este tipo se combinan los efectos de los movimientos de rotación y traslación, dando lugar a superficies de falla compuestas en que se desarrollan zonas planas a la vez que tramos curvos, asimilables a arcos circulares. Estas superficies están dadas por la presencia de heterogeneidades dentro del talud.
4. **FALLA MULTIPLE.** Son las fallas que ocurren con varias superficies de deslizamiento, sean simultáneas o en rápida sucesión. Dentro de esta categoría existen dos tipos: las sucesivas y las regresivas.
- **Regresivas:** se forman a partir de una primera (la situada ladera abajo), por la inestabilidad en que sucesivamente van quedando las zonas de cabeza de cada falla que se forma. Por lo general todas las superficies de falla concurren a una principal. Pueden ser rotacionales o traslacionales. La rotacionales regresivas ocurren con frecuencia en regiones de topografía movida o escalonada, en donde sufren erosión intensa, especialmente si existen estratos gruesos de arcillas sobreconsolidadas, fisuradas o de lutitas, sobreyacidos por espesores grandes de roca o suelos firmes. Las traslacionales regresivas ocurren en capas superficiales y muchas veces también se asocian a arcillas fisuradas y lutitas.
  - **Sucesivas:** consisten en un conjunto de deslizamientos rotacionales superficiales. Suceden en las últimas etapas de degradación en laderas de arcilla sobreconsolidada o fisurada. A veces las fallas forman un escalonamiento sumamente regular.
5. **DERRUMBES Y CAIDOS.** Son desprendimientos locales que no abarcan grandes volúmenes y suele estar determinado por las discontinuidades y fisuras preexistentes que, cuando se abre el corte, por lo general éstas se abren y su frente queda sin el confinamiento lateral que retenía al material fuera de la discontinuidad o fisura. Los derrumbes están asociados a cortes muy escarpados y en materiales arcillosos fuertemente sobreconsolidados.

#### 6. OTROS TIPOS DE FALLAS.

- **Por erosión.** El ataque superficial de agentes erosivos (agua y viento) desgastan los materiales que componen el talud del corte o terraplén. La falla se manifiesta en irregularidades, socavones y canalizaciones en el plano del talud. Si no se tratan o previenen, los efectos de este tipo de falla pueden ocasionar graves problemas de estabilidad a los taludes y/o cortes de una vía terrestre.
- **Por tubificación.** Consiste en que dentro del corte o terraplén se embalsa una pequeña corriente de agua, que con el paso del tiempo desgasta el material debido al arrastre de partículas. Se forman entonces pequeños canales, por los que el agua empezará a circular con mayor velocidad y consecuentemente aumenta el arrastre de partículas hasta llevar al material al colapso. En un terraplén mal compactado puede presentarse este fenómeno.

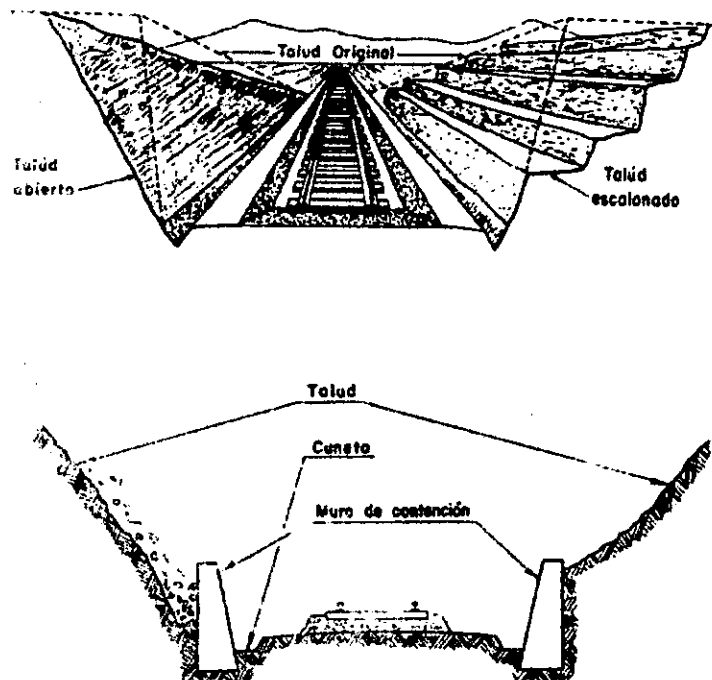
- **Por agrietamiento.** En los terraplenes se pueden formar grietas en ambos sentidos (transversal y longitudinal). Los agrietamientos transversales implican asentamientos diferenciales y solo serán considerados cuando existan materiales blandos bajo el terraplén. El agrietamiento longitudinal es más frecuente y se supone que son debidas a la diferencia de secado entre los materiales cercanos a los hombros y taludes del terraplén y los de la zona central del mismo.
- **Fallas por licuación:** la licuación es un fenómeno que se presenta en suelos arenosos y consiste en la pérdida de resistencia al esfuerzo cortante temporal o definitiva que produce el colapso de las estructuras construidas sobre el suelo. La pérdida de resistencia se debe a dos circunstancias principalmente: por incremento de los esfuerzos cortantes actuantes y desarrollo correspondiente de presión de poro o el que es el caso que realmente interesa, por desarrollo rápido de elevadas presiones en el agua intersticial, como consecuencia de un fenómeno como el sismo. Por lo general la licuación se asocia a suelos formados de arcillas saturadas muy sensibles y en arenas finas sueltas, sobre todo en condición saturada. De estos materiales mencionados, las arenas sueltas con  $D_{10} < 0.1$  mm y coeficiente de uniformidad  $C_u < 5$  y los limos con índice de plasticidad menor que 6 son los materiales más peligrosos, tanto formando parte del cuerpo del terraplén, como en el terreno de cimentación.

### **B.3.4. Métodos para corregir fallas en laderas y taludes.**

En este tema se tratan los métodos más comúnmente utilizados para corregir la inestabilidad de taludes. Los métodos descritos a continuación no comprenden aquellos relacionados con técnicas de drenaje o subdrenaje. Todos los métodos correctivos siguen tres líneas de acción:

1. Evitar la zona de falla. Se cambia el alineamiento de la vía ya sea el horizontal o el vertical para evitar la zona de conflicto.
2. Reducción de fuerzas motoras. Estos métodos consisten en remover material en la parte apropiada de la falla y subdrenaje, para disminuir el efecto de empujes hidrostáticos y el peso de las masas de tierra.
3. Aumentar las fuerzas resistentes. Estas alternativas de solución consisten en aumentar las fuerzas que se oponen a la falla, por el ejemplo el subdrenaje aumenta la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, la eliminación de estratos débiles u otras zonas de falla potencial.

Enseguida se describen los principales métodos para corregir laderas o taludes:



MÉTODO		DESCRIPCIÓN
MÉTODOS DE ELUSION	DE	Consiste en realizar un cambio del alineamiento, ya sea horizontal o vertical para salvar la zona de problemas de deslizamientos o fallas. Aunque no siempre es posible evitar por completo la zona accidentada, un ligero cambio del alineamiento puede hacer posible ubicar la vía dentro de una región más estable. Este tipo de métodos se aplican con mejores resultados en situaciones donde se encuentran cruzamientos de formaciones inclinadas de suelo o roca, con echado desfavorable a la vía.
MÉTODOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.	DE	Estos métodos consisten en abatir taludes ó construir bermas hasta conseguir un perfil más estable. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Abatimiento de taludes.</u> Es un método muy recurrido para mejorar la estabilidad de taludes inestables. En suelos friccionantes es más eficiente este tipo de solución y no es muy recomendables para suelos cohesivos.</li> <li>• <u>Empleo de bermas.</u> Se denominan bermas a masas de material que se adosan al talud inestable para proporcionarle mayor estabilidad. La berma tiende a que la superficie de falla se tenga que desarrollar en una longitud mayor y más profunda, y por otro lado, el peso de material adosado al talud, aumenta la resistencia al corte del terreno de cimentación en su parte friccionante. Para suelos cohesivos, la berma descompone el talud en dos de menor altura, hecho que mejora la estabilidad del conjunto de dos taludes.</li> <li>• <u>Escalonamiento.</u> La función del escalonamiento es análogo al de las bermas. Consiste en transformar un talud de gran altura, en varios de menor altura, lo cual beneficia a los suelos cohesivos -como la arcilla- ya que, la altura es un factor determinante en la estabilidad. En suelos cohesivos-friccionantes, el escalonamiento se hace para abatir el talud, recoger caídos y coleccionar aguas; de esta forma se mitigan los efectos de la erosión.</li> </ul>
EMPLEO DE ESTRUCTURAS DE RETENCION.	DE	La función principal de estas estructuras es la prevención de deslizamientos o corregirlos una vez que hayan sucedido. Se debe tener precaución en su uso, pues a veces los resultados difieren mucho de la expectativas. La función del muro es retener a la superficie de falla formada (existente o futura); si ésta contiene al muro, el efecto de éste será nulo en la estabilidad general. Este hecho lleva con frecuencia a muros muy altos, que han de enterrarse mucho en el terreno con la consiguiente elevación del costo de la solución. Por otro lado, no se deben descuidar los drenajes de la estructura de retención, pues los empujes hidrostáticos son frecuentemente los culpables de hacer fallar a este tipo de muros. Esta solución presenta la ventaja de requerir poco espacio para levantar el muro y se utiliza cuando no hay espacio suficiente para pensar en el abatimiento, la cual es una situación no rara en terraplenes. Otras veces los muros de retención se usan con éxito para confinar el pie de fallas en arcillas y lutitas, impidiendo la abertura de grietas y fisuras por expansión libre.
EMPLEO DE CONTRAPESOS AL PIE DE LA FALLA.	DE	Esta solución tiene dos efectos: aumenta la resistencia al corte en el material subyacente y balancea a las fuerzas motoras en la cabeza de la falla. Para aplicarse esta solución debe asegurarse que la resistencia del suelo subyacente resistirá los esfuerzos que generará del contrapeso y que la superficie de la falla tenga una forma apropiada, es decir, que tienda a elevarse bajo el contrapeso.
ANCLAJES.		Actualmente éstas técnicas de estabilización de taludes son aplicables a suelos cohesivos y friccionantes a costos razonables. La variante más utilizada es la utilización de tirantes de anclaje en estructuras de retención, cuando éstas han de cimentarse en suelos poco resistentes, con presiones de contacto mayores que la capacidad de carga. Los anclajes consisten en cables de acero unidos a muertos y sólidamente ligados a la estructura de retención.
EMPLEO DE VEGETACION	DE	Este método es de carácter preventivo y correctivo para fallas ocasionadas por la erosión. La vegetación sembrada en cortes y terraplenes protege de la destrucción ocasionada por el viento y el escurrimiento del agua, pues las raíces forman una malla que proporciona consistencia a la capa superficial del material, además de absorber la humedad excesiva y la excesiva infiltración de agua hacia el interior de la masa de suelo. Una cobertura de arbustos sobre un suelo arcilloso, es capaz de disminuir el contenido de agua hasta una profundidad de 3 metros.

TABLA III.B-2 MÉTODOS DE ESTABILIZACION DE TALUDES.

Al observar todos estos métodos de corrección de fallas, se hace evidente que la mejor manera de resolver los problemas de estabilidad de taludes es prevenirlos. Las fallas se podrán prevenir mejor a base de un diseño más realista, y la posibilidad de mejorar éste descansa en mucho en la exploración que se efectúe. En lugares donde se duden de las cualidades del terreno, deberán realizarse estudios más detallados de las capas de suelo o roca existente en la localidad; ya que muchos de los factores geotécnicos que influyen en la formación de fallas son muy difíciles de detectar con exploración convencional.

Mucho de lo que en Vías Terrestres se puede hacer para prevenir fallas está ligado a cambios en el trazo geométrico de las propias vías, aunque mucho se puede lograr simplemente manejando los alineamientos verticales y las pendientes de la vía (aunque en el caso de los ferrocarriles, este recurso se ve muy disminuido por la poca pendiente aceptada en el desplante de la vía).

### **B.3.5. Traumatología de los macizos rocosos.**

#### ***B.3.5.1. Breve introducción.***

Como se ha visto en los temas anteriores, un problema muy común dentro de la construcción y operación de los ferrocarriles, corresponde a la estabilidad de taludes en los cortes y terraplenes realizados para establecer la vía por la que circularán los trenes. Este problema se acentúa cuando dichos cortes se encuentran dentro de un macizo rocoso, el cual para cálculos teóricos, idealizamos como continuo, homogéneo, isótropo y sujeto a un campo de fuerzas bidimensional, todo esto para facilitarnos el desarrollo de cálculos concernientes a este tipo de tópicos. Esta idealización está muy distante de ser realidad en las excavaciones hechas en roca. Para aclarar lo anterior se define lo que es un macizo rocoso:

Macizo rocoso: se define como la parte de una estructura geológica tridimensional dentro de la corteza terrestre, cuyas características geotécnicas son el resultado de un sinfín de procesos iniciando hace millones de años. Dicha estructura se encuentra sometida a la acción de cuatro campos de fuerzas, que se describen a continuación:

a. **FUERZAS GRAVITACIONALES.** Todo punto dentro de un macizo rocoso está sometido al peso de la columna de roca por encima del mismo. Es la acción que ejerce la gravedad de la Tierra sobre la masa de roca. A este esfuerzo se le conoce también como "litostático". Sin embargo, al estar sometida un esfuerzo vertical que comprime la estructura rocosa, el material (como cualquier otro) tiende a expandirse lateralmente como respuesta a las fuerzas verticales. Por esto se genera un campo de fuerzas horizontales, el cual se relaciona con el Módulo de Poisson ( $\nu$ ) cuando la mencionada expansión lateral está impedida en el interior del macizo rocoso.

El módulo de Poisson puede tener un valor medio entre 0.2 y 0.3, pero dicho valor aumenta dependiendo del tipo de roca, aumentando a valores cercanos a 0.5 si la roca es blanda, lo que por resultado incrementa también el esfuerzo lateral provocado por el peso de la roca. Al aumentarse el esfuerzo lateral, se incrementa la deformación del material llegando a generar grietas en las zonas cercanas a las superficies excavadas en ese tipo de material. Cabe aclarar que mientras el macizo rocoso se encuentra enterrado, los esfuerzos horizontales son contrarrestados, por lo que se dice que está en equilibrio.

b. **FUERZAS RESIDUALES.** Estos esfuerzos son el resultado de los procesos de su formación y pueden generarse por presiones debidas a dos factores principalmente:

1. Cristalización y/o cambio de estado: genera cambios de volumen del magma originario, combinados con un confinamiento obligado.
2. Gradientes térmicos elevados.

Como se mencionó antes, el macizo rocoso puede estar en equilibrio mientras no existan fuerzas externas que lo desestabilicen. La excavación súbita del material puede alterar la estabilidad del material, con la consecuente aparición de grietas o propagación si éstas ya existían, y en el peor de los casos fallas que desgajan el material provocando deslaves.

c. **FUERZAS TECTONICAS.** Son las generadas a partir de movimientos de la corteza terrestre. Estos movimientos dan lugar a esfuerzos de compresión horizontales que muchas veces exceden los esfuerzos verticales. Aunque puede darse al caso contrario, en donde las rocas estaban sometidas a esfuerzos que las tenían al borde de la falla, para posteriormente sufrir un relajamiento de las presiones horizontales.

d. **FUERZAS DE ORIGEN TERMICO.** Al someterse un material a cambios de temperatura, éste tiende a sufrir cambios volumétricos de expansión o contracción. Sin embargo, al impedirse estos cambios se generan esfuerzos en el interior del macizo rocoso relacionados con el cambio de temperatura.

### *B.3.5.2. Excavaciones en rocas.*

Consideremos el siguiente evento geológico: el movimiento relativo de una parte de un talud (natural, excavado o en terraplén), su separación paulatina o súbita del mismo y como consecuencia de ello, el colapso y/o la desintegración parcial o total de la forma o estructura geotécnica. A este fenómeno en México se le conoce como "falla". Ahora se considera que un experto en geotecnia diseñará un talud a ser excavado en roca.

Previamente al Análisis de Equilibrio Límite deberá visualizar un mecanismo de falla de acuerdo a su experiencia y características geotécnicas del material rocoso que definan geoméricamente el cuerpo susceptible de moverse.

Al realizar la excavación, existirán partículas, bloques, trozos o partes del talud que se desprenderán del cuerpo principal, debido a que las fuerzas que tienden a separarlo superan a aquellas que favorecen su continuidad en equilibrio. Además existen gran cantidad de discontinuidades tales como diaclasas, fallas, estratos y en el peor de los casos fisuras, que hacen infinito el número de análisis de estabilidad de distintas tipologías que se pueden presentar. Entonces el Análisis de Equilibrio Límite considera solo una parte de las tipologías susceptibles de presentarse y por lo tanto solo un porcentaje de las posibles fallas que se pueden presentar en la excavación. Ante tal complejidad se simplifica el problema hasta hacerlo manejable mediante un proceso físico-matemático elemental.

Así se llega a proponer una geometría que garantiza la estabilidad global de la excavación aunque cabe aclarar que el problema ha quedado resuelto en teoría. En la realidad es frecuente ver los problemas ocasionados por la inestabilidad en taludes: desprendimientos, deslaves, etc. Es de hacerse notar que aún cuando los métodos físico-matemáticos aplicados al cálculo de taludes proporcionan resultados aproximados, existen imprecisiones que afectan en buena medida el desempeño de este tipo de estructuras.

### *B.3.5.3. Respuesta del macizo rocoso.*

Toda excavación realizada en un macizo rocoso constituye una acción traumática que afecta estructuralmente a todas y cada una de las partes del mismo, cambiando súbitamente el campo de fuerzas gravitacionales e induciendo variaciones en los campos de fuerzas residuales, tectónicas y térmicas, cuyos efectos se van a ir manifestando durante un tiempo no determinado que dependerá de la oportunidad y eficiencia de las medidas terapéuticas adoptadas.

Como se menciona en los párrafos anteriores, dentro de un macizo existe un campo de fuerzas complejo, resultante de los cuatro mencionados. Consecuentemente, en cada punto en el interior de la roca existe un tensor de esfuerzos cuyos elementos reales tal vez no sean fáciles de determinar, pero si puede asegurarse que sus valores vienen definidos por una función continua, supuesto una cierta homogeneidad. La excavación introduce el macizo rocoso una nueva frontera de esfuerzos y afecta de un modo continuo a todo el cuerpo de talud, desde la superficie que lo limita y define geoméricamente en su frontera con la atmósfera hasta más allá de cualquier posible superficie de falla considerada en su interior. Lo anterior fue comentado por el M.I. Manuel Sánchez García en su artículo "Traumatología de los macizos rocosos" (Revista Ingeniería Civil, Núm 327).

Lo anterior significa que cualquier cambio producido en el macizo rocoso tales como granqueo, caída de trozos, deslaves, fallas o cuñas, proviene de un cambio en el estado de esfuerzos en la estructura de la roca generado por la excavación o desgaste de ésta; ha cambiado la tipología debido al cambio de esfuerzos que se dan en cada posible región - discreta o continua- del espacio dentro del macizo rocoso susceptible de sufrir cambios estructurales. En términos generales puede decirse que existe una infinidad de grietas o fracturas cuya cantidad disminuye según nos vamos alejando de la superficie de corte y cuya distribución y situación en el espacio no es aleatoria o casual sino que puede ser estadísticamente determinada en base a las características geológicas y geotécnicas de la roca y dentro del marco de una nueva geometría de la naturaleza concebida y desarrollada por Mandelbrot.

### *B.3.5.4. Diagnósis.*

A continuación se observan los procesos que más afectan al cuerpo de un talud en una excavación en roca. Estos han sido clasificados según el impacto que tienen en el macizo rocoso en cuanto al volumen de partículas desplazadas y con el espesor del macizo afectado desde la superficie hacia el interior del macizo rocoso.

- **INTEMPERISMO.** Son los procesos físicos y/o químicos que destruyen a la roca. Por lo general estos dos tipos de intemperismo actúan al mismo tiempo sobre la roca, aunque en algunos ambientes predomina uno sobre el otro. La rapidez con que un macizo rocoso se desintegra debido a este fenómeno depende del tipo de roca, de la cantidad y características de las discontinuidades que afloran en su superficie y del procedimiento de excavación realizada. Este fenómeno degenera a la estructura rocosa y por lo tanto cambia los campos de esfuerzos del macizo rocoso.



- **RELAJACION.** Es el fenómeno según el cual se forman grietas, fisuras y microfisuras o se abren las ya existentes, debido a los esfuerzos de tensión generados como consecuencia de la excavación y su espesor depende de las características geotécnicas de la roca, pero que para fines prácticos está dentro del 10-20% de la altura del talud. Existe una íntima relación entre este fenómeno y el intemperismo y la erosión, de forma que al irse erosionando - o intemperizando- la roca, ésta sufre una mayor relajación, y a su vez aumenta el fenómeno de desgaste del macizo rocoso.
- **FALLAS.** Se considera como falla a la superficie de ruptura de una roca a lo largo de la cual ha habido un movimiento diferencial. En estos fenómenos se involucra a todos aquellos tipos de inestabilidad que interesan a un gran volumen o masa de roca cuya altura sea del orden de magnitud de la del talud y cuyo espesor sobrepasa ampliamente la zona de relajamiento. También en este grupo se incluyen todas aquellas situaciones en la que se produce el deslizamiento de un importante volumen de roca respecto al resto del macizo que permanece en su lugar, el cual se produce según superficies de falla que pueden ser predeterminadas por la existencia de discontinuidades mayores (fallas, planos de estratificación, diaclasas, etc.) o por las que se van a crear a lo largo de los puntos en los que la resistencia al esfuerzo cortante es superada por los esfuerzos generados por efecto de la excavación.

### *B.3.5 5. Terapia.*

Considérese como terapia al conjunto de acciones encaminadas a conservar la integridad de una estructura. En el caso de taludes, son todas aquellas que se llevan a cabo para conservar la integridad total o parcial del talud una vez realizada la excavación. De acuerdo al tipo de problema -o síntoma- que se presenta en el talud, se debe recurrir a un cierto tipo de curso de acción para dar una solución adecuada. A modo de guía se mencionan algunas recomendaciones muy útiles en la terapia de los taludes:

#### CONTROL DE LA EROSION Y RELAJAMIENTO.

Como se vió anteriormente, estos dos fenómenos se encuentran estrechamente relacionados, y por lo mismo se les trata conjuntamente. Para evitar la relajación de la roca, lo ideal sería dar una compresión que sustituya el peso que fue removido del macizo rocoso. Sin embargo esta solución todavía no es factible técnica ni económicamente hablando. La solución óptima es proporcionar a la roca una pequeña compresión a base de malla y anclas de fricción que si no compensan la descompresión al menos frenan la aparición de nuevas grietas y detienen la apertura de las ya existentes. Para complementar esta solución se pueden agregar sobre la superficie del talud productos pegantes -como el concreto lanzado- que aglomeran los finos y evitan su caída.

- **Concreto lanzado.** Esta técnica siempre debe complementarse con la utilización de anclas para formar un sistema estructural calculado para resistir esfuerzos horizontales. Como procedimiento de protección no evita el relajamiento de la roca, que continua produciéndose. Cuando su utilización no es correctamente aplicada puede tener consecuencias muy poco deseables, ya que las diferencias de rigidez y de módulo de dilatación térmica entre el concreto y el material más superficial del talud que lo soporta van haciendo que la "costra" de concreto se desprenda y llegue a una situación de inestabilidad por flexión inducida por pandeo que finalmente provoca el colapso.
- **Mallas colgadas.** Este tipo de control de la erosión y relajamiento no son eficaces contra estos fenómenos. Sin embargo presenta ventajas con respecto al concreto lanzado, porque por lo general no falla y mientras no se caen controlan parte de los fragmentos que se separan del macizo rocoso. Por otro lado, el mantenimiento de estas estructuras es caro, porque al no detenerse la erosión y el relajamiento, el graneado y la caída de rocas continua llegando a sobrecargar la malla que rompe en muchas ocasiones y de todos modos hay que estar retirando el material retenido y los finos que de cualquier modo pasan a través de la malla.

ESTABILIZACION ESTRUCTURAL.

Siempre que se pueda se deberá abatir el talud con el fin de conseguir un perfil más estable. Si el volumen de tierras a movilizar es muy grande y la geometría obliga a sobrepasar límites de propiedad, entonces la alternativa más adoptada es el anclaje con estructuras de reparto a base de una retícula de concreto o metálica, o bien concreto lanzado estructural.

TRATAMIENTO GENERAL.

Estos tratamientos y operaciones se deben efectuar en todos los casos y situaciones en periodos de tiempo regulares:

- i. Limpieza minuciosa de todas las piedras que hayan quedado sueltas sobre las irregularidades superficiales del talud.
- ii. Saneo: consiste en el retiro de los trozos de roca que sean fáciles de desprender con una barra de acero haciendo palanca.
- iii. Contracuneta: se debe construir esta estructura cuya sección debe ser definida de acuerdo a un gasto calculado que dependerá de la región hidrológica, permeabilidad del suelo, etc.. Dicha estructura debe correr lo más paralela posible al hombro del talud, separada entre 2.00 y 5.00 metros hacia el interior del terreno natural. Esta estructura disminuye la infiltración de agua de lluvia dentro del macizo rocoso, fenómeno que disminuye el factor de seguridad del talud.
- iv. Cuando exista presencia de agua en el interior del macizo rocoso, se deberán diseñar drenes penetrantes con el fin de aliviar presiones intersticiales que puedan acentuar las situaciones de inestabilidad ya considerados.

**B.4. Mecánica de Suelos aplicada al FPN.**

Dentro del territorio del FPN se ubican puntos conflictivos desde el punto de vista de la Mecánica de Suelos, pues existen tramos de vía que presentan diversos problemas geotécnicos. Desde este enfoque, los problemas que más afectan a este ferrocarril son: cimentación de la vía sobre suelos inestables y la estabilidad de taludes. Aunque las rutas que presentan estos puntos conflictivos no suman grandes distancias, intervienen constantemente con la continuidad de las operaciones de la línea. A continuación se muestra un cuadro donde se exponen los tramos con problemas de carácter geotécnico:

TRAMO	LONGITUD (Km.)	% (*)	PROBLEMA
Irapuato-Ocotlán	208	3.2	Terracerías inestables debido a la presencia de suelos formados por arcillas expansivas.
Atenquique (División Guadalajara) y Roseta y Barrancas (División Sinaloa)	195	3.0	Cortes inestables con problemas de derrumbes.
Mazatlán-Culiacán y Santa Ana Nogales (División Sinaloa)	150	2.3	Cortes susceptibles a deslaves cuando se presentan precipitaciones máximas extraordinarias.
TOTAL	553	8.8	

TABLA III.B-3 TRAMOS DEL FPN QUE PRESENTAN PROBLEMAS GEOTECNICOS.

FUENTE: F.N.M.

\* PORCENTAJE DEL TOTAL DE LA LONGITUD DE VIA DEL FPN.

En el caso del tramo Irapuato-Ocotlán se presenta un problema de cimentación de la vía férrea, que como se mencionó en los párrafos anteriores, esta situación debe ser evitada desde la etapa de planeación de la ruta ferroviaria, ya sea cambiando el alineamiento horizontal o vertical, con la finalidad de encontrar suelos que ofrezcan mejores propiedades geotécnicas. Pero en este tramo actualmente se presenta el problema de que las estas terracerías ya fueron construídas y el suelo bajo el cual están cimentadas está sufriendo deformaciones que imposibilitan la adecuada operación de trenes en esta zona y donde es necesario realizar costosas obras de nivelación de la vía, por lo que constantemente se opera bajo órdenes de precaución. Sin embargo en FNM se han utilizado métodos de estabilización de terracerías ya construídas, los cuales se describen a grandes rasgos a continuación:

METODO	DESCRIPCION
Inyecciones de cal	Este procedimiento consiste en estabilizar el suelo inestable mediante la inyección de cal. El método lleva a cabo los siguientes pasos: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se abren los durmientes y se remueve un poco de balasto.</li> <li>2. Con una máquina perforadora, se taladra la terracería hasta la profundidad necesaria y se extrae el material que será sustituido.</li> <li>3. Se rellena el vacío con cal y se le da una leve compactación.</li> <li>4. Se agrega una capa de sub-balasto y se vuelven a tapar las curaciones con balasto.</li> </ol>
Reforzamiento mediante préstamo lateral de material.	El refuerzo del terraplén se realiza mediante el adoso de material a los lados del terraplén original, hasta proporcionar el ancho de corona reglamentario. Posteriormente el material puesto a volteo es acomodado con pequeños tractores, que además con su propio peso compactan la nueva terracería. El material necesario para realizar la rehabilitación del terraplén puede ser acarreado a través de camiones o mediante el uso de góndolas mecanizadas, las cuales son capaces de simular la caja de volteo de un camión, pero de forma lateral, para poder depositar el material en el lugar deseado.

TABLA III.B-4 METODOS DE MEJORAMIENTO DE TERRACERIAS.  
FUENTE: F.N.M.

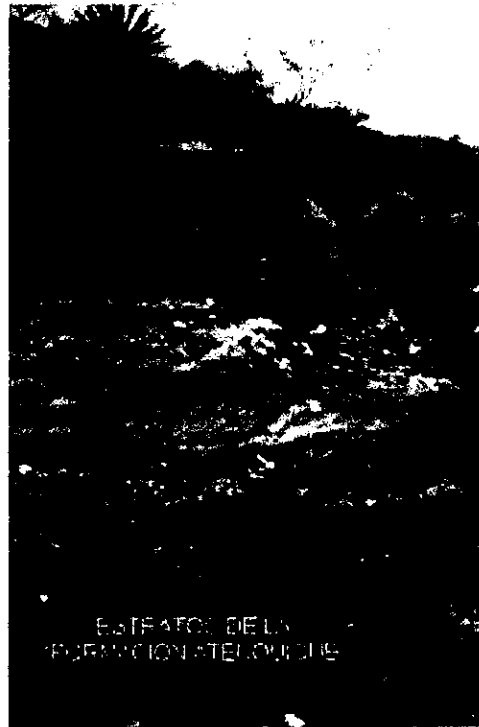
Anteriormente se describieron dos métodos para mejorar las condiciones de estabilidad de las terracerías de una vía férrea: el primero tiene la finalidad de lograr la estabilización de un terraplén cimentado sobre suelos cohesivos con alta plasticidad, los cuales están sujetos a deformaciones que alteran las condiciones de diseño de la vía, proporcionando resultados satisfactorios en los casos que ha sido aplicado; el segundo soluciona la problemática de no contar con un ancho de corona que no es suficiente para alojar a la vía de escantillón ancho (1.435 m). Este último problema se encuentra frecuentemente dentro de las vías de FNM, puesto que los expertos en la materia calculan que todavía existe un 30% de terracerías que fueron construidas a principios de siglo y que no cumplen con las dimensiones requeridas para vía ancha en todo el ferrocarril mexicano, corriéndose el peligro de que estas terracerías fallen al no soportar las cargas a las que se someten.

El comportamiento de los cortes no siempre puede ser controlado, pues existen múltiples factores, a veces impredecibles que afectan la estabilidad en los taludes. Sin embargo, como se estudió en los párrafos anteriores, existe gran diversidad de métodos para corregir de forma eficaz y económica la inestabilidad en taludes. Como caso particular, se estudiará el de la barranca de Atenquique, región situada en las cercanías del conjunto volcánico de Colima, que presenta una morfología compleja consistente en un sistema de hondas barrancas, arroyos profundos torrenciales y estructuras geológicas compuestas por numerosas combinaciones de rocas.

Dentro de esta zona se encuentran depósitos volcánicos de distinto origen y provenientes de épocas diferentes, predominando los producidos por dos volcanes antiguos que generaron avalanchas de lodo, bloques y cenizas; además existen evidencias de materiales más recientes provenientes del Volcán de Fuego, que formaron depósitos de caída, flujos piroclásticos, lahares y lluvias de cenizas que son constancia de la alternancia de erupciones efusivas y explosivas que ha prestado el volcán en su larga historia de actividad.

También se encuentran en algunos lugares depósitos de rocas sedimentarias (areniscas, lutitas y cenizas del cretácico), coronadas de depósitos clásticos continentales. La estratigrafía muestra gran variedad de estructuras geológicas, de las cuales destacan: arenas limosas medianamente cementadas con espesor de 1.0 a 8.0 metros; estratos de rocas andesíticas y/o basálticas, gravas, arenas y cenizas con diferentes granulometrías y grados de compacidad o consistencia; roca caliza de calidad sana a muy fracturada; entre otras formaciones que complican en gran medida el pronóstico del comportamiento de los taludes. Como se aprecia, la estructura geológica en esta región es bastante complicada, pero existe además la variable de los sismos, pues este lugar está clasificado como zona D (mayor intensidad sísmica), lo cual disminuye aún más la estabilidad de los taludes.

Como experiencia aplicable al caso del FPN se cuenta con el testimonio del desarrollo de la carretera Guadalajara-Colima, la cual cruza por la misma zona denominada Atenquique. En dicha carretera se aplicaron los criterios de dimensionamiento de taludes convencionales (Método de Bishop, 1995) para que éstos fueran estables (pendientes, bermas, ampliaciones, etc.). Sin embargo durante las excavaciones en la formación Atenquique se presentaron problemas pues la existencia de estratos de suelos finos inertes que se erosionaban fácilmente por efectos del viento y la vibración de los equipos de construcción, provocaban el desgranamiento excesivo en las superficies expuestas de los taludes. Los taludes de más de 40.0 metros de altura (los más críticos) se estabilizaron mediante métodos tradicionales, como los expuestos dentro de este mismo capítulo. Pero para los taludes de menor altura se recurrió a utilizar un método innovador en la estabilización de taludes, consistente en recubrir la superficie expuesta con una emulsión asfáltica. Este nuevo procedimiento brindó excelentes resultados a un costo muy bajo. Este método se describe al final de este capítulo como una innovación tecnológica aplicable a los ferrocarriles, pues la sencillez de su aplicación y la economía que representa, amerita su consideración para ser utilizado en los taludes de los cortes del FPN.



En el caso de los tramos Mazatlán-Culiacán y Santa Ana-Nogales, que presentan deslaves debido a la presencia de agua procedente de precipitaciones dentro de los cortes, se recomienda la construcción de contracunetas y la implantación de drenes que permitan disminuir y aliviar las presiones intersticiales, que afectan la resistencia al corte.

## C. MANTENIMIENTO DE VIAS.

### C.1. Breve introducción.

La conservación de la vía férrea en un ferrocarril, es un conjunto de diversas actividades, entre las que sobresalen las reparaciones necesarias para que la vía, el lecho de ésta, el derecho de vía y las estructuras fijas dentro de este derecho, se mantengan en perfectas condiciones, a fin de que los trenes puedan operar con seguridad absoluta y comodidad, durante todo el tiempo y a las velocidades autorizadas. Un buen mantenimiento de vías garantiza la regularidad de los horarios, el confort y la seguridad, además de prolongar la vida útil de la infraestructura y equipo, aumentar la velocidad de los trenes y mejorar el rendimiento de locomotoras y carros. El Ingeniero Jorge A. Vázquez Cisneros expresa en su trabajo de tesis (ver tesis profesional "Conservación de Ferrocarriles" de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., cap. II.5) lo siguiente:

"Se puede concluir lo siguiente: no puede existir una buena explotación sin no hay buenas vías, y no puede haber buenas vías si no existe un programa de revisión integral en forma cíclica."

Dentro de los diferentes tipos de conservación y de la importancia que a éstos se refiere, nos encontramos con tres tipos diferentes:

- **Normal:** contempla los trabajos que se realizan de manera continua, sistemática y cíclica, con el propósito de mantener un tramo de vía, las características de proyecto mediante la reparación de fallas locales, la realización de pequeños trabajos accesorios o simplemente la corrección de efectos menores.
- **Diferida:** comprende la conservación acumulada no efectuada a lo largo de las inspecciones periódicas o de las revisiones integrales no realizadas, reflejada por las deficiencias de recursos humanos o simplemente la mala organización de la empresa ferroviaria.
- **Urgente:** se refiere a los trabajos necesarios e ineludibles sin tener que seguir un programa específico, tomando en cuenta la gravedad de ciertos tramos de vía que amenace la seguridad en el movimiento de los trenes.

### C.2. Vigilancia e inspección.

#### C.2.1. Vida útil de los elementos de la vía.

Los diversos elementos que conforman una vía forman una estructura dependiente, es decir, el desempeño de cada uno de estos elementos influirá seguramente en los otros. Por lo tanto, una reparación que no se lleve a cabo afecta a todo el conjunto. Además cada elemento que conforma la vía, disfruta de un período de vida inherente a sus características, en otras palabras, la vía no envejece con la misma rapidez en todos sus elementos. A continuación en la siguiente tabla se especifica la vida útil de los elementos de una vía:

ELEMENTO	VIDA ÚTIL
Balasto	El balasto pierde sus característica permeables después de 15 años, sin embargo, por experiencia se conoce que las partes más afectadas son solamente las más expuestas a las impurezas.
Rieles	Si se conservan las condiciones ideales de diseño de vía, los rieles se desgastan lentamente y de forma regular llegando a durar de 20 a 30 años.
Durmientes	Los durmientes de madera duran de 15 a 20 años, dependiendo de las condiciones en las que trabajaron. Por experiencia se sabe que el ciclo de 4, 5 y 6 años conviene para los reemplazamientos de cierta importancia. Los durmientes de concreto pueden durar 50 años.
Sujeción riel-durmiente	El apretado de las sujeciones se mantiene de 1 a 2 años en el caso de los tirafondos. Las sujeciones a base de clavos duran mucho menos. Las sujeciones elásticas de la vía elástica tienen una vida útil de aproximadamente 25 años.
Nivelación y calzado*	La nivelación y el calzado dependen de varios factores entre ellos la velocidad, carga recibida, etc. y se realizan en intervalos desde 1 a 3 años.

TABLA III.C-1 VIDA UTIL DE LOS ELEMENTOS DE LA VIA.

\* La nivelación y el calzado no forman parte de los elementos de la vía, sin embargo sus características influyen en buena medida en la duración de dichos elementos.

### **C.2.2. Ciclos de revisión.**

Dadas las circunstancias anteriores, el espaciamiento en el tiempo de las revisiones para rieles y balasto no satisface las necesidades requeridas por las fijaciones riel-durmiente ó el alineado y calzado de la vía. Por esto, se establecen tres tipo de revisión:

- De acuerdo con el desgaste de las terracería y del balasto.
- De acuerdo con la duración de la nivelación y calzado.
- De acuerdo con la duración del amarre de la sujeción riel-durmiente.

De las anteriores ha resultado la "Revisión Metódica" que comprende las siguientes:

- Revisión integral: material y balasto. Ciclo de 4 a 6 años.
- Revisión hecha fuera de la revisión integral: nivelación y calzado. Ciclo de 1 a 2 años.

La base de la conservación de las vías es la revisión integral, que consiste en la revisión de las líneas -según se su importancia- cada 4, 5 o 6 años. Con esto se logra mantener a la vía en condiciones óptimas antes de que los elementos lleguen a trabajar en condiciones cercanas a la falla, ya que ningún elemento es olvidado por mucho tiempo. En los siguientes incisos de este tema, se tratará más a fondo la conservación de la vía elástica, porque como ya se ha dicho, esta será muy recurrida en la reestructuración de los ferrocarriles en México.

### **C.2.3. Vigilancia e inspección en la vía elástica.**

La vigilancia permanente de la vía elástica consiste en asegurarse que las condiciones de estabilidad de la misma (nivelación y alineamiento) sean cumplidas y durante las inspecciones se verifican los siguientes aspectos:

- a.- La aparición de defectos de nivelación.
- b.- La aparición de defectos de alineamiento.
- c.- El balastado y drenaje de la vía.
- d.- El comportamiento de las soldaduras (eléctricas o aluminotérmicas).
- e.- El apretado de la sujeciones elásticas.
- f.- Medición del escantillón.

Además de la vigilancia normal de las vías, es preciso vigilar en los LRS (Largos Rieles Soldados) aquellos puntos en los que pueden originarse deslizamiento longitudinales y transversales, particularmente:

- a.- Los tramos con rasantes superiores al 3%,
- b.- cambios de rasantes,
- c.- curvas de grado mayor a 1°55' (597.9 metros),
- d.- tramos de frenados frecuentes,
- e.- puntos fijos constituidos sobre pasos a nivel y
- f.- tramos sometidos a variaciones importantes de temperatura (entradas y salidas de túneles).

En caso de encontrar deformaciones considerables en la vía elástica, se debe investigar lo siguiente:

- Amplitud de la deformación.
- Estado de los durmientes.
- Medir la nivelación transversal.
- Medir la temperatura del riel.
- Medir el escantillón de la vía.
- Medir la sección del balasto.
- Inspeccionar el apriete de los medios de fijación.

Se debe poner especial atención en las regiones que presentan cambios de temperatura muy bruscos, es decir de una temperatura normal, a un calor o frío muy intenso. También los climas muy calurosos en los que el riel puede tener temperaturas superiores a los 50° C o los de fríos intensos con temperaturas inferiores a los -5° C.

### C.3. Conservación de la vía elástica y de los LRS.

La vía elástica está diseñada para que ésta se mantenga equilibrada mediante el anclaje que ofrece el peso propio del riel y los durmientes que van empotrados en el balasto, lo que contrarresta el desplazamiento longitudinal y lateral de la vía. Dichos desplazamientos se deben al fenómeno de dilatación provocados por los cambios de temperatura a los que están sometidos los rieles.

Al efectuar los trabajos de conservación de la vía se disminuye el anclaje durante la duración de las reparaciones y esto propicia el desplazamiento de la vía. Por estas razones los trabajos de mantenimiento en la vía elástica solo se realizan cuando los rieles están sometidos a débiles contracciones, es decir, cuando la temperatura del riel está próxima a su temperatura media ( $\pm 7^{\circ}$  C respecto a la temperatura media). Entonces es necesario llevar un registro en los kilometrajes donde existe LRS que porta su temperatura de liberación o colocación y las distintas temperaturas para la ejecución de los diferentes trabajos correspondientes a la conservación de la vía elástica. Los trabajos de reparación deben realizarse en épocas del año en las que el clima no tenga calor o frío intenso, por ejemplo, en los trabajos de alineación y nivelación, ni aquellos otros trabajos en los que se tenga que vaciar la vía de balasto, se pueden hacer si la temperatura ambiente puede superar en  $10^{\circ}$  C a los límites establecidos.

Los trabajos de conservación de la vía elástica, se diferencian de los realizados en la vía clásica, en los siguientes mantenimientos: el apriete de las fijaciones, la nivelación y alineamiento de los LRS y la reparación de las roturas. A continuación se describen los trabajos de mantenimiento de vía elástica.

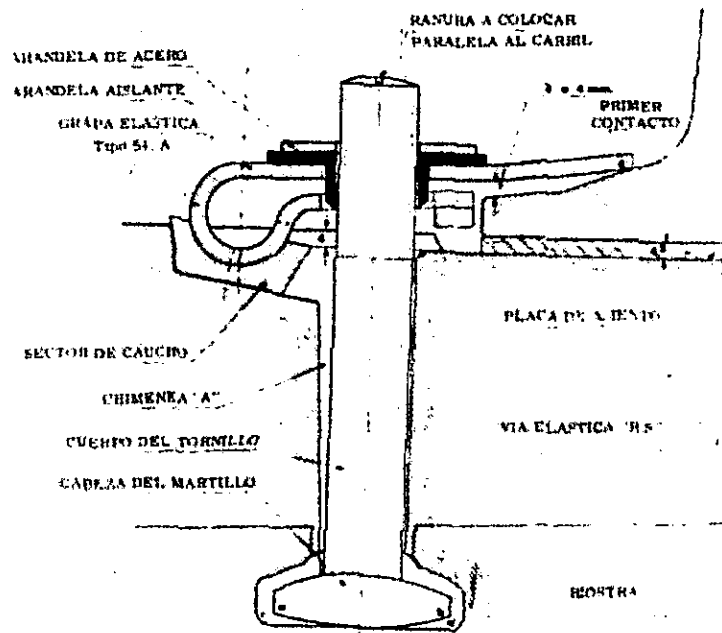
#### C.3.1. Apretado de la fijaciones.

Después de algunos meses posteriores al reemplazamiento de vía, se realizará una revisión general del apretado de las grapas que fijan el riel al durmiente. Esta actividad se realiza con un calibrador de dos décimas de milímetro de espesor en los bordes de las grapas que hacen el primer y segundo contacto. En caso de detectar en las zonas inspeccionadas un 25% de grapas con juego en el segundo contacto igual o superior a un milímetro, será necesario un apriete general. Al mismo tiempo de realizar esta inspección, se recubre la parte fileteada de los tornillos con grasa consistente u otro recubrimiento eficaz. También cada año deberán hacerse muestreos para conocer el apretado de las grapas, operación que se ejecuta antes de las épocas de calor o frío intenso. A continuación se muestra un cuadro en el que se presenta el mantenimiento correspondiente según el tipo de grapa:

GRAPA	OBSERVACIONES
Grapa RN	<p>La elasticidad se controla en las vías de 4 años en adelante de la siguiente forma: Se aflojan 10 fijaciones por kilómetro (o riel soldado) y se mide el juego al segundo contacto. Si se encuentra que el 25% de las fijaciones así aflojadas tienen un juego más o menos igual a 1.4 mm, se reemplazan las fijaciones que no tienen ese juego mínimo de 1.4 mm después de haberlas aflojado, entonces el apretado continuo es obligatorio.</p> <p>El apriete de las grapas se realizará con atornilladoras mecánicas o manuales provistas de carátula que mide el descenso de la tuerca. No se deben utilizar atornilladoras revolucionadas a más de 80 vueltas por minuto o en su defecto hacer el trabajo manualmente empleando llaves T.</p>
Grapilla elástica RN	<p>Sobre las vías de 4 años o más (se admite que para las fijaciones en vías de menos de 4 años, la elasticidad se conserva), se ejecuta un sondeo en 20 durmientes por RLS de la siguiente forma: 10 durmientes en la zona central (zona quieta) y 10 durmientes en las proximidades de las zonas de respiración) y se mide el juego elástico medio (J). Se pueden obtener los siguientes resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elasticidad satisfactoria: si <math>J &gt; 1.5</math> mm.</li> <li>• Elasticidad dudosa: si <math>J &lt; 1.5</math> mm.</li> </ul> <p>Cada RLS está caracterizado por su juego medio elástico "J" y el cambio de los medios de fijación será hecho conforme a las reglas siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>J &gt; 1.5</math> mm. NO SE PREVEE EL CAMBIO SISTEMÁTICO DE LAS GRAPILLAS.</li> <li>2. <math>1.2 &lt; J &lt; 1.5</math> mm. SE REEMPLAZA SISTEMÁTICAMENTE LA TERCERA PARTE DE LAS GRAPILLAS.</li> <li>3. <math>J &lt; 1.2</math> mm. SE REEMPLAZA LA TOTALIDAD DE LAS GRAPILLAS.</li> </ol>

TABLA III.C-2 MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE FIJACION DE LA VIA ELASTICA.  
FUENTE : F.N.M.

En caso de que los elementos de fijación resulten dañados por cualquier causa, produciendo una fijación deficiente riel-durmiente, éstas pueden reemplazarse en todo tiempo, sin embargo, debe darse preferencia a las fijaciones existentes dentro de la zona de 50 metros a uno y otro lado de las juntas.

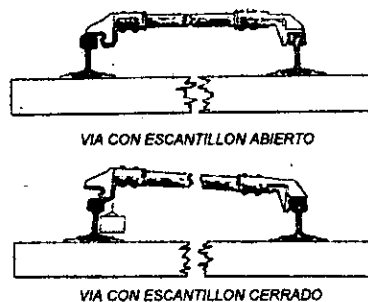


### C.3.2. Cambio de durmientes.

Los durmientes deben cambiarse alternadamente y nunca deben reemplazarse más de una tercera parte en 18 metros de longitud. Si fuera necesario renovar más durmientes, los trabajos se deben diferir a lo largo de un mes y siguiendo las siguientes precauciones:

1. No permitir el paso de un tren si falta un durmiente.
2. Para extraer e introducir un durmiente, los rieles solo podrán levantarse 2 centímetros como máximo.
3. No deben aflojarse las fijaciones de varios durmientes consecutivos.
4. El vaciado de la vía deberá ser el mínimo requerido, efectuándose en el momento de cambiar el durmiente y volviéndose a rellenar inmediatamente después.

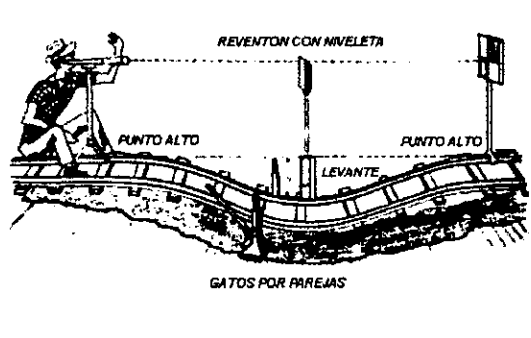
Una vez realizado el cambio de durmiente, debe verificarse el escantillón de la vía, el cual debe medir 1435 mm con una tolerancia de  $\pm 1$  mm. Los movimientos laterales de los durmientes para ponerlos a escuadra con el eje de la vía deben limitarse a 10 mm.





### C.3.3. Balasto.

Solamente si los durmientes están debidamente anclados a la plataforma por medio del balastado correcto, las contracciones (o expansiones) ocurridas en los rieles quedarán uniformemente repartidas. Por esta razón se debe proporcionar un balasto adecuado y abundante con estricto apego a la sección reglamentaria del balasto en vía elástica. El cribado o limpieza de balasto de la sección bajo la cara inferior de los durmientes, no se efectúa actualmente en la vía elástica, por la desconsolidación y el consiguiente peligro de deslizamiento que en este tipo de trabajo se podría originar.



### C.3.4. Nivelación.

Los trabajos de nivelación conocidos -por calzado mecánico "Soufflage" o levantamiento de la vía, marcados con estacas- tienden a desconsolidar la vía y hacerla perder su completa estabilidad aunque sea ocasionalmente. Los siguientes cuidados deben tenerse al realizar estos trabajos:

- i. En una longitud de 50 metros a cada lado de una junta emplanchuelada, la nivelación puede ejecutarse en cualquier tiempo y forma como si se tratara de vía clásica.
- ii. Para el resto del LRS no debe vaciarse ni nivelarse durante las temporadas de temperaturas extremas.
- iii. En caso de una emergencia y que se presenten temperaturas extremas (menos de 0°C y más de 40°C) se pueden llevar a cabo estos trabajos, pero será necesario disminuir la velocidad de los trenes a 60 Km./h.
- iv. Se deben imponer precauciones que limiten la velocidad de los trenes si se comprueban tramos de vía desconsolidados.

La nivelación longitudinal y transversal de la vía sin juntas, puede ejecutarse por calzado mecánico o por calzado dosificado. Sin embargo serán preferibles los métodos que utilicen calzadoras mecánicas, ya que con ellas se alcanza con mayor rapidez la resistencia necesaria que impida el desplazamiento lateral de la vía, aunque los dos métodos terminan dando las mismas condiciones de consolidación. Si se utiliza el calzado dosificado es preciso reducir la velocidad de circulación de los trenes a 60 Km./h durante un período de 15 a 20 días, mientras que utilizando las calzadoras mecánicas, este período puede reducirse a la mitad. La nivelación con calzadora mecánica debe realizarse en el intervalo comprendido entre los 6 y 12 meses a partir de la recepción definitiva de las renovaciones. Se debe proceder a una nueva nivelación general de la vía, con calzadoras mecánicas y su ulterior alineamiento. Después de 12 meses se efectuará otra nivelación en condiciones iguales a la anterior. El levante general de la vía no deberá exceder 5 centímetros.

#### *C.3.4.1. Nivelación de los tramos de vía consolidados.*

Una vez que la vía queda consolidada, el estado de su nivelación indicará la periodicidad de los calzados mecánicos, distinguiéndose dos etapas:

- Continuo: se nivelarán tramos enteros con calzadoras mecánicas.
- Discontinuo: si los tramos a nivelar no son excesivos en número o longitud, y pueden utilizarse calzadoras mecánicas o calzadoras individuales.

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

Para la nivelación de vías consolidadas se exige que se cumplan con las siguientes condiciones:

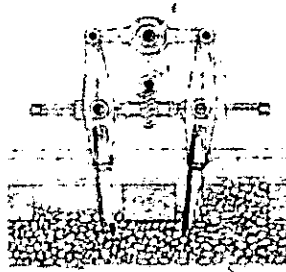
- Error de  $\pm 1$  mm      70% de los durmientes.
- Error de  $\pm 2$  mm      25% de los durmientes.
- Error de  $\pm 3$  mm      5% de los durmientes.

La comprobación de estas cifras se efectuará ya sea con el nivel de vía, con aparatos de nivel o con el examen de las gráficas de la dresina de control a velocidad inferior a 5 Km./h. En los dos primeros casos, se medirá la diferencia a nivel en los dos hilos cada 5 durmientes y en una longitud de 200 metros de cada kilómetro. La medición definitiva se efectuará al mes de haberse terminado la nivelación.

### C.3.5. Calzado de la vía.

#### *C.3.5.1. Calzado mecánico sin vaciado de la vía.*

En este tipo de calzado se utilizan máquinas calzadoras múltiples, de las cuales se tienen como ejemplos: la Matisa, la Tamper, la Jackson y otras semejantes. El riel se levantará hasta 2 centímetros pudiéndose sobrepasar esta altura si se impone una limitación de velocidad de 60 Km./h a los trenes que deban circular por el tramo a ser calzado. Si los LRS fueron colocados fuera de la temperatura de colocación debe procederse a la liberación.



#### *C.3.5.2. Calzado mecánico con vaciado parcial de la vía.*

Este calzado se realiza de dos formas: a mano o con calzadoras automáticas manuales. Los levantes también tendrán como máximo 2 centímetros, pero en caso de necesitar mayores levantes se debe limitar la velocidad de los trenes a 60 Km./h o menos. En este calzado hay que verificar los límites de temperatura para la ejecución con relación a la temperatura media o de equilibrio.

#### *C.3.5.3. Calzado dosificado (Soufflage) discontinuo, afectando menos del 50% de los durmientes en 100 metros de vía.*

En este calzado la altura máxima del levante debe ser de 1 centímetro, existiendo la posibilidad de levantarlo más si se imponen reducciones de velocidad (60 Km./h o menos) a los trenes. En el caso de tener doble vía, deben vaciarse los durmientes por el lado contrario al sentido de la circulación de los trenes, con el fin de evitar el deslizamiento de la vía y dejar perfectamente tapada la vía al terminar la jornada de trabajo. Se deben respetar las temperaturas de ejecución con relación a la temperatura de equilibrio o media.

Se debe seguir la siguiente secuencia en el calzado:

- a. Iniciar el calzado a partir de los extremos del LRS haciendo remates a razón de 1 mm por cada metro hasta lograr la altura deseada.
- b. Se calza la zona central de la siguiente forma: se realiza el vaciado de los durmientes por el lado contrario al sentido de circulación de los trenes, en el caso de doble vía. La zona central comienza a los 200 metros de las juntas emplanchueladas o a los 100 metros de las mismas para rieles de 500 metros.
- c. Transcurrido un período de 8 a 15 días, se calzarán las zonas intermedias, pero comenzando el vaciado en temperatura ascendente por la parte del durmiente que da al lado del centro del LRS. Si el vaciado se realiza en temperatura descendente, éste se hará por la cara del durmiente opuesta al centro del LRS.
- d. La vía debe rellenarse diariamente al finalizar los trabajos.

### C.3.6. Alineamiento de la vía.

Para poner los durmientes a “escuadra” con el eje de la vía, los movimientos laterales deben limitarse a 10 mm. Para realizar los movimientos mencionados anteriormente, deben seguirse los cuatro pasos indicados para realizar el Soufflage continuo. Los levantes son superiores a 5 centímetros y como máximo 20 cm deberá reducirse la velocidad de los trenes a 25 Km./h. En caso de no contar con maquinaria especial para rectificar el alineamiento en curvas, se utilizará el método de las cuerdas. La alineación no desconsolida sensiblemente la vía, siempre y cuando las cabezas de los durmientes queden bien balastadas.

Y para poder realizar el alineamiento de la vía -ya sea horizontal o vertical- se debe tener referencias en testigos o mojoneras fijas con objeto de facilitar la conservación.

### C.3.7. Rotura de rieles.

La roturas de rieles suceden principalmente como producto de dos efectos del clima que afectan la longitud del LRS: el frío genera una falla por tensión y el calor produce una falla por compresión. De los dos tipos de fallas, la más común es la primera, ya que genera mayor tracción. Para la reparación de este tipo de fallas, conviene esperar la llegada de climas más templados para realizar una reparación definitiva; mientras tanto se puede solucionar el problema con un remiendo provisional.

1. REPARACION PROVISIONAL A CORTO PLAZO: esta reparación provisional se realiza mientras se llega a una época del año que proporcione un clima más templado. Se unen temporalmente los dos trozos de riel por medio de una “CES” (prensa) o mordaza. Además debe realizarse un apriete de grapas en una longitud de 50 metros a cada lado de la falla.
2. REPARACION PROVISIONAL A LARGO PLAZO: esta reparación se ejecuta mediante el corte de un trozo de riel mayor a 4.57 metros, teniendo cuidado de que el trozo de riel se encuentre por lo menos a 4.57 metros de la soldadura más próxima. Se pueden presentar dos situaciones:
  - Si la temperatura del riel es superior a la temperatura de colocación del LRS (riel en compresión), los cortes será necesario hacerlos con soplete por la compresión que hay en el riel.
  - Si la temperatura del riel es inferior a la temperatura de colocación del LRS (riel en tensión), el corte se puede hacer con una sierra.

La parte suprimida se reemplaza por un trozo de riel de igual calibre y desgaste, unido por medio de “Ces” a las partes contiguas del LRS. La longitud del trozo del riel será la precisa para que en cada extremo queden espacios, cuya anchura dependerá de la época en que se efectúe la reparación, tomando como base la temperatura media para una longitud de riel de 50 metros.

3. REPARACION DEFINITIVA: esta reparación implica una liberación del tramo. Se remueve el trozo provisional y se liberan las tensiones en el tramo indicado en el párrafo anterior, y se efectúa su liberación y apriete de las fijaciones.
4. AVERIAS DE RIELES: pueden producirse fallas parciales que no dañen toda la sección del riel tales como fisuras, descascaramientos, abolladuras o desgastes, etc. Como no se conoce la temperatura a la cual se dañó el riel no puede saberse si falló por compresión o tensión, sin embargo puede hacerse la siguiente observación: si la temperatura del riel es superior a los 25° C se encuentra comprimido y si es inferior, sometido a tensiones. A partir de los 15°C de temperatura en aumento, los cortes se realizarán con soplete. Si la temperatura de fijación del LRS estuvo comprendida entre los 18°C y 32°C y si puede reemplazarse el riel y las soldaduras en el mismo día y a temperaturas comprendidas entre la temperatura de colocación ( $\pm 11^\circ\text{C}$ ), no es preciso efectuar ninguna liberación. En otro caso, se procederá en la misma forma que en las reparaciones definitivas.

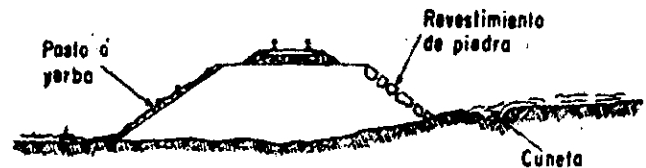
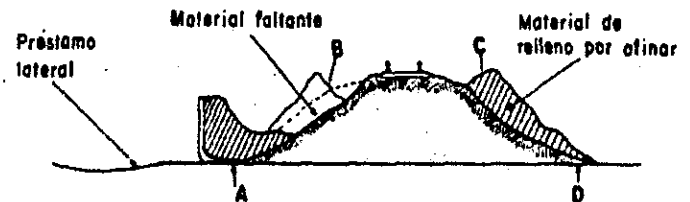
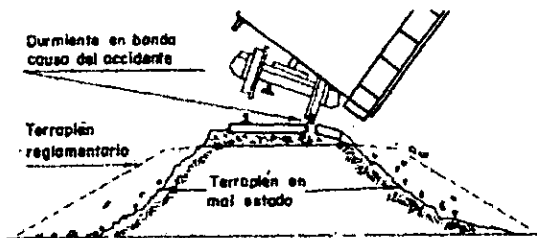
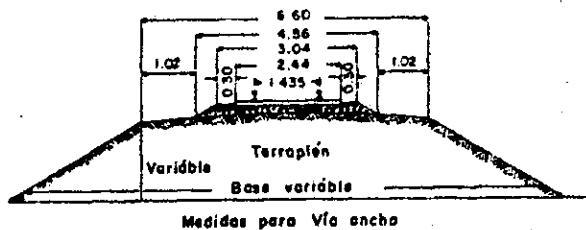
Si la avería se produjo en la zona denominada “de respiración”, se procede a efectuar la reparación definitiva, aunque la temperatura no alcance los 25°C en ningún momento del día, con la obligación de liberar las tensiones en cuanto sea posible, de la parte comprendida.

5. **DEFORMACION DE VIA:** las deformaciones de los LRS en sentido horizontal se deben a nivelaciones deficientes o errores de liberación. Estos efectos significan la supresión de la parte deformada en una longitud igual a ésta más dos metros a cada lado de la deformación. Dicha zona se marca con pintura en la parte exterior del hongo del riel. Se corta con el soplete la sección precisa en ambos rieles y una vez alineada la vía, se apretarán los labios de los cortes con prensas o mordazas. Las partes adyacentes de la vía se aseguran corrigiendo el apriete de las fijaciones como se vió en las Reparaciones Provisionales a Corto Plazo, pero abarcando la longitud correspondiente a 29 durmientes. En cuanto sea posible se deberá realizar una reparación definitiva.

## C.4. Conservación y rehabilitación de terracerías y cortes.

### C.4.1. Terracerías.

La sección de tierra que se compacta sobre el terreno natural, para que se apoye la vía de ferrocarril, se le conoce como "terraplén" y cumple la función de soportar el peso de los trenes, transmitir las cargas vivas al terreno natural y mantener a la vía elevada para evitar la presencia de agua en la superestructura. La sección del terraplén tiene la forma de trapecio donde se distinguen las siguientes partes y dimensiones: corona, taludes, base, hombros, banquetas y pie del terraplén. Es importante que la corona del terraplén se conserve siempre con su ancho reglamentario para evitar que el balasto escurra por los taludes formándose así los golpes de nivel, de igual forma es vital impedir que las cabezas de los durmientes queden en banda y se quiebren, provocando descarrilamientos de máquinas a carros.



El bombeo de la corona se pierde por dos causas principalmente:

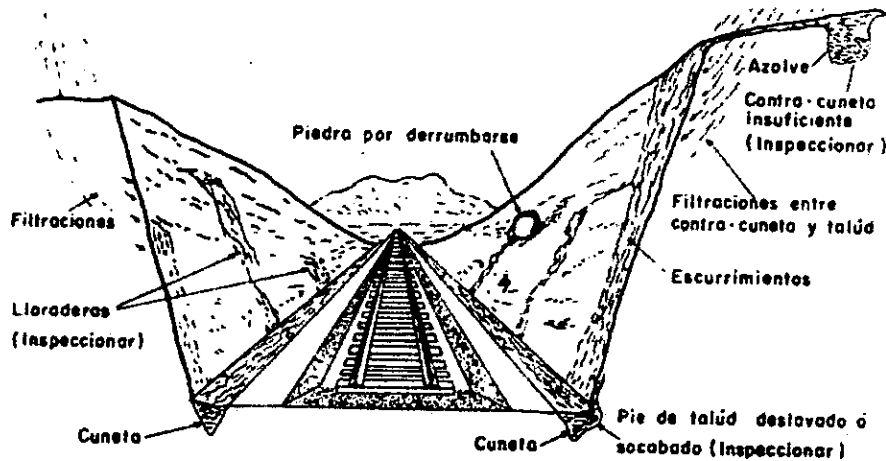
- Cuando se realiza el cambio de balasto y durmientes, se levanta parte del material del terraplén dejando agujeros que no son rellenados con el material adecuado y no se efectúa una compactación.
- Cuando las banquetas se hunden debido al paso sobre ellas, de personas ajenas al ferrocarril o animales provocando también que el agua se encharque.

Cuando la corona del terraplén, las banquetas y los taludes han perdido las medidas reglamentarias y el volumen varía entre  $60m^3$  y  $100m^3$ , será necesario proceder a su reforzamiento, el cual generalmente se realiza a mano. Cuando los volúmenes de tierra que se van a mover son mayores a  $100m^3$ , se usará maquinaria como Bulldozer, palas mecánicas, trenes de trabajo, etc. En este caso, las máquinas moverán la tierra hacia el terraplén y el personal de las cuadrillas se encargará de descargar el material, distribuirlo y afilar banquetas, hombros y taludes.

Debe permitirse el crecimiento de hierba únicamente en los taludes, ya que las raíces de la vegetación fijan la tierra y evita el deslave de los materiales de la terracería.

### C.4.2. Cortes.

Como ya se ha visto, cortes son las excavaciones a través de un material, hechas para instalar una vía de ferrocarril. El corte también deberá mantenerse con sus dimensiones reglamentarias, procurando que las banquetas no se destruyan, pues en este caso el balasto rodará a la cuneta azolvándola; esto a su vez impedirá el flujo del agua por la cuneta e inundará a la terracería, hecho que formará bolsas de agua. Es importante evitar el crecimiento de hierba en estos lugares, pues la vegetación conserva la humedad y provoca que el hongo del riel se cubra y ocasione efectos indeseados en la operación de trenes. Además en épocas de calor, la hierba puede quemarse afectando también a los durmientes de madera.



En materia de derrumbes se deben considerar los siguientes aspectos:

- Debe conocerse la clase de material que forman los taludes del corte.
- Durante la temporada de lluvias, se debe observar si brota agua de los taludes. La presencia de agua reblandece el material provocando en ambos casos derrumbes peligrosos que obstruyen la vía y demoran el paso de los trenes.

Por todo lo anterior podemos señalar que el agua el factor principal que puede dañar los cortes o terraplenes, que en muchas ocasiones originan derrumbes que interrumpen el tráfico de los trenes.

### C.5. Otras acciones de conservación de la vía.

Además del mantenimiento que se proporciona a la superestructura y de las terracerías y cortes como se vió en los incisos anteriores, se realizan otros trabajos de conservación en taludes, drenaje, muros de contención y zonas laterales que complementan el programa de mantenimiento. A continuación se describen algunas de estas acciones:

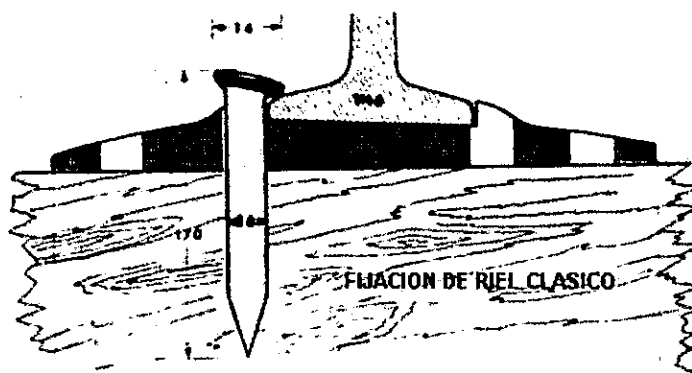
ACCION		DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO
<b>TALUDES</b>		
Afinamiento		Consiste en remover piedras o material suelto que pueda caer sobre la vía. También se quitan obstáculos que impidan una adecuada visibilidad para la circulación de los trenes.
Recargues taludes terraplenes	en de	En los taludes de los terraplenes es necesario contar con una superficie uniforme que mantenga la estabilidad. Cuando el talud ha sufrido deslaves o erosión y el afinamiento no es suficiente para proporcionar la superficie uniforme, entonces se realizan recargues, cuidando que el material y el procedimiento utilizados cumplan con las especificaciones correspondientes.
Estabilización		Cuando los taludes de los cortes y terraplenes construidos se encuentran hechos con materiales muy erosionables es necesario estabilizarlos mediante la siembra de pastos o arbustos que impidan el desgaste de estos materiales y permitan el escurrimiento del agua.
Construcción y reparación de bermas	y de	Berma se conoce como un escalón que se construye en un talud y cuyo objeto es lograr su estabilidad. Se construyen en taludes hechos de materiales muy erosionables, donde no es suficiente la estabilización.
Construcción y reparación de muros	y de	Los muros de contención se utilizan en taludes que son inestables. Los muros requieren de estudios y proyectos antes de su construcción. Una vez construidos, éstos deben ser revisados cada seis meses. El mantenimiento de los muros consiste en conservar limpios los drenes para evitar un falla.
Relleno de deslaves		Deslave se conoce a la pérdida del material por socavación y erosión debida al escurrimiento del agua. Los deslaves pueden ser causa de accidentes ferroviarios, por lo que requieren atención prioritaria.
<b>DRENAJE</b>		
Desazolve de contracunetas	de	Se remueven obstáculos que disminuyan la sección de contracuneta, disminuyendo la capacidad de conducción de dicha estructura. Esto puede provocar inundaciones en la vía si no se le da la atención suficiente.
Desazolve de cunetas	de	Se da el mismo mantenimiento que en contracunetas.
Reposición de cunetas	de	Cuando las cunetas no están revestidas, el agua erosiona a esta estructura y pierde su sección original. Se debe reconstruir la sección transversal de la cuneta hasta obtener la de proyecto cuidando también la pendiente longitudinal.
Revestimiento de contracunetas	de	Una contracuneta excavada en un material permeable propiciará la saturación del terreno debajo de ella, reduciendo el factor de seguridad del corte respectivo. Por esto será necesario revestir estas estructuras con el fin de dar cierta impermeabilización.
Desazolve de alcantarillas	de	Se remueven hierbas, lodos, troncos y otros objetos que obstaculicen el paso del agua en la entrada o salida de estas estructuras.
Reparación de alcantarillas	de	Se realizan múltiples trabajos para mantener en condiciones de diseño a una alcantarilla.
<b>ZONAS LATERALES</b>		
Desyerbe		Se debe despejar periódicamente la vegetación y pasto en el derecho de vía, entre los rieles, cunetas o en las banquetas del terraplén. En zonas donde el pasto crece demasiado, puede ser causa de incendios que ponen en peligro las estructuras de la vía.
Tala		Consiste en el corte de árboles y arbustos dentro del derecho de vía, para mejorar la visibilidad de los trenes.
Canalización de zonas inundables	de	En zonas donde se inundan las zonas aledañas a la vía, pueden presentarse problemas en la estabilidad de la vía, por lo que se deberá drenar estas zonas. La canalización se deberá hacer preferentemente siguiendo el derecho de vía para evitar daños a propiedades vecinas, hasta interceptar algún cruce natural o sistema de alcantarillado donde pueda desembocar sin ocasionar problemas.
Mantenimiento de obras marginales	de	Las obras marginales son aquellas situadas en las zonas laterales del derecho de vía, que contribuyen a una mejor utilización de la vía por los usuarios. Se les debe dar mantenimiento periódico para conservarlas operando en óptimas condiciones, siguiendo los lineamientos planteados en las normas correspondientes.
Retiro de obstáculos		Se quitan obstáculos que limiten la visibilidad de la vía, sobre todo en el lado interior de las curvas. También se trata de remover en la medida aquellos objetos que estorben el derecho de vía.
Retiro de anuncios		Se desalojan aquellos anuncios ajenos al sistema de vías que se encuentren dentro del derecho de vía.
Retiro de cercas		Se retiran las cercas que invadan el derecho de vía, en virtud de que éstas reducen la probabilidad de mejorar o ampliar las instalaciones y la red ferroviaria.

TABLA III.C-3 OTROS TRABAJOS DE CONSERVACION DE LA VIA.

### C.6. Mantenimiento de Vía Clásica.

Se prevé que para los ferrocarriles mexicanos, seguirá siendo necesario operar tramos del sistema ferroviario con vía clásica por algún tiempo, por lo que debe contemplarse también los trabajos de rehabilitación que sean necesarios para tenerlas trabajando en condiciones de seguridad y máxima eficiencia considerando las especificaciones de este tipo de vía. En forma general para la conservación de la vía clásica se deben realizar los siguientes trabajos de mantenimiento según los elementos de la vía de que se trate:

- **BALASTADO.** Antes de realizar los trabajos de balastado, se requiere un sondeo, es decir, un excavación en la capa de balasto para saber si todo el espesor está en buenas condiciones. Una vez determinada la calidad, se remueve todo el material (balasto) que no esté en estado satisfactorio y se limpia de impurezas que perjudiquen la permeabilidad de éste. El polvo y el balasto viejo que no pueda limpiarse, se arrojará esparciéndolo sobre las banquetas del terraplén, cuando éste sea escaso. Durante estos trabajos se aprovecha para realizar ampliaciones a los cortes o terraplenes, en caso de ser necesario. Al balastar, se renuevan los durmientes que se encuentren en malas condiciones, se corrige el escantillón, se ajustan clavos, anclas y tornillos; se alinea la vía y se realiza el calzado. La frecuencia con que debe ser limpiado depende en gran medida de la cantidad y clase de tráfico que se mueve sobre la vía.
- **DURMIENTES.** La renovación de este tipo de durmientes representa un egreso importante dentro del costo total de la conservación de la vía por lo cual deben inspeccionarse cuidadosamente una vez al año y se determina cuales necesitan ser reemplazados. Dichos durmientes son marcados para ser reemplazados al año siguiente. Una vez que se realiza el cambio de durmientes, los que fueron retirados deben apilarse cerca de la vía, con el fin de inspeccionarlos y juzgar si se encuentran en condiciones de recibir otros usos en vías muertas o para reparación de otros durmientes. Todos los durmientes cuya duración se estime menor a dos años deberán cambiarse en una reconstrucción de un tramo de vía con el objeto de no molestar la vía por concepto de remoción de durmientes. Esta acción de mantenimiento debe realizarse tomando en cuenta que la vía no debe ser alterada más de una vez por año.
- **RIELES Y ACCESORIOS.** Se deben realizar revisiones periódicas de los rieles en vías principales y en todo tiempo se observarán las señales que indiquen las fallas de los rieles, debiéndose cambiar los que estén en esas condiciones antes de que fallen. Para una sustitución de rieles se hace una lista de los rieles a cambiar, que se suministran o envían de un taller abastecedor junto con un plan de carga detallado. Son prioritarios para cambiarse, los rieles que presenten fisuras o grietas transversales, tubulares, grietas verticales del hongo o separación entre el hongo y el alma (riel degollado). También los rieles que acumulen un 25% de desgaste de la superficie de rodamiento, deben ser sustituidos.



## D. DISPOSICIONES AMBIENTALES EN EL FERROCARRIL PACIFICO-NORTE.

### D.1. Impacto ambiental en ferrocarriles.

Las principales fuentes de contaminación relacionada directamente con los ferrocarriles son los talleres de mantenimiento y las zonas de abasto, pues es en estos lugares donde se manejan grandes cantidades de materiales que si no son tratadas adecuadamente, pueden ser nocivas para el medio ambiente. De los materiales que se manejan en estos sitios, se clasifican de la siguiente forma:

- Materias de consumo del equipo motriz, de arrastre y auxiliar: baterías, aceites y lubricantes, combustible y grasas principalmente.
- Materias empleadas para el mantenimiento del equipo: solventes, desengrasantes, cartón y trapo.

Estas sustancias están clasificadas como desechos industriales y contaminan principalmente el suelo, subsuelo y los mantos freáticos, si no se tiene un proceso adecuado para manejar estas sustancias. Dichas sustancias deben ser recolectadas y almacenadas mediante sistemas de recolección independientes del sistema de drenaje municipal y de recolección de basura respectivamente, y dispuestas en lugares destinados para su tratamiento, para posteriormente disponerlos en un sitio adecuado. Las estructuras destinadas al almacenaje de estas sustancias no deben permitir fugas de líquidos hacia los suelos o subsuelo, y debe garantizarse el sello de dichas obras.

Los residuos que genera la operación de un taller o una zona de abasto son los siguientes:

1. Residuos líquidos: aceites y lubricantes usados (se desechan 1200 litros por cambio de aceites y lubricantes por cada máquina), agua.
2. Residuos sólidos: materiales impregnados de aceite (trapo y cartón principalmente), baterías de plomo ácido (se desechan de 2 a 4 baterías por locomotora).
3. Residuos de transformadores eléctricos: los transformadores eléctricos que contienen aceite dieléctrico (cuando el aceite dieléctrico contiene más de 50 partes por millón) pueden ser fuente de los bifenilos policlorados (agentes cancerígenos).

Para la operación de los talleres del FPN se recomienda la utilización de aceites, grasas, solventes y desengrasantes con la particularidad de ser biodegradables; se puede reciclar el agua y el aceite mediante sistemas de tratamiento; y existen empresas destinadas a disponer de los desechos sólidos. Los talleres y zonas de abasto no deben descargar los desechos líquidos directamente al drenaje municipal, sino que previamente mediante un tratamiento primario de decantación se separan aceites y grasas del agua. Los aceites y grasas pueden ser utilizados para otras actividades y el agua puede ser descargada al drenaje municipal siempre y cuando cumpla con las normas de descarga preestablecidas. En caso de que el agua, una vez que ha sido sometida al proceso de decantación, no cumpla con los máximos permisibles de contaminantes, será requerido algún procedimiento extra que logre las condiciones satisfactorias de descarga. Por lo general, en caso de que el agua a descargar no cumpla con la norma, se le somete a un tratamiento secundario físico-químico a base de coagulantes.

Como medidas adicionales para el manejo de los desechos provenientes de la operación de un taller o de una zona de abasto se enumeran las siguientes:

- Los aceites, lubricantes y materiales impregnados pueden ser utilizados como combustibles alternos para algunos procesos que requieran combustibles costosos, como lo es la fabricación de cemento.
- Las baterías de plomo ácido pueden ser recicladas. Existen empresas dedicadas a realizar estas actividades.
- Es altamente recomendable la utilización de charolas de fibra de vidrio o concreto en los sitios de reparación o abasto del equipo rodante, con la finalidad de recolectar las fugas o derrames que puedan ocurrir durante los trabajos, y de esta forma proteger el suelo y subsuelo de la contaminación por hidrocarburos. Estas charolas deben contar con canaletas y cierta pendiente que logre hacer posible la recolección de los líquidos y desechos productos de los trabajos de mantenimiento y abasto, hacia el sistema de drenaje independiente con que deberá contar la instalación ferroviaria.



- El empleo de tapetes ferroviarios (conocidos también como tapetes hidrofílicos) en las zonas de recepción de los talleres de locomotoras evitará la infiltración de hidrocarburos debido a fugas de aceite, grasas o combustible hacia el subsuelo, permitiendo libremente el escurrimiento del agua de lluvia
- Se debe procurar el cambio de transformadores eléctricos que utilizan aceites dieléctricos por otros que usen aceites minerales. En caso de no ser posible el cambio de todos los transformadores con aceite dieléctrico, se debe proporcionar un mantenimiento que asegure el sello de la estructura, anulando la posibilidad de una fuga.
- Otra medida importante es la concientización ambiental del personal que labora en las actividades de mantenimiento y abasto del equipo rodante. Se debe evitar que por negligencia o ignorancia de los trabajadores, se descarguen los desechos en lugares no apropiados.

La remediación de suelos, subsuelos y mantos freáticos contaminados por operaciones de FNM hasta el momento de la entrega de las instalaciones, correrá por cuenta del Gobierno Federal a través de la Entidad, Institución u Organismo que en su oportunidad designe. El nuevo dueño de la línea ferroviaria (el concesionario) tiene la obligación de seguir practicando esta política de protección de dichos suelos a partir del recibo de las instalaciones.

## *D.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.*

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece las bases para el ordenamiento ecológico, la restauración, preservación y el mejoramiento del ambiente, el aprovechamiento racional de los elementos naturales, la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo. De esta ley se derivan los siguientes reglamentos:

- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de la Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.
- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas.
- Reglamento para la Protección del Ambiente contra la contaminación originada por la Emisión del Ruido.
- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación del Mar por vertimiento de desechos y Otros Materiales.

De la Ley Federal de Aguas se derivan los reglamentos siguientes:

- Reglamento de la Ley de Aguas de Propiedad Nacional.
- Reglamento de la Ley en Materia de Aguas del Subsuelo.

## *D.3. Principales obligaciones de unidades operativas (talleres y centros de abasto).*

Los talleres y centros de abasto del FPN deben cumplir con una serie de requisitos para asegurar que las actividades desarrolladas en estos lugares no dañará en forma alguna e irremediable al Medio Ambiente. A continuación se enumeran las obligaciones de estas unidades operativas:

1. Tramitar su propia licencia de funcionamiento ante el INE (Instituto Nacional de Ecología).
2. Darse de alta ante la CNA (Comisión Nacional del Agua) en caso de explotar un pozo.
3. Registrar los recipientes a presión ante la Secretaría del Trabajo y Prevención Social (STPS).
4. Registrar las descargas de aguas residuales ante la CNA.
5. Manifestarse como empresa generadora eventual de residuos de bifenilo-policlorados.
6. Mantener disponibles los registros y bitácoras de registro de descargas de aguas residuales y desechos peligrosos.

## **E. DESARROLLO E INNOVACIONES TECNOLOGICAS DE LOS FERROCARRILES DENTRO DEL CAMPO DE LA INGENIERIA CIVIL.**

### **E.1. Desarrollo tecnológico del ferrocarril (Historia de 1873 a nuestros días).**

Se ha mencionado ya, que en un principio, las vías instaladas en el sistema ferroviario eran de dos anchos, la estándar que mide 1435 mm y la vía angosta de 915 mm. Esto ocasionaba problemas de compatibilidad para manejar carga de una línea a otra, ya que dependiendo la compañía que construyera la línea, iba a ser el tipo de vía a colocar.

Las primeras vías colocadas tenían riel de bajo calibre (50 a 65 lb/yd), de acuerdo con las técnicas de la época, unido por el sistema clásico de planchuela y clavado al durmiente de madera sin tratar. Esto representó otros problemas, por un lado, porque al aumentar la demanda del servicio, se requirió poder trasladar mayores pesos (equipo de mayor capacidad y mas tonelaje por transportar) y por otro lado, los durmientes de madera sin tratar se desgastaban en un tiempo muy corto, y era necesario cambiarlos de forma seguida. La vías en las líneas troncales se fueron sustituyendo por otras de mayor calibre hasta llegar a 115 lb/yd. En cuanto a los durmientes de madera sin tratar, primero fueron sustituidos por durmientes creosotados y posteriormente se utilizaron durmientes de concreto.

A finales de la década de los sesenta se comenzó a colocar, en los tramos de mayor circulación, riel soldado para reducir el traqueteo en las planchuelas que daña el equipo rodante y reduce la vida de los rieles. A este adelanto se une el sistema de vía elástica -desarrollado en Francia a principios de siglo- que consiste en riel apoyado en durmientes de concreto, con sujeciones elásticas riel-durmiente que incorporan una placa de neopreno abajo del riel. Con el desarrollo de los ferrocarriles en cuanto a su construcción, operación y mantenimiento, viene implícita una mecanización de procedimientos y como ejemplo se cita el siguiente: se han mecanizado los trabajos de rehabilitación de vías mediante el uso de insertadores-extractores de durmientes, reguladoras de balasto, calzadoras de balasto, alineadoras de vías, etc. Estos procedimientos ahorran tiempo, dinero y simplifican el trabajo que antes era mucho mas laborioso.

La obra de mayor trascendencia que se ha efectuado para incrementar la capacidad y rapidez del transporte, ha sido la construcción de la troncal de vía doble México-Querétaro, que actualmente está operando. Como se ha mencionado antes, con el aumento del tráfico de carga, fue necesario construir nuevas terminales, entre ellas destaca la terminal del Valle de México (inaugurada en los años sesenta), que fue la primer terminal de "joroba" en el país. Dicha terminal permite separar carros mediante la gravedad, esto representa un ahorro en movimientos con locomotoras de patio.

También los carros de carga sufrieron cambios, en un principio eran fabricados con cuerpos de madera que soportaban de 25 a 40 toneladas, para posteriormente emplearse las cajas de acero, que aumentaban considerablemente la capacidad de carga hasta alcanzar las 70 toneladas. A finales del siglo pasado comenzaron a utilizarse en el equipo rodante los acopladores automáticos, sustituyendo a los de eslabón y pasador; a partir de los años sesenta se introdujeron las ruedas de hierro forjado retorneables, en lugar de las hechas con hierro fundido.

Otro gran avance en materia ferroviaria lo representó la introducción de la locomotora diesel-eléctrica, la cual cuenta con mayor autonomía de operación y la posibilidad de operar con varias de ellas en conjunto, con un solo maquinista, aumentando la fuerza tractiva. Dicha máquina fue conocida en México durante los años cuarenta. Ahora, las telecomunicaciones han proporcionado adelantos en la operación de trenes. A mediados de los años setenta, F.N.M. inició la instalación de una red de telecomunicaciones, consistente en un sistema de microondas de Ultra Alta Frecuencia (UHF), unido a un sistema de conmutación, permite proporcionar servicios telefónicos de discado directo entre los principales centros ferroviarios, teléfono selectivo para despacho de trenes, canales de comunicación para manejo de datos, teletipos y comunicación de radio móvil a través de una red VHF apoyada en la red principal.

También se ha podido aumentar la capacidad las principales troncales, mediante un sistema de control de tráfico centralizado (CTC). Dicho sistema permite a un despachador de trenes cambiar las luces de los semáforos y mover las agujas de los cambios desde una oficina. Esto representa un mejor control de los convoyes y mejora las condiciones de seguridad.

El adelanto que ha proporcionado la computación, que introdujo dos sistemas de información denominados "COMPA" y "CAT", para poder llevar un control en los patios de tamaño medio y que proporcionan información de la ubicación de los carros y su condición dentro del patio. Aunque estos programas en la actualidad han sido sobrepasados por la velocidad con que cambia la tecnología en materia de computación, marcaron un gran avance dentro de la administración de patios.

A nivel mundial, los ferrocarriles han entrado a una nueva era. El tren MLX-01 se traslada mediante un sistema de levitación magnética que puede desarrollar velocidades de 350 mph (560 kph) sobre una pista de prueba en Tokyo, Japón. Este sistema utiliza magnetos de alto poder y motores de inducción lineal para hacer que el tren levite, guíe y se propulse sobre una vía de concreto. Este desarrollo tecnológico ha sido el más radical en los últimos tiempos. Además sistemas ferroviarios como el Maglev están siendo construidos en Europa, los cuales proporcionan ahorros considerables en el tiempo de traslado de pasajeros. También, los trenes de alta velocidad que utilizan ruedas de acero convencionales y que viajan sobre rieles de acero, son muy comunes en Europa y Japón. Doce países cuentan con sistemas de trenes de pasajeros que operan a velocidades de más de 125 mph.

Dentro del mercado de transporte de pasajeros, los ferrocarriles enfrentan una dura competencia por parte del aero y autotransporte. Pero como lo han demostrado otros países europeos, los trenes de alta velocidad pueden ser negocios rentables. Para los viajes de más de dos horas y menos de cinco, el ferrocarril proporciona más seguridad que los otros medios de transporte. Además existe una tendencia mundial por parte de los gobiernos a regular el autotransporte: mientras el congestionamiento urbano e interurbano empeora, existen más países que buscan restringir el uso del automotor mediante la aplicación de tarifas, excluyendo el acceso a lugares específicos, etc.

## *E.2. Ultimos avances tecnológicos.*

Como ejemplos de desarrollos tecnológicos dentro del campo de la Ingeniería Civil aplicados al desarrollo de los ferrocarriles se pueden citar muchos, sin embargo, el propósito de este trabajo no es enumerarlos todos, sino el de citar algunos ejemplos que tendrán un importante papel en la reestructuración del Sistema Ferroviario Mexicano y en particular, que ofrecerán mejoras significativas en la planeación, construcción, operación y mantenimiento del FPN. Esta investigación se ha basado principalmente en testimonios proporcionados por artículos de revistas, folletos e información obtenida en Internet, las cuales han sido las fuentes de información de este estudio.



### E.2.1. Estructura Matiere (procedimiento original de construcción de obras de arte de concreto reforzado).

OBSERVACIONES	
Presentación	Este sistema constructivo promovido por la empresa de nacionalidad francesa denominada "Matiere" fue presentado en la Exposición Universal de Sevilla en 1992.
Descripción general	Consiste básicamente en la pre-fabricación de obras de arte de concreto armado con secciones de gran tamaño. Esta tecnología innovadora permite realizar tanto amplios conductos hidráulicos como estructuras de ingeniería civil tales como escantillones para caminos, autopistas o vías férreas). Se aplica también en pasajes ferroviarios, de caminos o autopistas, desagües y canales, zanjas cubiertas, refugios, etc.
Estructura	La estructura se compone de cuatro piezas autoestables. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Base</u>: es amplia y plana, asegura buenos cimientos a la obra, aumenta su rendimiento hidráulico y mejora su terraplenado.</li> <li>• <u>Columnas</u>: se encajan a los lados de la base y se unen mediante juntas de concreto después del ensamblaje.</li> <li>• <u>Bóveda</u>: se arma sobre las columnas por medio de juntas libres que forman una rótula.</li> </ul> El conjunto se presenta en forma de arco, lo que garantiza y buen funcionamiento mecánico.
Ventajas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El funcionamiento longitudinal de una estructura Matiere es de tipo flexible, gracias a un recorte modular en elementos prefabricados, los anillos independientes siguen la deformación del terreno.</li> <li>2. El ensamblaje se realiza rápidamente y de forma sencilla, basta solamente un equipo de cuatro hombres auxiliados de una grúa elevadora. Se facilita enormemente el transporte de las piezas, ya que se divide el peso a manipular y reduce el tiempo de ensamblaje, elimina la necesidad de andamios, permite juegos de ajuste en el montaje y asegura un mejor control de calidad.</li> <li>3. La prefabricación garantiza la perfecta geometría de los elementos, y las operaciones de manipulación, almacenamiento y carga sobre los camiones están simplificadas.</li> <li>4. Hay una ganancia de volumen de concreto del 20 al 35%.</li> <li>5. Tiempos de montaje de 5 a 7 veces más rápidos.</li> <li>6. Solución de los problemas de estabilidad, corrosión y estanqueidad. Adaptación a las condiciones climáticas.</li> <li>7. Minimización de los costos de mantenimiento</li> <li>8. Simplificación de la coordinación de las obras y mejora la seguridad de los trabajadores en el sitio.</li> </ol>

### E.2.2 Estructura Stabren (estructura antivibratoria de alto rendimiento).

OBSERVACIONES	
Presentación	Esta estructura, bautizada con el nombre de Stabren, se caracteriza por su alta capacidad de absorción de las vibraciones del conjunto del espectro, tanto en altas como en bajas frecuencias.
Descripción general	En su forma estándar se presenta como un tapete cuadrado de 200x200 mm. Está constituido de dos placas en neopreno que encajan perfectamente una en otra. En su conjunto, cada una de las dos placas presenta una cara interior sinusoidal; su exterior está formado de 390 trapecios. Como regla general, las dos placas presentan durezas shore diferentes.
Funcionamiento	El principio de la absorción de las vibraciones está basado en la compresión en función de las amplitudes de las vibraciones. La resiliencia (resistencia al choque) de las estructuras es tal que los trapecios se comprimen y se descomprimen indefinidamente. Cierta cantidad de la energía generada por el fenómeno ondulatorio exterior se absorbe de esta manera. La forma sinusoidal alternada en la dureza, obliga a los trenes de ondas a encaminarse oblicuamente, lo que genera la absorción al máximo del espectro de frecuencia vibratoria. Según el grado de dureza, las estructuras Stabren pueden soportar de 2 a 10 toneladas por placa, además el despegue de las placas estándar no modifica las características del producto de base. Permite así, según las necesidades, cortarlas en cuadros, círculos o en bandas.
Ventajas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stabren pueden absorber las vibraciones activas (por ejemplo de una máquina), como las pasivas (provenientes del medio ambiente).</li> <li>2. Resisten el ataque de un gran número de agentes químicos agresivos y soportan fuertes cambios de temperaturas sin sufrir modificaciones y sin efecto de envejecimiento.</li> <li>3. Se pueden utilizar en la industria de la construcción (cribadora, ascensor y varillajes, abrazaderas de fijación de canalización, manga de climatización, caldera de pared u otra, compresor, motobomba).</li> </ol>

**E.2.3 Concreto de alto comportamiento (CAC).**

OBSERVACIONES	
Descripción general	El Concreto de Alto Comportamiento (CAC) es aquel que tiene las propiedades deseadas y uniformidad que no pueden ser obtenidas rutinariamente usando sólo los constituyentes tradicionales con el mezclado, colocación y curado comunes. Este concreto contiene además de los elementos básicos que los conforman (arena, grava, cemento, agua y aire), aditivos y materiales cementantes que permiten la creación de concretos de una muy alta operatividad con propiedades mecánicas superiores y una mayor durabilidad.
Ventajas	El CAC presenta las siguientes propiedades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil colocación y compactación sin generar segregación.</li> <li>• Mejoramiento de las propiedades mecánicas a largo plazo.</li> <li>• Alta resistencia a edad temprana.</li> <li>• Alta tenacidad.</li> <li>• Estabilidad volumétrica.</li> <li>• Durabilidad en condiciones muy adversas.</li> <li>• Alta cohesión interna.</li> </ul>
Aplicaciones	En los sistemas de transporte en todo el mundo están llenos de concreto convencional con una relativa alta permeabilidad permitiendo serio deterioro a las estructuras que a su vez ha causado reparaciones costosas y un bajo desempeño. La causa mayor de estos daños se debe a la corrosión del acero de refuerzo provocado por el contacto de los iones de cloro. También la penetración de otros iones (sulfatos) causan el deterioro del mismo concreto. Por lo tanto las aplicaciones se pueden aplicar a los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puentes: por su alta resistencia a la compresión y tensión, así como el aumento de elasticidad.</li> <li>• Obras de arte: por su baja permeabilidad que detiene el ataque de los iones nocivos y proporciona una mayor durabilidad de las estructuras.</li> <li>• Fabricación de durmientes de concreto: por proporcionar alta resistencia a edad temprana.</li> </ul>

**E.2.4. Programa de computación Mithra (Impacto ambiental).**

OBSERVACIONES	
Presentación	Este programa fue concebido por el Centro Científico y Técnico de la Construcción (CSTB) y comercializado por la empresa OldB.
Descripción general	Este programa partió de un método original de investigación de los trayectos acústicos entre los edificios y las infraestructuras viales y ferroviarias, es una potente herramienta de CAO (Concepción Asistida por Computadora). Mithra permite prever los niveles de ruido en las cercanías de las vías, establecer los mapas de ruido y optimizar las soluciones de protección acústica como las pantallas y las cubiertas. Su originalidad consiste en tomar en cuenta los sitios en toda su complejidad: topografía, edificios, tráfico, etc. También determina los múltiples caminos que utiliza el sonido para ir de una vía rápida o de una autopista a un edificio. De esta manera se pueden calcular los niveles sonoros en todo punto.
Funcionamiento	El programa está fundamentado en un algoritmo rápido de investigación de los trayectos acústicos entre fuentes de ruido y receptor en un sitio urbano complejo. Este algoritmo se apoya sobre un método inverso de trazado de rayos. Los trayectos están representados por rayos directos, difractados, reflejados (por el suelo o las fachadas de las estructuras).
Ventajas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El algoritmo está bien adaptado a la previsión del ruido del tráfico vial tanto en un entorno cerrado, como el centro de una ciudad con gran diversidad de construcción, como en uno abierto con grandes espacios entre las construcciones, o también en sitios de montaña donde el relieve del suelo influye sobre la propagación del ruido.</li> <li>2. El programa permite lo siguiente: la captura de datos y su control, digitalización del sitio, captura de los puntos receptores, es decir de los lugares en donde se calculan los niveles sonoros y captura de las características del tráfico.</li> <li>3. Es posible buscar los trayectos existentes entre un punto preciso y las vías de circulación y el cálculo acústico.</li> <li>4. Se pueden editar los resultados.</li> <li>5. Es aplicable a las vías de ferrocarril.</li> </ol>

**E.2.5. Simulación de sistemas.**

OBSERVACIONES	
Presentación	El desarrollo de la simulación de sistemas ha sido paralelo a la evolución de las computadoras y está fuertemente ligado a las innovaciones tecnológicas que surgen dentro de este campo.
Descripción general	La simulación de sistemas por computadora es una técnica que permite evaluar el comportamiento de un sistema (existente o no), a través de un modelo hecho en computadora, para observarlo, evaluarlo y mejorarlo. Prácticamente cualquier fenómeno de la ingeniería civil puede ser considerado un sistema.
Funcionamiento	La simulación de sistemas es una disciplina que requiere de personal con ciertos conocimientos y habilidades, y de herramientas específicas, tanto de equipo de computación como de programas de computadora. La simulación de sistemas pertenece al área de investigación de operaciones, utilizando a la informática como herramienta principal. En ferrocarriles puede encontrarse un uso en el diseño de estaciones ferroviarias (de carga y pasajeros) y en estudios de impacto vial y manejo de tráfico (en construcción y al finalizar la obra).
Ventajas	Entre los beneficios que ha brindado la simulación de sistemas se encuentran los siguientes: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción en los requerimientos de capital.</li> <li>2. Reducción en gastos de operación.</li> <li>3. Tener la seguridad de que el sistema propuesto operará en condiciones muy cercanas a las esperadas.</li> <li>4. Poder experimentar sobre diversos cursos de acción en un modelo computarizado.</li> <li>5. Mejoramiento de los sistemas.</li> <li>6. Mayor entendimiento del sistema.</li> </ol>

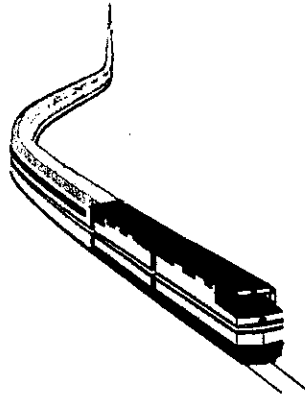
**E.2.6. Estabilización de taludes en materiales erosionables mediante emulsiones asfálticas.**

OBSERVACIONES	
Problemática	En taludes en los cuales se encuentran estratos de suelos finos inertes, los cuales se erosionan rápidamente por efectos del viento, lluvia y vibración de los equipos de construcción, presentando desgranamiento excesivo en las superficies expuestas de los taludes.
Descripción	Se recubre la superficie del talud con una emulsión asfáltica catiónica de rompimiento rápido en una dosificación de 0.8 a 1.0 lt/m <sup>2</sup> . Se agrega en la superficie recubierta una malla galvanizada de triple torsión de calibre número 12.
Alcances logrados	Los taludes estabilizados con emulsión asfáltica no presentan derrumbes en largos periodos de tiempo, presentando muy poco graneado, el cual en el caso de los taludes protegidos por las mallas ha sido depositado en las cunetas, sin provocar problemas en la operación de la vía, y además las paredes tratadas presentan una cobertura vegetal que varía del 40 al 100% de área protegida, con un valor medio de 65%. El desarrollo del cubrimiento vegetal se debe a que la película de asfalto fija y protege de la erosión por lluvias o viento las paredes del talud, atrapando semillas de la flora local, permitiendo su desarrollo a través de absorber y conservar el calor solar durante el periodo de germinación, así como manteniendo la humedad del suelo. Aunque el sistema descrito es más lento que la hidrosiembra, tiene como ventajas su bajo costo y que la flora al ser local es más duradera puesto que está adaptada a las situaciones climáticas de la región.

**E.2.7. Sistemas de Administración de Pavimentos, un ejemplo a seguir.**

OBSERVACIONES	
Objetivo	La coordinación eficiente de todas las actividades relacionadas con la planeación, el proyecto, la construcción, el mantenimiento, la rehabilitación, la reconstrucción, la evaluación y la investigación de pavimentos de una red vial. Los sistemas de administración de pavimentos son considerados como la herramienta más eficiente para la administración y la programación del mantenimiento vial.
Beneficios	Fortalece la capacidad de las dependencias a cargo del mantenimiento vial, para realizar las funciones relacionadas con las actividades de mantenimiento rutinario o periódico y de rehabilitación de las estructuras viales, considerando todos los aspectos involucrados en las fases de planeación, programación, ejecución y control. Actualizar el programa multianual de rehabilitación de la red vial. Actualizar el programa anual de mantenimiento rutinario o periódico.
Aplicación a los ferrocarriles	Es ampliamente reconocido que el fundamento de una política de conservación adecuada es el conocimiento de los deterioros que a través del tiempo tenga una vía, conocimiento obtenido en base tanto a la simulación de las cargas a las que estará sometida, como a los diversos ambientes. Se puede implementar un Sistema de Administración de Vías, que considere por las siguientes variables: calibre del riel, tipo de vía, tráfico que circula anualmente, fecha de colocación de los rieles, durmientes y fijaciones riel-durmiente y terracerías. La simulación de la vida de la vía o modelo de deterioro se genera a través de un programa técnico - económico - financiero que permite obtener el momento adecuado en el que deberán efectuarse las diversas reparaciones para, con oportunidad, solicitar los recursos necesarios para llevar a cabo las tareas.

# CAPITULO IV. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA LINEA FERROVIARIA PACIFICO-NORTE (1997).



## A. INFRAESTRUCTURA, INSTALACIONES Y EQUIPO DE LA LINEA FERROVIARIA PACIFICO-NORTE (1997).

### A.1. Descripción general de la empresa.

El FPN tiene una longitud total de 6521.4 Km (4,052 millas) y cuenta con grandes rutas troncales (ver figuras 1 y 2 de los anexos), entre las que destacan están: Valle de México-Cd. Juárez (en el estado de Chihuahua) e Irapuato-Guadalajara-Nogales (este último con conexión al puerto de Manzanillo). Este ferrocarril conecta además a los principales centros urbanos de México (Cd. de México, Guadalajara y Monterrey) a través de distintas rutas. El FPN se conecta internacionalmente a través de cuatro puntos que son Cd. Juárez, Piedras Negras, Nogales y Mexicali, y con acceso a los puertos de Tampico/Altamira (en el océano Atlántico), Manzanillo (puerto más importante en la costa del Pacífico), Mazatlán y Guaymas (estos dos últimos ubicados en el Pacífico). El FPN está dividido en 10 divisiones: Irapuato, Centro, Torreón, Subdivisión Chihuahua, Guadalajara, Golfo, Monclova, Sonora, Sinaloa y Baja California. En los anexos se puede encontrar información más detallada acerca del tipo de riel, calibre, vía, durmientes, etc.

Dispone en gran parte de su territorio de una vía en buenas condiciones y moderna (vía elástica con riel de alto calibre), en donde el 52% está dotada de riel de 115 lb/yd o mayor. El 44% de las rutas cuentan con durmientes de concreto y el resto de madera, el 83% de la vía tiene balasto hecho con piedra triturada y el 17% con escoria de fundición.

La línea cuenta con la infraestructura necesaria para realizar las operaciones actuales y ofrecer un servicio de calidad. En materia de equipo tractivo, el FPN tiene en operación 12 zonas de abasto y 17 centros de inspección de locomotoras. Se tienen 7 talleres de mantenimiento a locomotoras (4 de ellos son operados por el FPN mientras que los tres restantes han sido concesionados a particulares). Para el mantenimiento de las unidades de arrastre, se tienen 31 patios de inspección de viaje y seis talleres de reparación, tres operados por FPN y tres por particulares; adicionalmente se cuenta con ocho Spot System en donde se atienden las unidades de arrastre que requieren reparación inmediata, principalmente las cargadas.

La carga transportada por el FPN está en dos terceras partes formada por tráfico interno, sin embargo el tráfico internacional a aumentado durante los últimos años.



Para el desarrollo de las actividades, el ferrocarril cuenta con una flota de 405 locomotoras con una potencia total de 1'115,250 HP (caballos de fuerza) y con una antigüedad promedio de 15.3 años. La flota de carros cuenta con 10,819 unidades de servicio comercial, 1,772 para uso exclusivo de la empresa y 198 cabuses.

Para controlar las operaciones del ferrocarril, se dispone de la cobertura de los Sistemas de Control de Tráfico Centralizado (CTC) y de Control Directo de Tráfico (CDT) para despachar y controlar los trenes.

En lo que concierne a la planta labora, dentro del FPN se encuentran trabajando 14,011 empleados de los cuales 12,402 son empleados de base (sindicalizados) y 1,609 empleados de confianza. Adicionalmente laboran 262 empleados asignados al servicio de transporte de pasajeros, 1,284 asignados a las líneas cortas que se licitarán de manera independiente y 122 en el área de telecomunicaciones.

## A.2. Infraestructura.



### A.2.1. Vía.

El FPN atraviesa los siguientes estados (ordenados por orden alfabético): Aguascalientes, Baja California Norte, Coahuila, Colima, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas. Para esta cobertura interestatal del ferrocarril, el sistema cuenta con 6,521.4 Km (4,052.2 millas) de vías, las cuales se encuentran divididas en 9 divisiones para una mejor operación. Dichas divisiones se enumeran a continuación:

1. Baja California,
2. Centro,
3. Golfo,
4. Guadalajara,
5. Irapuato,
6. Monclova,
7. Torreón,
8. Sinaloa,
9. Sonora y
10. La subdivisión Chihuahua.

## A.2.1.1. Descripción de la Vía.

CARACTERÍSTICA	OBSERVACIONES
Escantillón.	El escantillón (ancho de la vía) conque cuenta la vía de FPN es el denominado "Estándar" y mide 1.435 m (4.708 ft) de ancho.
Riel.	El 98.5 % de las vías tienen un riel de alto calibre mayor a 100 lb/yd y solamente el 1.9 % en menor de 100 lb/yd. El 48 % de la longitud total se clasifica como vía elástica sobre durmientes de concreto con fijación doblemente reforzada, el otro 40 % está formado por vía clásica sobre durmientes de madera sujeta con clavo de vía y el 12% restante se clasifica como vía elástica sobre durmiente de madera.
Balasto.	El 83 % de la vía cuenta con balasto de piedra triturada y el 17 % restante utiliza escoria de fundición.
Condición de la vía.	En general el estado de la vía es considerado en buenas condiciones, brindando una alta seguridad operativa en el movimiento de trenes.
Capacidad de las líneas.	Las líneas troncales del FPN no presentan en corto plazo problemas de saturación, esto es debido a la implantación del Sistema de Control Directo de Tráfico (CDT) que agiliza el movimiento de trenes, además, se han hecho obras de prolongación de escapes que se han realizado en los tramos de mayor densidad de carga.

TABLA IV. A-1 CARACTERÍSTICAS DE LAS VIAS DEL FPN.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

## A.2.1.2. Zonas por las que atraviesa la vía.

a. Zona montañosa.

Con pendientes entre un 1.0 y 2.4 % y fuertes grados de curvaturas que van desde los 4° hasta los 8°. A esta zona le corresponde el 5 % (326.07 Km) del total de las vías.

b. Zonas de planicie, costas y desiertos.

Estas zonas se caracterizan por su baja pendiente que va de 0 % a 1 % y una curvatura máxima de 4°. En esta zona se encuentra el 95 % (6,195.33 Km) del total de las vías. Dentro de este territorio se ubican puntos críticos, es decir, que se encuentran sobre terracerías inestables en un 3.2 % (208 Km) del total de las vías, esto es debido a que la estructura de los suelos son arcillas expansivas, principalmente en el tramo Irapuato-Ocotlán y en un 3 % (195 Km) por cortes inestables con problemas de derrumbes, localizadas en las sierras montañosas de Atenquique de la División Guadalajara, así como Roseta y Barrancas de la División Sinaloa. Existen tramos susceptibles a deslaves, cuando se presentan precipitaciones máximas extraordinarias, principalmente en las zonas costeras de los tramos Mazatlán-Culiacán y Santa Ana-Nogales que representan un 2.3% (150 Km).

## A.2.1.3. Corredores.

A continuación se enumeran los corredores del FPN y las divisiones a las que pertenecen:

CORREDOR	DIVISION O DIVISIONES
Irapuato-Cd Juárez	Centro, Torreón y subdivisión Chihuahua
Tampico-Gómez Palacio	Golfo y Torreón
Piedras Negras-Ramos Arizpe	Monclova
Huehuetoca-Manzanillo	Irapuato y Guadalajara
Guadalajara -Nogales	Sinaloa y Sonora
Mexicali-Benjamín Hill	Baja California

TABLA IV. A-2 CORREDORES Y DIVISIONES DE FPN  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

*A.2.1.4. Rutas más importantes del FPN.*

NOMBRE DE LA RUTA O LINEA	LONGITUD (Km)
México-Cd. Juárez	1,923.5
Guadalajara-Nogales	1,764.0
Tampico-Monterrey-Gómez Palacio	865.1
Irapuato-Guadalajara-Manzanillo	630.1
Benjamín Hill-Mexicali	538.7
Piedras Negras-Ramos Arizpe	424.7

TABLA IV. A-3 CORREDORES Y DIVISIONES DE FPN  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

*A.2.1.5. Líneas optativas del FPN.*

RAMAL	LINEA	DEL Km	AL Km	LONGITUD (Km)	TON (1995)	TON Km (1995)
Salamanca-Jaral del Progreso	AC	0.800	35.715	34.915	55,047	1'297,848
Cadena-Dinamita	AK	0.300	10.415	10.165	2,373	23,734
Yurécuaro-Los Reyes	IB	0.800	138.164	137.364	99,955	4'076,168
Ocotlán-Atotonilco	IC	0.700	34.900	34.200	16,997	584,690
Allende-Cd. Acuña	RA	3.377	118.800	115.423	1,660	196,536
Emp. Orendain-Ameca	TL	1.000	52.247	51.247	27,732	1'261,682
La Vega-Etztatlán	TM	0.000	34.500	34.500	3,840	129,029
Calles-Tamuín	MA	1.000	126.399	125.399	19,512	981,864
Jiménez-Parral	P	2.500	90.000	87.500	10,976	982,631
<b>TOTAL</b>				<b>630.713</b>	<b>227,092</b>	<b>9'534,182</b>

TABLA IV. A-4 CORREDORES Y DIVISIONES DE FPN  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

**A.2.2. Puentes, túneles y alcantarillas.***A.2.2.1. Puentes.*

En el FPN existen 2,856 puentes, con una longitud total de 66,099.41 metros, de los cuales 2,519 son definitivos y 337 son provisionales. Del total de los puentes, 1,333 son de cubierta cerrada y 1,523 de cubierta abierta. Del total de puentes en este territorio, el 2.1 % (60 puentes). Tiene una longitud mayor a 100 m, y tiene alturas que van desde los 3 hasta los 80 m. Estos puentes están constituidos en su mayor parte por estructura metálica. Dichos puentes se localizan principalmente en la zona montañosa de Roseta y Barrancas, además en zonas costeras donde los ríos de la Sierra Madre Occidental desembocan en las costas del Océano Pacífico de la División Sinaloa y el cañón de Atenquique de la División Guadalajara.

En los últimos cuatro años se reforzaron gran cantidad de puentes para incrementar su capacidad de carga a 120 toneladas brutas por carro (unidades de cuatro ejes), lo que ha permitido mover estas unidades en los corredores Nogales-Guadalajara, Irapuato-Cd. Juárez, México-Manzanillo, Saltillo-Piedras Negras y Gómez Palacio-Monterrey, que significan el 85% de la red del FPN.

*A.2.2.2. Túneles.*

El FPN cuenta con 52 túneles que juntos reúnen una longitud de 11,041.80 metros, los cuales son todos perforados con la longitud total señalada. De estos túneles, el 54 % permite la circulación de trenes con doble estiba sobre los corredores Irapuato-Cd. Juárez-Torreón-Tampico y Piedras Negras-Saltillo.

**A.2.2.3. Alcantarillas.**

Existen 5,737 alcantarillas instaladas a lo largo del FPN, las cuales tienen una longitud en conjunto de 19,390.77 metros. De ellas, el 96 % (5,514) son definitivas y el 4 % restante (223) son provisionales. Del total, 5,175 son de cubierta cerrada y 562 son de cubierta abierta.

**A.2.3. Sistemas de comunicación, control y despacho de trenes.****A.2.3.1. Sistema de control de transporte: SICOTRA.**

Este sistema permite supervisar la operación de trenes en ruta y el movimiento de carros en camino, también los ubica en los patios y terminales, lo que constituye una herramienta básica de consulta y apoyo en la toma de decisiones operativas para elevar la calidad del servicio que se ofrece a los usuarios, así como un sistema de información de gran utilidad. Además se cuenta con un banco de información sistematizado en tiempo real diseñado especialmente para administrar operaciones ferroviarias.

El nuevo sistema comprende los subsistemas que son: el Control de Patios (SICOPA) y el Control de Trenes (SITRECA), teniéndose actualmente en operación un total de 182 terminales SICOTRA (se prevé poner en funcionamiento otras 7 unidades), ubicadas en los siguientes lugares:

No	LOCALIZACION	TERMINALES SICOTRA
1	División Baja California	7
2	División Sonora	23
3	División Sinaloa	14
4	División Guadalajara	31
5	División Irapuato	11
6	División Centro	18
7	División Torreón	24
8	División Chihuahua	22
9	División Monclova	14
10	División del Golfo	2
11	Oficinas generales	16
<b>TOTAL</b>		<b>182</b>

TABLA IV.A-5 LOCALIZACION DE TERMINALES SICOTRA  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

**A.2.3.2. Sistema de despacho de trenes.**

A continuación se describen los sistemas de despacho de trenes utilizados en el FPN:

1. **CONTROL DE TRAFICO CENTRALIZADO.** En este sistema los trenes y las máquinas se gobiernan por el aspecto que muestran las señales absolutas y permisivas, instalados a lo largo de la ruta. Estas señales son controladas por el despachador desde el Centro de Despacho por medio de una consola. Las señales permisivas son de acción automática y se exhiben en el campo a través de semáforos de acuerdo con la disponibilidad u ocupación del tramo que controlan. Los equipos de vía son controlados por el despachador con autorizaciones directas al personal mediante bloqueos en la consola de despacho. Los documentos de registro utilizados por este sistema son: hoja de trenes, gráficas y libro de autorizaciones. El sistema de comunicación utilizado es el radio.
2. **CONTROL DIRECTO DE TRAFICO.** Los trenes, máquinas y equipos de vía son controlados por el despachador a través de autorizaciones que expide vía radio directamente al maquinista u operador, para ocupar tramos de la línea que se encuentran delimitados por señalamientos fijos. En este sistema no existe superioridad de trenes, es muy ágil y sencillo en su aplicación. Los documentos de registro son: hoja de control de tráfico y la grabación de las comunicaciones. El sistema de comunicación empleado es el radio.

3. **ORDENES DE TREN.** Los trenes son controlados por el despachador desde el Centro de Despacho, mediante la expedición de órdenes de tren. En el horario se establece la superioridad de los trenes regulares. Los telegrafistas reciben del despachador las órdenes de tren y las entregan bajo firma al conductor o maquinista. En casos necesarios éstos últimos pueden recibirlas directamente. Los equipos de vía se manejan con la información que expide el despachador en los programas de trenes. Los registros utilizados son: hoja de trenes, libro de órdenes y boletas de despacho y libro de registro de trenes. Los sistemas de comunicación empleados son: telégrafo, teléfono selectivo y el radio.

Para la operación, el FPN utiliza los tres sistemas de control de trenes descritos en párrafos anteriores, los cuales se enumeran en la siguiente tabla y se especifica su extensión, porcentaje del ferrocarril que cubren y los corredores que son gobernados por estos sistemas:

TIPO DE SISTEMA	EXTENSION (Km)	% DE LA RED QUE CUBREN	CORREDORES
Control Directo de tráfico (CDT)	3,096.3	48 %	Torreón-Tampico, Ramos Arizpe-Piedras Negras, Guadalajara - Manzanillo e Irapuato-Cd. Juárez
Sistema de Ordenes de Tren (OT)	2,866.8	43 %	Sinaloa y Sonora
Control de Tráfico Centralizado (CTC)	558.4	8.5 %	Guadalajara e Irapuato

TABLA IV.A-6 TIPO DE SISTEMA DE CONTROL, EXTENSION, PORCENTAJE QUE CUBREN DE LA RED Y CORREDORES QUE GOBIERNAN FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

También se poseen doce centros de despacho ubicados en la Terminal del Valle de México (en Tlalnepantla), Querétaro, dos en Guadalajara, Mazatlán, Hermosillo, Puerto Peñasco, Aguascalientes, Torreón, Chihuahua, Monterrey y Cd. Frontera. Asimismo se cuenta con la participación de 11 jefes despachadores titulares y 19 auxiliares así como 81 despachadores.

Actualmente ya es posible dar las OT (órdenes de tren) vía satélite, las divisiones que cuentan con esta tecnología son las divisiones Sonora, Baja California y Sinaloa. Este sistema se controla a través de estaciones ubicadas en Guadalajara, Mazatlán, Sufragio, Empalme, Hermosillo, Puerto Peñasco y Mexicali.

### A.3. Instalaciones.

#### A.3.1. Patios y terminales.

El FPN cuenta con 69 patios operativos que manejan trenes unitarios, directos y algunos de pasajeros e industriales.

PATIO	LOCALIZACION (Km)	LONG. DE VIA (Km)	CAPACIDAD OPERATIVA(*)	TIPO DE VIA	CALIBRE DEL RIEL (lb/yd)
Piedras Negras	Patio general R-0 Patio SP R-2	118.144	876	Clásica	115, 100, 80, 75
Allende	R-52	2.534	115	Clásica	75
Sabinas	R-117	7.372	336	Clásica	112, 100, 80
Barroterán	R-144	10.201	507	Clásica	100, 80, 75
Cd. Frontera	R-238	37.946	1,804	Clásica	56
Miramar	M-17	9.711	515	Clásica	80
Calles	M-141	5.762	297	Clásica	112
Cd. Victoria	M-325	7.124	334	Clásica	112, 80
Linares	N-372	2.742	124	Clásica	112
Montemorelos	M-422	2.792	124	Clásica	112
Paredón	M-609	8.210	376	Clásica	112, 80
Hipólito	M-674	8.210	376	Clásica	112, 80
Cd. Juárez	A-1973	12.976	612	Clásica	80
Chihuahua	A-1614	13.175	632	Clásica	80
Morse	A-1603	3.793	191	Clásica	75
Meoqui	A-1523	2.882	139	Clásica	75
Delicias	A-1514	3.121	154	Clásica	75

PATIO	LOCALIZACION (Km)	LONG. DE VIA (Km)	CAPACIDAD OPERATIVA(*)	TIPO DE VIA	CALIBRE DEL RIEL (lb/yd)
Camargo	A-1447	3.432	125	Clásica	75
Jiménez	A-1373	15.688	810	Clásica	80
Escalón	A-1300	6.247	333	Clásica	80, 75, 70, 66
Gómez Palacio	A-1142	3.634	201	Clásica	100, 80, 58
Torreón Carga	A-1131	30.766	1,707	Clásica	112, 100, 80
Felipe Pescador	A-814	12.372	603	Clásica	115, 112, 80, 75
Fresnillo	A-764	5.000	248	Clásica	75, 70
Victor Rosales	A-736	3.109	153	Clásica	153
Zacatecas	A-706	4.069	183	Clásica	115, 80
Rafael S. Martínez	A-696	3.964	200	Clásica	112, 75
Chicalote	A-600	2.340	119	Clásica	115, 112
Aguascalientes	A-585	23.515	1,017	Clásica	115, 112, 75, 70
Encarnación de Díaz	A-538	3.815	518	Clásica	115, 112
S. Juan de los Lagos	A-521	2.457	123	Clásica	115, 112
Lagos de Moreno	A-475	3.300	158	Clásica	112, 75
León	A-416	4.645	229	Clásica	112, 75
Silao	A-383	2.655	136	Clásica	75
Irapuato	A-352+800	32.404	1,597	Clásica	136, 115, 112, 85, 75
Salamanca	A-322+600	14.286	739	Clásica	136, 112, 85
Celaya	A-291+500	9.079	164	Clásica	136, 115, 85
San Nicolás	B-213+600	3.577	164	Clásica	115, 112, 85
Huichapan	B-160	5.031	243	Clásica	115, 112, 85
Mexicali	UA-3	26.445	1,321	Clásica	100, 90, 75
Pascualitos	U-0	18.001	987	Clásica	90
Puerto Peñasco	U-239	11.651	577	Clásica	100, 90, 80
Caborca	U-399	6.856	387	Clásica	100, 80
Benjamín Hill	U-523	19.598	894	Clásica	100, 80
Nogales	T-6	28.083	1,305	Clásica	100, 90, 80, 75, 65
Benjamín Hill	T-150	6.067	308	Clásica	60
Hermosillo	T-277	42.725	1,730	Clásica	100, 90, 80, 65
Empalme	T-417	46.477	2,039	Clásica	80, 65
Cd. Obregón	T-535	43.080	1,890	Clásica	100, 90, 80, 65
Navjoa	T-603	17.494	802	Clásica	100, 90, 80, 65
Sufragio	T-742	15.724	726	Clásica	100, 80
Naranja	T-786	6.764	308	Clásica	115, 100, 90, 80
Bama	T-806	6.190	285	Clásica	100, 90, 80
Guamúchil	T-842	6.285	315	Clásica	115, 112, 100, 90
Culiacán	T-955	25.050	1,282	Clásica	115, 112, 100, 90, 80
Mazatlán	T-1174	25.286	1,117	Clásica	100, 80
Acaponeta	T-1324	4.276	207	Clásica	100
Ruiz	T-1391	5.535	266	Clásica	100
Roseta	T-1438	2.909	147	Clásica	100
Tepic	T-1491	15.902	762	Clásica	100, 90, 80
Guadalajara	T-1762	29.570	1,347	Clásica	115, 112, 100, 90, 80
Pénjamo	I-50	10.790	543	Clásica	100, 80
Yurécuaro	I-146	8.858	458	Clásica	100, 80
Ocotlán	I-179	4.474	227	Clásica	100, 80
Guadalajara	I-260	71.590	3,247	Clásica	115, 112, 100, 90, 80, 70, 65
Cd. Guzmán Carga	I-420	13.109	699	Clásica	115
Colima	I-520	6.761	310	Clásica	112, 100
Campos	I-609	8.839	465	Clásica	112, 75
Manzanillo	I-615	6.801	411	Clásica	100, 75

TABLA IV.A-7 PATIOS OPERATIVOS DEL FPN.

FUENTE: FNM

\* CAPACIDAD OPERATIVA EN FUNCION DE NUMERO DE CARROS DE 18 METROS POR DIA.

A continuación se describirán dos patios que por situación geográfica dentro del territorio del FPN, así como por los servicios que prestan y las instalaciones con que cuentan, se describen más ampliamente:

#### *A.3.1.1. Patio Torreón Carga.*

- a. Descripción física: se localiza en el kilómetro A-1131, dándose atención a trenes unitarios y directos con flete de importación y exportación.
- b. Patio Recibo: cuenta con una longitud de total de vía de 13,762 Km y una capacidad operativa de 764 unidades de 18 metros por día, el tipo de vía es clásica con diferentes calibres de riel como son 112, 100 y 80 lb/yd.
- c. Patio Despacho: tiene 10,294 Km y una capacidad operativa de 571 unidades de 18 mts/día, el tipo de vía es clásica con calibre de riel de 100 y 80 lb/yd.
- d. Patio Clasificación: cuenta con una longitud de 6,710 Km totales de vía, con un rendimiento operativo de 372 unidades de 18 mts/día, el tipo de vía es clásica con calibre de riel de 80 lb/yd.

#### *A.3.1.2. Patio Guadalajara.*

- a. Descripción física: se localiza en el kilómetro I-260, dándose atención a trenes unitarios, de carga y pasajeros.
- b. Patio Recibo: cuenta con 13,028 Km totales de vía, y una capacidad operativa de 664 unidades de 18 mts/día, su tipo de vía es clásico con calibre de riel 112 y 100 lb/yd.
- c. Patio Clasificación: cuenta con una longitud total de vía de 6,519 Km y una capacidad operativa de 299 unidades de 18 mts/día, el tipo de vía es clásica con calibre de riel de 115, 100 y 80 lb/yd.
- d. Patio Reclasificación y Despacho: tiene 15,270 Km totales de vía y una capacidad operativa de 742 unidades de 18 mts/día, teniendo el tipo de vía clásica con calibre de riel de 115, 112 y 100 lb/yd.
- e. Patio Pasajeros: cuenta con una longitud total de vía de 9,464 Km y una capacidad operativa de 289 unidades de 18 mts/día, el tipo de vía es clásica con calibre de riel de 112, 100 y 80 lb/yd.
- f. Patio de Carga: tiene una longitud total de vía de 6,698 Km y una capacidad operativa de 294 unidades de 18 mts/día, teniendo el tipo de vía clásica con calibre de riel de 112, 80 y 70 lb/yd.
- g. Patio de Locomotoras: posee una longitud total de vía de 8,563 Km y una capacidad operativa de 417 unidades de 18 mts/día, con vía clásica con calibre de riel de 115, 112, 100 y 70 lb/yd.
- h. Patio de Coches y Carros: cuenta con una longitud total de vía de 6,489 Km y una capacidad operativa de 260 unidades de 18 mts/día, el tipo de vía es clásica con calibre de riel de 100, 90 y 65 lb/yd.
- i. Patio la Junta: cuenta con una longitud total de vía de 5,559 Km y una capacidad operativa de 282 unidades de 18 mts/día, el tipo de vía es clásica con calibre de riel de 112 y 100 lb/yd.

### **A.3.2. Estaciones.**

El FPN cuenta con 679 estaciones, de las cuales destacan por su función del tráfico de carga remitido y recibido: Monterrey (jurisdicción FNE), Manzanillo, Piedras Negras, Celaya (punto de intercambio con el FNE), Pedro C. Morales, La Campana, Cd. Juárez, Guaymas, Ramos Arizpe (punto de intersección con FNE), Cd. Frontera, Guadalajara, Alzada y Lechería (punto de intercambio con el FTVM y el FSE), entre otras. Del total, solo 178 estaciones cuentan actualmente con agente comercial, otras 460 son estaciones de bandera, 8 de conexión, 22 de empalme y 11 son de placa.

### **A.3.3. Talleres y Centros de Inspección y Abasto.**

Para poder realizar las acciones de mantenimiento y las actividades de inspección y abasto, tanto para el equipo tractivo como el de arrastre el FPN cuenta con las instalaciones para lograrlo en 18 localidades de su jurisdicción. Entre los estados que poseen mas instalaciones se encuentran: Mexicali, Nogales, Mazatlán, Irapuato, Torreón y Cd. Juárez.

En materia de equipo tractivo, se dispone de 17 centros de viaje ("CIV") para realizar revisiones (de corrección ligera) y verificación de los aspectos de seguridad a las locomotoras que en ese momento circulen por la vía.

EMPRESA QUE PROPORCIONA EL MANTENIMIENTO REPARACION PROGRAMADA	TALLERES
F.P.N.	Guadalajara, Mazatlán, Benjamin Hill y Nogales
MK Gain	Acámbaro y San Luis Potosí*
GIMCO, S.A. de C.V.	Torreón y Chihuahua

TABLA IV.A-8 TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION PROGRAMADA

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

\* Cabe aclarar que aún cuando el taller de San Luis Potosí no pertenece al FPN sino al FNE, aquí se llevan a cabo los trabajos de mantenimiento de locomotoras que pertenecen al FPN.

Los talleres mencionados en la tabla anterior (tabla IV.A-8) se utilizan para trabajos que requieren un mantenimiento mas sofisticado. Sin embargo, la ejecución de trabajos de reparación ligera y mediana de los carros que no es necesario realizar en los talleres antes mencionados, se pueden llevar a cabo en las instalaciones denominadas SPOT SYSTEM, en donde se atienden las unidades que requieran reparación inmediata por encontrarse cargadas, o bien que por alguna causa no puedan internarse en otro taller.

Para el suministro de combustible, lubricante, arena y agua a las locomotoras, se cuenta con doce zonas de abasto actualmente en servicio (9 de ellas son atendidas por el FPN y 3 por particulares).

#### A.3.3.1. Contrato de arrendamiento para empresas mantenedoras.

Estos contratos con particulares, para ceder derechos en el mantenimiento de unidades de ferrocarril, cuentan con las siguientes características:

CONCEPTO	DESCRIPCION
Objetivo de los talleres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar mantenimiento, reparar, y revisar el equipo tractivo y de arrastre</li> </ul>
Infraestructura y procesos operativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los arrendadores se comprometen a realizar obras enfocadas a elevar substancialmente los indices de productividad, satisfaciendo la normatividad en materia de prevención de contaminación.</li> </ul>
Facultades del concesionario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de negociar directamente con los arrendadores de Acámbaro, Torreón y Chihuahua la continuidad de la prestación del servicio de mantenimiento del equipo.</li> <li>• El concesionario tiene la facultad de rescindir el contrato con alguno de los arrendadores o con ambos, asumiendo el costo correspondiente con consecuente beneficio de poder seguir utilizando las instalaciones para el mantenimiento de sus equipos.</li> </ul>
Modernización de los talleres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los talleres de Torreón, Chihuahua y Acámbaro, han sido totalmente rehabilitados por los arrendadores.</li> <li>• Los talleres operan bajo una nueva <u>cultura de trabajo</u>.</li> <li>• En el taller de Torreón se realiza el mantenimiento de locomotoras en toda su extensión, incluyendo reparaciones generales o mayores y la completa reparación de los motores diesel.</li> <li>• En el taller de Acámbaro se realiza sólo el mantenimiento preventivo de locomotoras.</li> </ul>
Logros y alcances obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las empresas GIMCO y MK Gain han incrementado los indices de disponibilidad del equipo tractivo asignado a niveles del 92.3 % y del 96.4 % respectivamente, en un lapso de 3 años.</li> <li>• El personal de los centros de inspección de viaje de las zonas de abasto trabaja coordinadamente para realizar las funciones inherentes a ambos lugares.</li> </ul>

TABLA IV.A-9 CARACTERISTICAS DE LOS CONTRATOS DE ARRENDAMIENTO PARA EMPRESAS MANTENEDORAS.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.



### A.3.4. Otras Instalaciones y Recursos Materiales.

Además de las instalaciones antes descritas, el FPN cuenta con ocho almacenes localizados de la siguiente forma: cuatro en la Cd. de Guadalajara, uno en Mazatlán, uno en Benjamín Hill, uno en Nogales y el último en Mexicali. Para administrar a estos almacenes está el Centro Administrativo con sede en Guadalajara.

Para el suministro de equipo de protección de los trenes se cuenta con Almacenes de Luces y Petardos descritos en la siguiente tabla:

CIUDAD	DIVISIONES A LAS QUE SURTE
Guadalajara	Guadalajara, Sinaloa, Centro, Irapuato y Torreón
Empalme (*)	Sonora
Cd. Frontera (*)	Golfo y Monclova

TABLA IV.A-10 ALMACENES DE LUCES Y PETARDOS DEL FPN.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

(\*) ALMACENES EN TRAMITE ANTE LA SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL.

Entre las instalaciones del FPN se debe nombrar también a los Laboratorios de Control de Calidad, dos de ellos en la ciudad de Guadalajara y uno en cada una de las siguientes ciudades, Mazatlán y Cd. Frontera. Estos laboratorios son los encargados de realizar evaluaciones a los lubricantes y combustibles de las locomotoras, analizar las plantas productivas de los proveedores y verificar la calidad de los bienes que se adquieren.

También se establecieron 19 centros de cómputo para operar los sistemas informáticos y automatizar actividades. Dichos centros están conectados a la red de FNM y se encuentran equipados con terminales que utilizan el sistema UNIX. Se cuenta con 122 computadoras personales dentro de los centros en este párrafo mencionados.

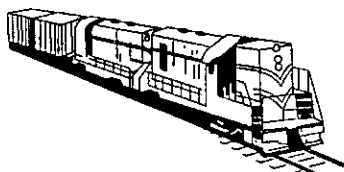
El FPN tiene asignado un parque vehicular que consiste en 265 unidades automotrices (en condiciones regulares) distribuidas de la siguiente forma:

DIRECCION O DEPARTAMENTO	UNIDADES VEHICULARES ASIGNADAS
Dirección FPN	5
Subdirección de Administración y Finanzas	45
Subdirección de Operación	171
Servicios Especiales	18
Contraloría Interna	3
Comunicación Social	1
Subdirección de Comercialización	22
<b>TOTAL</b>	<b>265</b>

TABLA IV.A-11 ASIGNACION DE UNIDADES VEHICULARES DEL FPN.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

## A.4. Equipo rodante.



### A.4.1. Fuerza motriz

Para poder realizar las operaciones del FPN, se dispone de una flota de 405 locomotoras con una antigüedad promedio de 15.3 años, presentando la siguiente distribución de acuerdo al modelo de locomotora y al número de existencia de éstas:

MODELO	NUMERO DE UNIDADES
G.E.	183
E.M.D.	206
A.L.C.O.	4
M.L.W.	12

TABLA IV.A-12 FUERZA MOTRIZ DISPONIBLE  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

Todas las locomotoras del FPN suman una fuerza motriz de 1'115,250 HP. De acuerdo a la antigüedad se puede hacer una segunda clasificación de las locomotoras del FPN:

ANTIGÜEDAD	POTENCIA (HP)	PORCENTAJE DE LA FLOTA	NUMERO DE UNIDADES
Menor de 10 años	3,000 HP cada una	38.0 %	149
Mayor de 20 años	De 1,310 a 3,000 HP c/u	30.6 %	124

TABLA IV.A-13 ANTIGÜEDAD Y POTENCIA DE LA FUERZA MOTRIZ DEL FPN.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

De acuerdo al uso que se les da a las locomotoras, éstas se pueden clasificar de la siguiente forma:

SERVICIO	NUMERO DE UNIDADES
Servicio de carga	217
Servicio de pasajeros	30
Servicio de ayudadoras	34
Maniobras de carros en patios	66
Relevos y diversos servicios	58
TOTAL	405

TABLA IV.A-14 SERVICIO DE LAS LOCOMOTORAS DEL FPN.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

Se considera que esta flota es suficiente para cubrir la demanda actual de servicios brindados por el FPN. En el inciso D de este capítulo se proporciona una descripción más detallada del equipo tractivo de la empresa.

#### **A.4.2. Equipo de arrastre.**

El FPN tiene 10,819 carros de cargas para el uso de sus clientes. Dichos carros tienen una antigüedad razonable y se considera suficiente para hacer frente a las necesidades actuales y tradicionales de transporte. Sin embargo se puede disponer de mas unidades si se actualiza el mantenimiento del equipo y con mejoras operativas que redunden en ciclos de cargadura más cortos. En el subcapítulo nombrado como "Condición Actual del Equipo Disponible" (inciso D de este capítulo) se hace una descripción mas detallada del inventario de Equipo de arrastre.

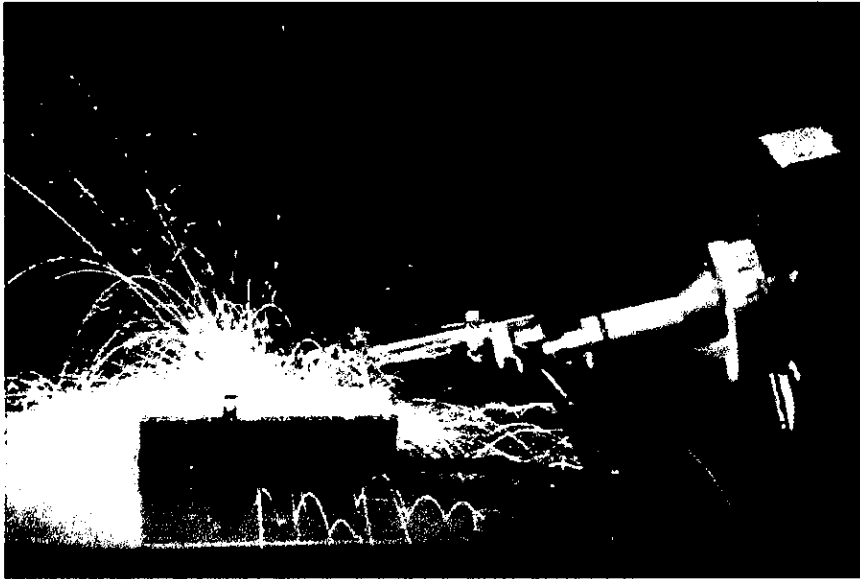
#### **A.4.3. Maquinaria de vía.**

El FPN cuenta con un parque de maquinaria formada por 118 unidades que se clasifican por maquinaria especializada de vía, maquinaria de puentes, terracerías, grúas de auxilio, así como soldadoras de riel y camiones Hy Rail. Todo este equipo tiene el propósito de mantener dentro de los estándares de seguridad a la operación ferroviaria.

Para nivelar y alinear se tienen 18 máquinas multicalzadoras y tres alineadoras, de las cuales 12 están comprendidas básicamente en tres grupos de alta producción denominados Tandem de Alta Sistematización (TAS No. 2, 4 y 5). En el primero se agrupan cuatro multicalzadoras, un estabilizador dinámico marca Plasser y cinco reguladoras de balasto marca Kershaw; en TAS 4, se incluyeron cuatro multicalzadoras marca Matisa y cuatro reguladoras de balasto marcas Tamper y Feresa, finalmente en el tercer grupo se incluyen cuatro multicalzadoras y cuatro reguladores de balasto marca Tamper. La maquinaria de nivelación restante es utilizada para apoyar trabajos de conservación en tramos cortos donde sea requerida.

En cuanto a la conservación, refuerzo y construcción de puentes, se cuenta con 8 grúas piloteadoras marcas Orton y Ohio y para reforzar y construir terracerías se cuenta con 24 máquinas (trascavos, tractores, retroexcavadoras y conformadoras de distintas marcas). También se cuenta con diez grúas de auxilio dispuestas en lugares estratégicos para apoyo en caso de siniestros y 9 grúas de distintas marcas utilizadas el mantenimiento y consevación de la vía y rehabilitación integral, tanto para carga como descarga de todo tipo de material de vía.

También es importante mencionar a dos máquinas soldadoras de riel de retope (utilizadas para renovar las juntas de riel por soldadura eléctrica). Adicional al equipo anterior, en Cd. Frontera (División Monclova) se cuenta con una Planta Soldadora de riel. Esta planta cuenta con una máquina electrónica para soldar rieles desde 90 lb/yd hasta 136 lb/yd.



**B. ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA.**

**PLANNING**



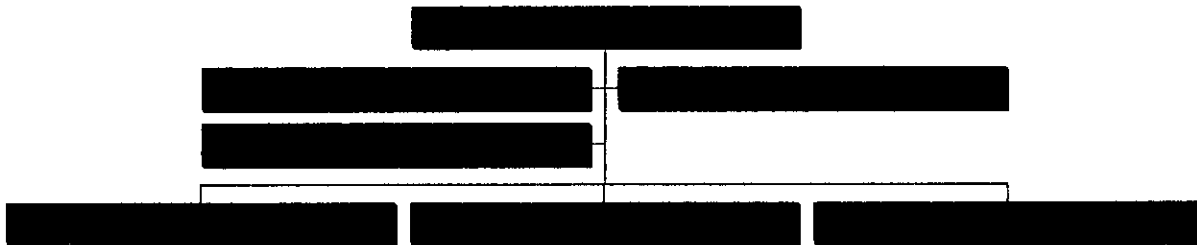
**B.1. Breve introducción.**

Como ya se ha visto en este documento (ver capítulo 2, inciso E), el FPN es el producto de la reestructuración interna de FNM, la cual comenzó en 1995 en forma de ajustes administrativos y organizacionales. Desde entonces en FPN constituye una unidad regional (empresa) autónoma de las demás. Los directores de cada empresa tienen la completa responsabilidad de administrar, comercializar y operar el ferrocarril que les ha sido confiado.

De esta forma, habrá 4 directores regionales (uno por cada unidad regional) que reportarán resultados directamente al Director General de FNM. Adicionalmente a las cuatro empresas (Ferrocarriles Pacífico-Norte, Noreste, Sureste y Terminal del Valle de México) se estableció la "UNIDAD DE TELECOMUNICACIONES Y SISTEMAS", que reporta también directamente al Director General de FNM. Esta Unidad de Telecomunicaciones y Sistemas presta servicios a ferrocarriles troncales y líneas cortas, en todo lo relativo a telecomunicación y sistemas.

**B.2. Estructura organizacional.**

La organización de los mandos superiores del FPN quedará estructurada de la siguiente forma (ver siguiente tabla): una Dirección, tres Subdirecciones (Administración y Finanzas, Operación y Comercialización y Servicio a Clientes), una Contraloría Interna, una Coordinación de Asuntos Jurídicos y un Departamento de Comunicación Social. Estos mandos tienen como sede para sus oficinas la ciudad de Guadalajara en el estado de Jalisco.



El horario de trabajo para el personal de base es de 8:00 a.m. a 3:00 p.m. mientras que el horario para el personal de confianza es de 8:30 a.m. a 4:00 p.m..

En la tabla siguiente se hará una descripción de cada una de las partes que conforman los mandos superiores:

AREA	CARACTERISTICAS PRINCIPALES	GERENCIAS O DEPARTAMENTOS
Subdirección de Comercialización y Servicio a Clientes	<p><b>Función:</b> diseña y dirige políticas y estrategias de comercialización, ventas, tarifas, descuentos y suministro de carros.</p> <p><b>Objetivo:</b> prestar servicios de carga y pasajeros de forma eficiente y rentable.</p> <p><b>Estructura:</b> está compuesta por tres gerencia y ocho departamentos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Gerencia de Desarrollo Comercial:</b> define estrategias y planes comerciales para atender nuevos nichos de mercado.</li> <li>2. <b>Gerencia de Logística y Servicios:</b> establece procedimientos para la elaboración del programa de distribución del equipo propiedad de FNM, así como del aprovechamiento del equipo extranjero en base al programa comercial de carga.</li> <li>3. <b>Gerencia de Ventas:</b> desarrollar los planes y programas de carga para incrementar los índices del volumen de mercancías transportadas, fijando las tarifas, analizando la rentabilidad de los tráficos, celebrando los contratos de carga y vigilando los tráficos de los trenes.</li> </ol>
Subdirección de Operación	<p><b>Función:</b> planea y dirige la actividad ferroviaria de acuerdo a las políticas y lineamientos emitidos por la Dirección del FPN.</p> <p><b>Objetivo:</b> lograr la prestación del transporte en forma rápida, segura y económica y cuidando el medio ambiente.</p> <p><b>Estructura:</b> incluye tres gerencias y trece departamentos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Gerencia de Infraestructura e Inmuebles:</b> dirige la acciones de conservación y rehabilitación necesarias en la red de infraestructura (puentes, edificios) y comunicaciones alámbricas respetando el medio ambiente de acuerdo a su normatividad, para garantizar la operación eficiente y segura de los trenes.</li> <li>2. <b>Gerencia de Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre:</b> planea y dirige los programas de disponibilidad y confiabilidad del equipo tractivo y de arrastre que están bajo la responsabilidad del FPN, lleva a cabo el mantenimiento de dichos equipos en los talleres a su cargo, así como exigir y supervisar el cumplimiento de los compromisos contractuales establecidos con los mantenedores.</li> <li>3. <b>Gerencia de Transporte:</b> garantiza el traslado de bienes y/o personas desde los puntos de origen hasta los puntos de destino en el menor tiempo posible, bajo las condiciones de seguridad mas favorables.</li> </ol>
Subdirección de Administración y Finanzas	<p><b>Función:</b> planea, organiza, dirige y controla los recursos humanos y financieros y materiales de acuerdo a la normatividad y funciones operativas establecidas en las metas, políticas y objetivos de la empresa.</p> <p><b>Estructura:</b> se compone de tres gerencias, una coordinación de informática y once departamentos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Gerencia de Recursos Humanos y Relaciones Laborales:</b> planea, diseña y evalúa las disposiciones legales y normativas, así comolas acciones operativas del proceso de administración de recursos humanos, relaciones laborales, capacitación, jurídico laboral y desarrollo de personal del FPN.</li> <li>2. <b>Gerencia de Recursos Materiales:</b> administra los recursos materiales con los que cuenta el FPN, así como la prestación de los servicios generales que requiere el adecuado mantenimiento de las instalaciones y bienes propiedad de la empresa, así como ejecutar el programa de adquisiciones del ferrocarril.</li> <li>3. <b>Gerencia de Finanzas:</b> administra los recursos financieros del organismo y realiza la cobranza.</li> <li>4. <b>Coordinación de Informática:</b> aplica las nuevas tecnologías informáticas y computacionales en beneficio de la empresa.</li> <li>5. <b>Coordinación Jurídico Laboral:</b> representa y defiende los intereses del FPN en conflictos de carácter laboral.</li> </ol>
Contraloría Interna	<p><b>Función:</b> ejerce la función de auditoría y control auxiliando a los mandos superiores.</p> <p><b>Estructura:</b> conformada por un auditor adjunto y tres auditores ejecutivos.</p>	
Coordinación de Asuntos Jurídicos	<p><b>Función:</b> dirige las actividades jurídicas relacionadas con la operación del ferrocarril en todos los asuntos distintos a los laborales, coordina la relación del FPN con los gobiernos de los estados por los que transita.</p>	

TABLA IV.B-1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

El área que cuenta con mas empleados es la Subdirección de Operación con el 88 % del total; le sigue la Subdirección de Administración y Finanzas con el 8 %, posteriormente el área de Contraloría Interna con el 3 %, el 1% restante corresponde a la Subdirección de Dirección. En cuanto al área de Dirección, ésta tiene 31 personas, de las cuales 18 pertenecen a la Coordinación de Asuntos Jurídicos y dos al Departamento de Comunicación Social.

## C. CONDICION ACTUAL DE LA VIA.

En el primer subcapítulo (inciso A) de este capítulo se dió una idea general de la estructura de vías del FPN; se describieron los principales corredores, Estados por los que pasa la vía, extensión total, divisiones, etc.. Ahora dentro de este tema a tratar se describirá con mayor profundidad las características de los tramos que conforman la red del Pacífico-Norte.

### C.1. Capacidad de las líneas.

Las líneas troncales del FPN cuentan con el sistema "CDT" (Control Directo de Tráfico) para agilizar el movimiento de los trenes además de tener obras de prolongación de escapes en los tramos más circulados. Gracias a estas ventajas la red del FPN no presenta en corto plazo problemas de saturación.

Sin embargo en un futuro las densidades de carga en algunos tramos de la red se saturarán, por lo que se ha programado acciones para resolver la demanda futura:

- Terminar la ampliación de escapes en Cd. Frontera y Piedras Negras
- Iniciar la prolongación de tres escapes entre Huehuetoca y Viborillas.
- Rehabilitación de tres laderos en el tramo Felipe Pescador-Torreón (estos laderos no permiten el encuentro de trenes debido a sus condiciones físicas actuales).

La capacidad de carga que puede soportar la vía se medirá mediante el peso bruto de carros de 4 ejes que se pueden aceptar en las líneas de la red férrea de acuerdo a la capacidad de la vía y de los puentes, de acuerdo con la tabla I, presente en los anexos.

De los tramos que conforman la red férrea del FPN el 62.8 % soporta hasta 120 toneladas por carro de 4 ejes, el 36.33% de la vía tiene capacidad para 110 toneladas brutas y solamente el 0.1% soporta 100 toneladas o menos. En general la capacidad de carga de la vía se considera suficiente para el tráfico de mercancías a través de toda la red, sin embargo, existen algunos tramos en los cuales esta capacidad se ve muy reducida y será en estos en donde se deberá proporcionar una rehabilitación para aumentar la capacidad de carga a velocidades de operación aceptables.

### C.2. Tramos que integran el FPN.

En el siguiente cuadro se ven a mayor detalle los tramos que forman la línea Pacífico-Norte:

TRAMO	LONG (Km)	CALIBRE DEL RIEL(C)		FECHA DE LAMINACION	JUNTA (C)	DURM (C)	FIJACION	DIVISION Y LINEAS
Huehuetoca Km B-265+015	216.015	115 RE 112.3 RE	95 % 5 %	1966-1994	SC STR EMP	C y M	Elástica y Clásica	Irapuato (B)
Mariscal-Irapuato	90.594	136 RE	97 %	1990	SC	C	Elástica	Irapuato (A)
Irapuato- Felipe Pescador	456.500	115 RE 112.3 RE	90 % 10 %	1975-1991	SC	C	Elástica	Centro (A)
Felipe Pescador- Cd. Juárez	1'160.406	100 ARA-A 100 RE 115 RE	88 %  12 %	1960-1993	SC EMP	C y M	Clásica y Elástica	Torreón (A)
Cd. Juárez- Méndez	23.994	90 ARA -A 115 RE	87 % 13 %	1958-1993	SC STR	C y M	Clásica y Elástica	Chihuahua (QA)
Salamanca- Salamanca	0.800	112.3 RE 115 RE	98 % 2 %	1968	EMP	M	Clásica	Irapuato (AC)
Silao-Noche Buena	15.831	112.3 RE	100 %	1951	EMP	M	Clásica	Centro (AE)
Cadena-Cadena	0.300	80 ASCE	100 %	1930	EMP	M	Clásica	Torreón (AK)
Torreón-Torreón	1.800	101.5 RE	100 %	1958	EMP	M	Clásica	Torreón (AD)
Felipe Pescador- Felipe Pescador	0.972	112.3 RE	100 %	1941	EMP	M	Clásica	Centro (DC)

TRAMO	LONG (Km)	CALIBRE DEL RIEL (*)		FECHA DE LAMINACION	JUNTA (*)	DURM (*)	TIPO DE TRAZADO	DIVISION Y LINEAS
Irapuato-Manzanillo	630.703	115 RE 112.3 RE	99 % 1 %	1967-1993	SC EMP	C y M	Clásica y Elástica	Guadalajara (I)
Yurécuaro-Yurécuaro	0.800	115 RE	100 %	1976	EMP STR	M	Clásica	Guadalajara (IB)
Ocotlán-Ocotlán	0.700	100 ARA-A	100 %	1960	EMP	M	Clásica	Guadalajara (IC)
Pénjamo-Ajuno	134.800	112.3 RE 100 ARA-A	78 % 22 %	1953-1963	EMP STR	M	Clásica	Guadalajara (IN)
Zapotilic-Tolteca	9.232	80 ASCE 85 MR	26 % 74 %	1909-1930	EMP	M	Clásica	Guadalajara (IO)
Emp. Línea Aj- Emp. Dto. Viesca	1.150	60 CM	100 %	1902	EMP	M	Clásica	Torreón (AJ)
Emp. Dto. Viesca- Km]-12+656	4.130	80 ASCE	100 %	1946	EMP	M	Clásica	Torreón (J)
Km M-4+128 a Km M-500+000	495.872	115 RE	100 %	1974-1985	SC	C	Elástica	Golfo (M)
Monterrey- Hipólito	148.000	115 RE 112.3 RE	100 %	1960-1981	SC EMP	M y C	Elástica y Clásica	Golfo (M)
Hipólito-Gómez Palacio	221.232	112.3 RE 115	96 % 4 %	1957	STR SC EMP	M	Clásica	Torreón (M)
Calles-Calles	1.000	112.3 RE	100 %	1960	EMP	M	Clásica	Golfo (MA)
Altamira-Puerto Altamira	19.800	115 RE	100 %	1982	SC	C	Elástica	Golfo (MB)
San Juan-Lobos	17.755	100 RE	100 %	1980	SC	C	Elástica	Golfo (MF)
Piedras Negras- Ramos Arizpe	424.650	100 ARA-A 115 RE 112.3 RE	51 % 47 % 2 %	1962-1995	SC EMP	M y C	Elástica	Monclova (R)
Allende-Allende	3.377	75 CM 80 ASCE 100 ARA-A	76 % 23 % 1 %	1931-1963	EMP	M	Clásica	Monclova (RA)
Sabinas-Sabinas	3.000	75 CM 80 ASCE 100 ARA-A	45 % 41 % 14 %	1927-1962	EMP	M	Clásica	Monclova (RB)
Barroterán- Barroterán	3.000	100 ARA-A 80 ASCE 112.3 RE	2 % 55 % 43 %	1905-1962	EMP	M	Clásica	Monclova (RC)
Cd. Frontera- Cd. Frontera	3.250	100 RE	100 %	1966	STR	M	Clásica	Monclova (RD)
Escalón-Escalón	0.824	100 ARA-A	100 %	1966	STR	M	Clásica	Monclova (RD)
Jiménez-Jiménez	0.685	112.3 RE	100 %	1943	STR	M	Clásica	Chihuahua (P)
Nogales-Sufragio	745.804	100 ARA-A 115 RE	88 % 12 %	1957-1992	EMP SC	M y C	Clásica y Elástica	Sonora (T)
Sufragio- Guadalajara	1'018.156	115 RE 112.3 RE 100 ARA-A	90 % 6 % 4 %	1952-1993	SC EMP	C y M	Elástica y Clásica	Sonora (T)
Nogales-Nogales	0.500	100 ARA-A	100 %	1957	EMP	M	Clásica	Sonora (TA)
Hermosillo- Km TD 0+400	0.400	65 ASCE	100 %	1947	EMP	M	Clásica	Sonora (TD)
Hermosillo- Km TE 17+000	17.000	90 RE	100 %	1911	EMP	M	Clásica	Sonora (TE)
Empalme- Guaymas	7.966	100 ARA-A 80 ASCE	86 % 14 %	1957	EMP	M	Clásica	Sonora (TF)
Navjoa- Huatabampo	42.000	100 ARA-A 90 ARA-A 65 ASCE	18 % 77 % 5 %	1910-1957	EMP	M	Clásica	Sonora (TG)
Naranjo-Guasave	25.970	90 ARA-A	100 %	1913	EMP	M	Clásica	Sinaloa (TH)
Culiacán- Navolato	28.053	100 ARA-A	100 %	1955	EMP	M	Clásica	Sinaloa (TI)
Mazatlán- Muelles	4.654	100 ARA-A	100 %	1957	EMP	M	Clásica	Sinaloa (TK)

TRAMO	LONG (Km)	CALIBRE DEL RIEL (")		FECHA DE LAMINACION	JUNTAS (")	DURM (")	TIPOLOGIA	DIVISION Y LINEAS
Emp. Orendain-Km TL 1+100	1.000	100 ARA-A	87 %	1953	EMP	M	Clásica	Sinaloa (TL)
Pascualitos-Benjamin Hill	524.782	112.3 RE	13 %	1976-1990	SC	C y M	Clásica y Elástica	Baja California (U)
Linea Divisoria-Pascualitos	13.967	100 ARA-A	82 %	1924-1982	EMP	M	Clásica	Baja California (UA)
		90 ARA-A	6 %					
		80 ASCE	12 %					

TABLA IV.C-2 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS TRAMOS QUE INTEGRAN AL FPN.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

(\*)De la tabla anterior se tiene la siguiente nomenclatura: Durmiente: Concreto (C), Madera (M); Juntas: Soldadura Continua (SC), Emplanchuelada (EMP), Soldadura en Tramos (STR); Riel: Railroad Engineering (RE), American Railroad Association (ARA), Asociación Americana de Ingeniería Civil (ASCE).

De la tabla anterior se observa que los tramos que tienen riel menor a 100 lb/yd bajo el sistema de vía clásica corresponden a los tramos de menor capacidad del inciso anterior. Esto significa que dichos tramos deberán ser rehabilitados para aumentar la eficiencia y la capacidad de carga de la vía.

### C.3. Descripción de los corredores del FPN.

A continuación se presenta en una tabla la descripción de los corredores principales que integran al FPN:

CORREDOR	DESCRIPCION
Irapuato-Cd. Juárez, Divisiones Centro, Torreón y Subdivisión Chihuahua	El 34 % del tramo Irapuato-Cd Juárez cuenta con riel de 115 lb/yd, sección RE, es de fabricación Canadiense, Francesa y Americana, y los años de laminación predominantes del riel varían entre 1975 y 1993; el 63 % del riel presenta calibre de 100 lb/yd, sección RE y ARA-A, es de fabricación Canadiense y Americana y el año de laminación es entre 1960 y 1974, y el 3 % restante está constituido por riel de 112.3 lb/yd sección RE americano, con fecha de laminación predominante de 1952.
Tampico-Gómez Palacio, Divisiones Golfo y Torreón	El 67 % del riel entre Tampico y Gómez Palacio tiene un calibre de riel de 115 lb/yd, sección RE, fabricación Canadiense y laminación predominante de 1979-1985; el 33% restante tiene 112.3 lb/yd, sección RE, fabricación Americana y laminación entre 1957 y 1981.
Piedras Negras-Ramos Arizpe, División Monclova	El 47 % del riel tiene calibre 115 lb/yd, sección RE, fabricación Canadiense y laminación predominante de 1984-1989; el 51 % restante tiene calibre 100 lb/yd, sección ARA-A, fabricación Canadiense y laminación entre 1962 y 1974; el último 2% cuenta con 112.3 lb/yd de calibre, americano, sección RE y laminación predominante entre 1952-1960.
Huehuetoca-Manzanillo, Divisiones Irapuato y Guadalajara	El 9.4 % tiene calibre de riel de 136 lb/yd, sección RE, fabricación Americana y laminación predominante de 1990; el 88.7 % restante cuenta con calibre 115 lb/yd, sección RE, fabricación Americana y laminación predominante entre 1972 y 1984; el 1.9 % restante tiene 112.3 lb/yd de calibre, sección RE de fabricación Americana y laminación de 1938-1960.
Guadalajara-Nogales, Divisiones Sinaloa y Sonora	El 57 % tiene 115 lb/yd de calibre de riel, sección RE, fabricación Canadiense y laminación pred. entre 1981 y 1994; el 39.5 % tiene 100 lb/yd, sección ARA-A, de fabricación Canadiense y laminación entre 1957 y 1969 y el 3.5 % restante cuenta con 112.3 lb/yd, sección RE de fabricación Americana, laminado en 1953.
Mexicali-Benjamin Hill, División Baja California	El 100 % de este tramo tiene calibre 100 lb/yd, sección ARA-A, de fabricación Canadiense y los años de laminación predominantes varían entre 1970-1981.

TABLA IV.C-3 DESCRIPCION DE LOS CORREDORES DEL FPN.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.



**C.4. Límites del FPN.**

La tabla siguiente muestra los límites territoriales del FPN:

No	LUGAR	UBICACION	FERROCARRIL CONECTANTE
1	Huchuetoca	B 49 +000	FTVM
2	Celaya	NB 68+383 y NB 68+692	FNE
3	Celaya (Crucero)	A 289+513 = NB 68+715	FNE
4	Hércules	Juárez 240+816= B 265+015	FNE
5	La Griega	Morelos 227+438=B 251+535	FNE
6	Lobos	F 43+770=MF 17+755	FNE
7	Mariscala	B 285+922=A 263+922	FNE
8	Topo Grande (Crucero)	BF 35+876 = M 535+841	FNE
9	Monterrey	M 500+000 y M 528+000	FNE
10	Ramos Arizpe	B 929+007 = R 424+650	FNE
11	San Nicolás	AL 11+245 = B 213+000 y AL 10+450 = B 213+850	FNE
12	Tampico	M 4+128 = L 672+419	FNE
13	Viborillas	BC 8+756	FNE
14	Viborillas (Crucero)	BC 8+054 = B 246+674	FNE
15	Chicolate	L 14+320 = A 599+320 A 599+783 = L 14+783	FNE
16	Ajuno	IN 134+800	FNE
17	Chihuahua	A 1608+052	Línea Corta Ojinaga Topolobampo
18	Tabaloapa (Crucero)	A 1607+649 = Q 261+631	Línea Corta Ojinaga Topolobampo
19	Sufragio	T 741+650 = Q 881+950	Línea Corta Ojinaga Topolobampo
20	Sabinas	RB 3+000	FFCC Coahuila-Durango
21	Cd. Frontera	RD 3+250	FFCC Coahuila-Durango
22	Escalón	RD 337+350	FFCC Coahuila-Durango
23	Barroterán	RC 3+000	FFCC Coahuila-Durango
24	Felipe Pescador	DC 264+579	FFCC Coahuila-Durango
25	Torreón	DA 251+000	FFCC Coahuila-Durango
26	Teocalco	B 83+035 = AB 8+950 y B 83+252 = AB 8+950	FFCC de Hidalgo
27	Nogales	TA 0+500	FFCC de Nacozari
28	Nogales	T 0+000	Union Pacific-Southern Pacific
29	Allende	RA 3+377	Línea Corta Allende-Cd. Acuña (*)
30	Cadena	AK 0+300	Línea Corta Cadena-Dinamita (*)
31	Calles	MA 1+000	Línea Corta Calles-Tamuin (*)
32	Jiménez	P 2+500	Línea Corta Jiménez y Parral (*)
33	Emp. Orendain	TL 1+000	Línea Corta Orendain-Ameca (*)
34	Ocotlán	IC 0+700	Línea Corta Ocotlán-Atotonilco (*)
35	Salamanca	AC 0+800	Línea Corta Salamanca- J. del Progreso (*)
36	Yurécuaro	IB 0+800	Línea Corta Yurécuaro-Los Reyes (*)
37	Cd. Juárez	A 1974+300	Union Pacific/Southern Pacific
38	Cd. Juárez	A 1974+406	Burlington Northern/ Santa Fe
39	Piedras Negras	R 0+000	Union Pacific/ Southern Pacific
40	Mexicali	UA 0+000	Union Pacific/ Southern Pacific

TABLA IV.C-4 LÍMITES TERRITORIALES DEL FPN.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

(\*) LINEAS CORTAS OPTATIVAS PARA EL FPN.

NOTA: TERMINAL FERROVIARIA DEL VALLE DE MEXICO (FTVM), FERROCARRIL DEL NORESTE (FNE), FERROCARRIL DEL (SE).

## D. CONDICION ACTUAL DEL EQUIPO DISPONIBLE.



### D.1. Fuerza Motriz.

#### D.1.1. Descripción del equipo tractivo.

Como se vió en el inciso A (Infraestructura, Instalaciones y Equipo de la Línea Ferroviaria Pacífico-Norte), el FPN cuenta con una flota de 405 locomotoras. Sin embargo falta describir de una forma mas precisa como es que se constituye todo el equipo motriz de la red. A continuación, en forma de tabla, se describen los modelos, antigüedad, cantidad, marca, potencia y el organismo que proporciona el mantenimiento a dichas unidades.

SERIE	AÑO DE ADQUISICION	EDAD	CANT	MARCA	MODELO	POTENCIA (HP)	MANTENEDOR
NM 428-432	1979	18	3	GE	C-36-7	3000 (*)	FPN
NM 434-454	1981	16	12	GE	C-30-7	3000	FPN
NM 457-463	1986	11	7	GE	C-30-7	3000	FPN
NM 501	1959	38	1	ALCO	RSD-12	1800	FPN
NM 524-534	1975	22	3	MLW	M-420-TR	1800 (*)	FPN
NM 540-542	1976	21	2	GE	U-23-B	1800 (*)	FPN
NM 561	1981	16	1	MLW	M-424	1800 (*)	FPN
NM 563	1980	17	1	MLW	M-425	1800 (*)	FPN
NM 564-574	1981	16	7	MLW	M-424	1800 (*)	FPN
NM 707 (**)	1992	5	1	ALCO	C-630	1800 (*)	FPN
NM 724	1991	6	1	ALCO	C-630	1800 (*)	FPN
NM 907-908	1980	17	2	EMD	GP-38-2	2000	GIMCO
NM 1019	1975	22	1	EMD	GP-40-2	3000	GIMCO
NM 1026-1036	1981	16	3	EMD	GP-40-2	3000	GIMCO
NM 2110	1976	21	1	EMD	GP-40-2	3000	GIMCO
NM 2309-2310	1979	18	2	EMD	GP-40-2	3000	GIMCO
NM 2311	1981	16	1	EMD	GP-40-2	3000	GIMCO.
NM 5809-5823	1956	41	3	EMD	G-12	1310	GIMCO
NM 5842	1960	37	1	EMD	G-12	1310	GIMCO
NM 5875	1963	34	1	EMD	G-12	1310	GIMCO
NM 6700-6745	1979	18	6	GE	C-30-7	3000	FPN
NM 6749	1980	17	1	GE	C-30-7	3000	FPN
NM 6752-6754	1979	18	2	GE	C-30-7	3000	FPN
NM 6757-6758	1991	6	2	GE	C-30-7	3000	FPN
NM 6765	1979	18	1	GE	C-30-7	3000	FPN
NM 6769-6792	1980	17	15	GE	C-30-7	3000	FPN
NM 7219	1963	34	1	ALCO	RS-11	1800	FPN
NM 8208-8221	1964	33	7	EMD	GP-38-2	2000	GIMCO
NM 8230-8254	1965	32	16	EMD	GP-38-2	2000	GIMCO

SERIE	AÑO DE ADQUISICIÓN	EDAD	CANT	MARCA	MODELO	POTENCIA (HP)	MANTENIDOR
NM 8255-8256	1971	26	2	EMD	GP-38-2	2000	GIMCO
NM 8409	1967	30	1	EMD	GP-40	3000	GIMCO
NM 8700-8703	1972	25	4	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 8704	1972	25	1	EMD	SD-40-2	3000	MK-GAIN
NM 8706-8715	1972	25	5	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 8716-8728	1973	24	10	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 8730	1973	24	1	EMD	SD-40-2	3000	MK-GAIN
NM 8731-8735	1973	24	5	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 8736	1973	24	1	EMD	SD-40-2	3000	MK-GAIN
NM 8738-8739	1973	24	2	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 8742	1973	24	1	EMD	SD-40-2	3000	MK-GAIN
NM 8743	1973	24	1	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 8744	1974	23	1	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 8745-8755	1973	24	8	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 8756-8766	1975	22	10	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 8768	1980	17	1	EMD	SD-40-2	3000	MK-GAIN
NM 8769-8780	1980	17	10	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 8781	1980	17	1	EMD	SD-40-2	3000	MK-GAIN
NM 8783-8790	1980	17	7	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 8791-8792	1980	17	2	EMD	SD-40-2	3000	MK-GAIN
NM 8793-8798	1980	17	4	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 8800-8802	1973	24	3	EMD	SW-1504	1500	GIMCO
NM 8803	1973	24	1	EMD	SW-1504	1500	MK-GAIN
NM 8804-8818	1973	24	14	EMD	SW-1504	1500	GIMCO
NM 9003	1974	23	1	GE	U-18-B	1800	FPN
NM 9172	1981	16	1	GE	B-23-7	2250	FPN
NM 9221-9231	1975	22	8	EMD	GP-39-2	2250	MK-GAIN
NM 9273-9298	1975	22	6	EMD	GP-38-2	2000	GIMCO
NM 9299	1976	21	1	EMD	GP-38-2	2000	GIMCO
NM 10028	1981	16	1	GE	B-23-7	2250	FPN
NM 11001-11057	1982	15	20	GE	C-30-7	3000	FPN
NM 11069-11126	1984	13	20	GE	C-30-7	3000	FPN
NM 11130	1986	11	1	GE	C-30-7	3000	FPN
NM 11158	1988	9	1	GE	C-30-7	3000	FPN
NM 13043-13074	1988	9	28	EMD	SD-40-2	3000	MK-GAIN
NM 13075-13076	1989	8	2	EMD	SD-40-2	3000	MK-GAIN
NM 13077-13083	1991	6	7	EMD	SD-40-2	3000	MK-GAIN
NM 13084-13088	1992	5	5	EMD	SD-40-2	3000	MK-GAIN
NM 13089-13103	1992	5	15	EMD	SD-40-2	3000	GIMCO
NM 14000-14001	1989	8	2	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 14002-14024	1990	7	21	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 14025	1991	6	1	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 14026	1990	7	1	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 14027-14028	1991	6	2	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 14029-14031	1990	7	3	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 14032-14050	1991	6	19	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 14075-14076	1992	5	2	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 14077-14083	1993	4	7	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 14084-14086	1992	5	3	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 14087	1993	4	1	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 14088	1992	5	1	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 14089-14091	1993	4	3	GE	C-30-SUPER-7	3000	FPN
NM 15013-15033	1994	3	21	GE	SUPER-7-MP	3000	FPN
TOTAL			405				

TABLA IV.D-1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO MOTRIZ DEL FPN.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

(\*) LOCOMOTORAS REDUCIDAS DE POTENCIA POR FALTA DE MATERIALES. (\*\*) LOCOMOTORAS PUESTAS EN SERVICIO EN ESTE FERROCARRIL EN LA FECHA INDICADA, DESCONOCIENDO SU EDAD REAL.

**D.1.2. Distribución de locomotoras por tipo de servicio.**

Según el tipo de servicio que brindan las locomotoras en el FPN, éstas se pueden dividir de la siguiente forma de acuerdo a la División a la que pertenecen:

DIVISION	PASAJEROS	CARGA	MIXTO	AYUDADORAS	PATIOS	TODO SERVICIO	TOTAL
Trenes de Carga de Gran Itinerario	0	62	0	0	0	0	62
Trenes de Pasajeros de Gran Itinerario	20	0	0	0	0	0	20
Baja California	4	4	0	0	5	0	13
Centro	0	6	0	8	4	2	20
Chihuahua	0	11	0	0	2	2	15
Golfo	2	6	0	3	0	0	11
Guadalajara	2	30	0	11	14	11	68
Irapuato	0	14	0	2	3	7	26
Monclova	2	30	0	3	4	6	45
Sinaloa	0	33	0	3	9	6	51
Sonora	0	15	0	2	16	4	37
Torreón	0	6	0	2	9	20	37
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>217</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>66</b>	<b>58</b>	<b>405</b>

TABLA IV.D-2 DISTRIBUCION DE LOCOMOTORAS POR TIPO DE SERVICIO.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

**D.2. Equipo de arrastre.**

En el subcapítulo primero de este capítulo (inciso A) se mencionó que el equipo de arrastre con que cuenta el FPN; está formado por 10,819 carros de carga disponibles para el uso de clientes del Ferrocarril, y la mayoría de estos carros son construídos por "Constructora Nacional de Carros de Ferrocarril". A continuación se describe el equipo de arrastre del FPN:

**D.2.1. Descripción de carros de servicio comercial por tipo y periodo de construcción.**

TIPO DE CARRO	SIN REGISTRO	ANTERIOR A 1950	PERIODO DE CONSTRUCCION					TOTAL
			1950-1960	1961-1969	1970-1979	1980-1989	1990 EN ADELANTE	
Tolvas	39	0	0	0	34	916	0	989
Góndolas	4	0	0	77	3,104	1,932	49	5,166
Furgones	47	0	203	160	3,203	321	0	3,934
Tanques	87	0	0	0	62	6	0	155
Plataformas Standard	23	0	0	80	85	133	0	321
Plataformas Piggy Back	100	12	3	55	24	60	0	254
<b>TOTAL</b>	<b>300</b>	<b>12</b>	<b>206</b>	<b>372</b>	<b>6,512</b>	<b>3,368</b>	<b>49</b>	<b>10,819</b>

TABLA IV.D-3 DISTRIBUCION DE LOCOMOTORAS POR TIPO DE SERVICIO.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

De la tabla anterior se observa que más del 31.6 % de los no superan los 16 años de vida, lo que permite decir que la flota de arrastre tiene un vida útil razonable y que se le puede sacar todavía provecho a este grupo de unidades.

En la década de los noventas solo se han adquirido 49 unidades. Sin embargo, aunque esta cifra es baja, se ha podido brindar atención a nuevos mercados porque se logró internar equipo extranjero de los tráficos internacionales y a la renta o adquisición de equipo de arrastre por parte de usuarios que requieren de unidades especiales que cumplan con sus exigencias. Para estimular lo anterior el FPN ha proporcionado tarifas especiales.

En relación de la disponibilidad del equipo de arrastre, se han implantado programas para reconstruir unidades de arrastre "mal orden". Dichos programas se han logrado gracias a la participación del FPN en coordinación con los Ferrocarriles del Noreste, Terminal del Valle de México y del Sureste, reintegrando al servicio habitual a más 1,200 unidades durante los meses de Octubre de 1996 y Enero de 1997.

Ahora, para el uso de la misma compañía (FPN) se poseen 1,772 unidades, las cuales se utilizan para transportar insumos que la misma empresa requiere para su operación, mantenimiento de infraestructura y reparación de equipo. A continuación se presenta en la tabla la distribución de carros para uso exclusivo del FPN:

TIPO DE CARRO	SERVICIO DE COMPAÑÍA
Tolvas	471
Furgones	515
Góndolas	48
Carros campamento	543
Plataformas	47
Coches de capacitación	26
Tanques	122
TOTAL	1,772

TABLA IV.D-4 DISTRIBUCION DE CARROS PARA USO PROPIO DEL FPN.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

Adicionalmente se tienen 198 cabuses necesarios para la conformación de trenes de acuerdo al reglamento vigente.

### D.3. Maquinaria de vía.

La maquinaria de vía se utiliza para mantener en condiciones de diseño las estructuras dentro del derecho de vía y así poder asegurar una operación eficiente y segura. En el subcapítulo "A" (inciso A.3.3.) de este capítulo se describió brevemente la maquinaria de vía con que cuenta el FPN, a continuación se profundiza más en el inventario del equipo existente:

MAQUINA	MARCA	MARCA DE MOTOR	NUMERO DE UNIDADES	AÑO	POTENCIA PROMEDIO (HP)
<i>Grupo de Nivelación</i>					
Multicalzadora Plasser MNA	Plasser	Deutz	5	1986	295
Multicalzadora Matisa MNA	Matisa	Detroit Diesel 6v71	2	1980	318
Multicalzadora Matisa MNA	Matisa	Detroit Diesel 6v71	2	1972-85	318
Multicalzadora Matisa MN	Matisa	Detroit Diesel 6v71	2	1968-74	318
Multicalzadora Jackson MNA	Jackson	Detroit Diesel 471	1	1986	155
Multicalzadora Tamper MNA	Tamper	Detroit Diesel 471	4	1979-81-84-88	155
Multicalzadora Tamper MN	Tamper	Detroit Diesel 471	2	1977-79	155
Alineadora de Vía Plasser AV	Plasser	Deutz	3	1987	185
Reguladora de Balasto Kershaw	Kershaw	Detroit Diesel 453	2	1986	155
Reguladora de Balasto Kershaw	Kershaw	Detroit Diesel 453	5	1992	155
Reguladora de Balasto Plasser	Plasser	Deutz	1	1984	150
Reguladora de Balasto Tamper	Tamper	Detroit Diesel 471	2	1980-81	155
Reguladora de Balasto Feresa	Feresa	Perkins FTV	3	1984	120
Reguladora de Balasto Feresa	Feresa	Perkins FTV	2	1986-87	120
Estabilizador Dinámico Plasser ED	Plasser	Deutz	1	1995	295
<i>Grúas de auxilio.</i>					
Grúa de rescate Orton NM	Orton	Cummins	5	1950	310
	Orton	Cummins	2	1968-76	310

MAQUINA	MARCA	MARCA DE MOTOR	NUMERO DE UNIDADES	AÑO	POTENCIA PROMEDIO (HP)
Grúa de rescate American NM	American Hoist	Detroit Diesel	1	1986	318
Grúa de rescate Pettibone NM	Pettibone	Detroit Diesel	2	1975-79	318
<i>Grúas de vía</i>					
Grúa Burro GB	Burro	Detroit Diesel 471	1	1974	155
Grúa Burro GB	Burro	Detroit Diesel 471	4	1980	155
Grúa Little Giant GV-RP	Little Giant	Detroit Diesel 471	4	1980	155
Soldadoras Holland					
Soldadora de Riel FWX	Holland	Detroit Diesel 12v71	2	1985	460
<i>Grúas de Puentes</i>					
Grúa Piloteadora Orton GP	Orton	Detroit Diesel 8v71	2	1957-60	318
Grúa Piloteadora Orton GP	Orton	Detroit Diesel 8v71	2	1977	318
Grúa Piloteadora Diesel Ohio GPD	Ohio	Cummins	2	1965	310
Máquina Piloteadora Diesel	Orton	Detroit Diesel	2	1979	318
<i>Maquinaria de Terracería</i>					
Tractor Bulldozer TB-D9H	Caterpillar	Caterpillar	2	1980	410
Tractor Bulldozer TB-41	Komatsu	Komatsu	1	1990	155
Tractor Bulldozer TB-D7G	Caterpillar	Caterpillar	2	1972-80	155
Tractor Bulldozer TB-D7F	Caterpillar	Caterpillar	1	1974	155
Tractor Bulldozer TB-D5B	Caterpillar	Caterpillar	1	1982	155
Tractor Bulldozer TB-D5	Caterpillar	Caterpillar	2	1971	105
Trascavo TR-963	Caterpillar	Caterpillar	3	1981-82	150
Trascavo TR-966c	Caterpillar	Caterpillar	1	1980	150
Trascavo TR-951c	Caterpillar	Caterpillar	1	1981	95
Trascavo TR-930	Caterpillar	Caterpillar	2	1981	95
Trascavo Komatsu TR	Komatsu	Komatsu	1	1990	115
Conformadora Jordan CJ	Jordan CJ	Detroit Diesel	3	1953-57-94	120
Pala Draga de Oruga DO	Link-Belt	Detroit Diesel	1	1985	155
Retroexcavadora	Ford	Ford	1		210
<i>Camiones (FORD)</i>					
Hy-Rail HR	Fairmont	Cummins	2	1990	220
Hy-Rail HR	Fairmont	Cummins	5	1991	220
Hy-Rail HR	Fairmont	Cummins	3	1992	220
Hy-Rail HR	Fairmont	Cummins	19	1994	220
Hy-Rail HR	Fairmont	Cummins	1	1995	220
<b>TOTAL</b>			<b>118</b>		

TABLA IV.D-5 MAQUINARIA DE VIA DEL FPN.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

### D.3.1. Planta Soldadora de Riel.

El FPN cuenta con una Planta Soldadora de Riel (ver inciso A.3.3 de este capítulo) localizada en Cd. Frontera, dentro de la división Monclova. Como se dijo, esta planta es electrónica y se utiliza para soldar rieles cuyos calibres varían entre las 90 lb/yd hasta 136 lb/yd. Es de marca National Cylinder Gas ("NCG") con sistema Schlatter y sistema electrónico de la compañía Serrante-Sciaky. Esta planta necesita para el suministro de energía un transformador de 400 kVA y 6 ignitrones. Además cuenta con equipos de empujador (hidráulicos y neumático) para completar el proceso de unión de rieles.

Esta planta data desde 1970 (año en que fue puesta en operación) y su capacidad de producción es de 225 soldaduras por día.

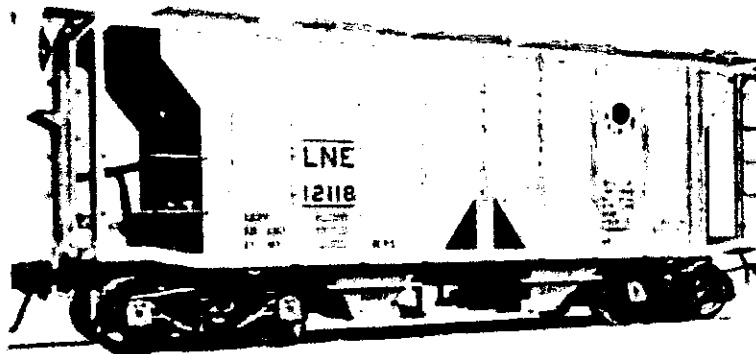
### D.3.2. Autoarmones.

El FPN tiene a su disposición 352 autoarmones para efectuar distintas operaciones de mantenimiento e inspección de vía. A continuación en el cuadro siguiente se describe dicho equipo:

TIPO	NUMERO DE AUTOARMONES
Remolque	191
Sección	100
Inspección	50
Sin Identidad	11
<b>TOTAL</b>	<b>352</b>

TABLA IV.D-6 AUTOARMONES DEL FPN.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

Estos autoarmones son de distintas marcas entre las que destacan: Datsun, Wisconsin, Chevrolet, Ford, Feresa y Fairmont, entre otras.



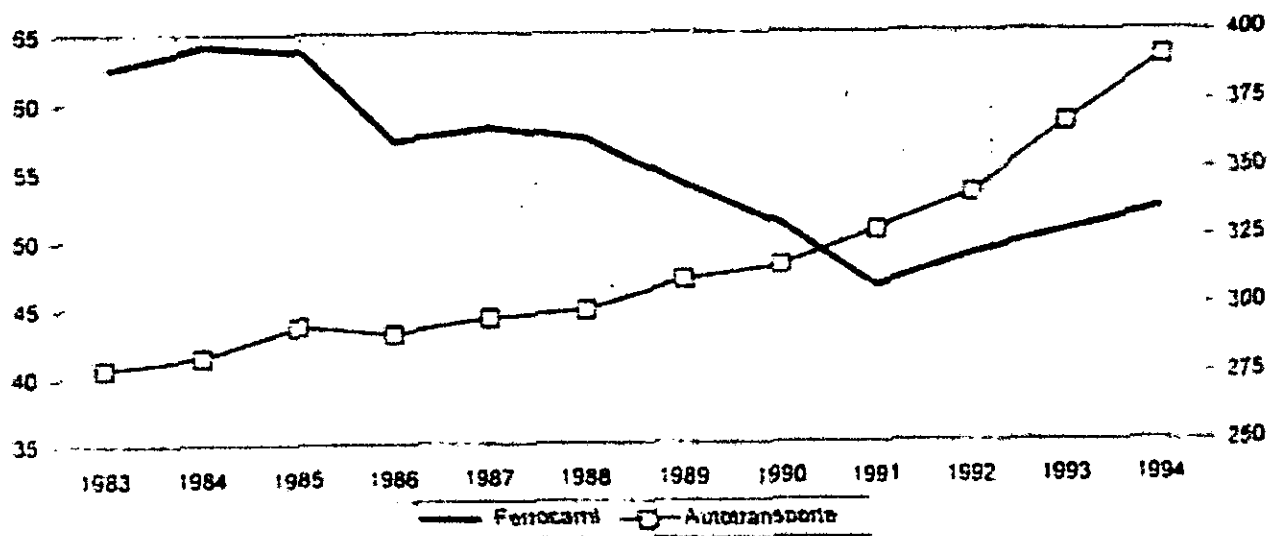
**CARRO HOPPER CUBIERTO**

### E. CARGA MANEJADA ACTUALMENTE.

La meta principal del Programa de Reestructuración del Sistema Ferroviario Mexicano es promover el desarrollo de un sistema ferroviario seguro, competitivo y eficiente. Como se alcanza a apreciar en el capítulo II, inciso B (Historial Operativo de FNM) de este trabajo, la participación de los ferrocarriles mexicanos en el transporte fue debilitando sus niveles de servicio y confiabilidad, lo que se reflejó directamente en los volúmenes de carga transportada. FNM no fue capaz de seguir compitiendo con el autotransporte (que se vió enormemente beneficiado con la desregulación e incremento de su infraestructura a finales de los ochenta y principios de los noventa), y esto dió como resultado una disminución substancial de su mercado. La participación en el mercado de transporte de carga terrestre en 1994 en ton-km del ferrocarril en México fue aproximadamente 20% en comparación con 39% en los Estados Unidos.

#### **Volúmenes de Carga de los Sistemas Ferroviario y Carretero 1983-1994**

(Millones de Toneladas)



Sin embargo, dadas las circunstancias anteriores, el FPN opina que el mercado perdido en las dos últimas décadas, será posible recuperarlo gracias a una nueva estrategia administrativa, comercial, financiera y operativa integrada. Al operar como parte del sector privado, la Empresa tendrá la flexibilidad suficiente para utilizar recursos generados por sus operaciones en inversiones que brindarán un servicio más eficiente y sobre todo confiable para sus clientes.



### E.1. Volúmenes de carga en sectores específicos.

Se han detectado algunos sectores que constituyen áreas substanciales de potencial de crecimiento para la Empresa:

CATEGORIA	PARTICIPACION EN EL FPN	OBSERVACIONES
<i>Agricultura</i>	Durante 1995, el FPN transportó 5,381 millones de ton-Km de granos (35 % del total de ton-Km transportadas por este ferrocarril) pero que en los primeros nueve meses de 1996 cayó 17.8 % con respecto al mismo periodo de 1995.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una parte importante de este volumen transportado lo forman los tráficos domésticos, pero ultimamente los tráficos de importación y exportación representan una porción creciente de volumen de carga.</li> <li>• Los grandes flujos de productos agrícolas transportados por el FPN son de la zona productora de Sinaloa y Sonora, hacia Guadalajara y Ciudad de México, así como los flujos de importación a Guadalajara y Torreón (provenientes de la frontera con E.U. y del Puerto de Manzanillo).</li> <li>• Existe otro mercado importante por atender en las regiones productoras del Estado de Jalisco y El Bajío, que normalmente usan autotransporte.</li> <li>• Existe enorme potencial para aumentar los tráficos de importación realizados por puerto, en los cuales la participación del FPN ha sido limitada debido a la falta de equipo adecuado para almacenar, cargar, descargar y subir el flete de los puertos de Altamira y Manzanillo al altiplano.</li> <li>• La empresa de productos agrícolas que actualmente utiliza más el ferrocarril para el transporte de sus mercancías es la CONASUPO (Compañía Nacional de Subsistencia Populares), que es un comercializador paraestatal de granos con almacenes y centros de distribución en todo México.</li> </ul>
<i>Fertilizantes</i>	En 1995, se movieron 517 millones de ton-Km por el FPN (3.4 % del total de ton-Km movilizadas por este ferrocarril) y que en los primeros nueve meses de 1996 creció 62.6 % con respecto al mismo periodo de 1995.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El tráfico de estos productos se concentra principalmente en el movimiento de insumos para la fabricación de fertilizantes, como el azufre, el sulfato de amonio y la roca fosfórica entre el puerto de Manzanillo y las plantas de Querétaro y Guadalajara, y de productos terminados entre estas plantas y la zona agrícola del noroeste del país. También existen flujos de importación por Cd. Juárez y Manzanillo hacia Guadalajara.</li> <li>• El remitente y receptor de insumos más grande para su fabricación es "AGROGEN", localizado en Querétaro, el cual maneja actualmente cerca de 400 mil toneladas anuales.</li> </ul>
<i>Minerales y Productos Inorgánicos</i>	En 1995 se transportaron 3,283 millones de ton-Km (21.6 % del total de ton-Km ) y entre los primeros nueve meses de 1996 y el mismo periodo de 1995 hubo un aumento del 15.5 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se transportaron principalmente mineral de hierro y carbón mineral.</li> <li>• La mayor parte del mineral de hierro se produce en Colima, dentro de la jurisdicción geográfica del FPN con destino a las siderúrgicas de Monterrey, Cd. Frontera y Puebla. Entre la principales empresas que manejan este producto están: Altos Hornos de México, Hylsa.</li> <li>• El carbón mineral es un producto significativo (genera el 2% del tráfico total). Se ha comenzado a transportar carbón de importación de Piedras Negras a la planta de generación de energía eléctrica de la CFE (Comisión Federal de Electricidad), en Navas Coahuila.</li> <li>• Otros productos minerales importantes son el zinc y el plomo, que se transportan principalmente de Torreón a Tampico para su exportación. Las entidades de Zacatecas, Chihuahua y Guanajuato han sido tradicionalmente productoras y exportadoras de minerales, especialmente plomo y zinc.</li> </ul>

CATEGORIA	PARTICIPACION EN EL FPN	OBSERVACIONES
<i>Cemento</i>	Durante 1995 el FPN movilizó 1,627 millones de ton-Km (8.9% del total de la ton-Km movidas en 1995) y entre los primeros nueve meses de 1996 y el mismo período de 1996 aumentó el 31.5 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre los principales clientes de la línea se encuentran Cementos Mexicanos (segundo cliente en importancia medida en toneladas netas), Cementos Apasco (ha aumentado el número de ton netas transportadas en 57 % en 1996 debido a su nuevo tráfico de exportación a Manzanillo).</li> <li>Un considerable número de cementeras se encuentran en la zona de influencia del FPN, como son las de Campana en Hermosillo y Samalayuca. Además varias plantas tradicionales del estado de Hidalgo, se encuentran ubicadas en la antigua vía sencilla México-Querétaro (parte del FPN).</li> </ul>
<i>Hierro y Acero</i>	456 millones de ton-Km de productos siderúrgicos se movieron a través del FPN (3% del tráfico total).	<ul style="list-style-type: none"> <li>En particular el transporte de chatarra es importante entre Piedras Negras y Tampico hasta Monterrey.</li> <li>En lámina de acero se destacan los volúmenes de carga transportados de Cd. Frontera a Monterrey y las importaciones de Tampico a Monterrey.</li> <li>En menor proporción se transportan productos de acero de Cd. Frontera a Lázaro Cárdenas y de Monterrey a Piedras Negras en tráfico de exportación.</li> <li>El FPN ha detectado algunas compañías siderúrgicas como HYLSA y AHMSA que están incrementando la capacidad de sus instalaciones.</li> </ul>
<i>Intermodal</i>	A la fecha el transporte de contenedores se realiza principalmente en tráfico de importación por fronteras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>La empresa provee servicios a navieras mexicanas, estadounidenses, japonesas y de otros países.</li> <li>Tiene acceso a dos los cuatro principales puertos con infraestructura de carga y descarga de contenedores: Tampico/Altamira y Manzanillo. Asimismo tiene acceso a terminales intermodales en Guadalajara, Manzanillo, Torreón y Hermosillo.</li> <li>El movimiento ferroviario de contenedores con origen en puertos es muy reducido y en el mercado doméstico el transporte de contenedores es actualmente inexistente.</li> <li>Están operando a la fecha en esta modalidad, importantes empresas como: Sea Land, APL, Trafimar, Transportación Marítima Mexicana (TMM) y Maersk que recientemente ha iniciado sus movimientos.</li> </ul>
<i>Tráfico fronterizo</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>El FPN cuenta con cuatro fronteras estratégicamente ubicadas, que le permite explotar un considerable potencial de tráfico de exportación e importación de bienes a cualquier lugar de los Estados Unidos y Canadá. En especial, este potencial resulta significativo en el tráfico de y hacia el Oeste de los dos países, al cual el FPN goza de acceso exclusivo a través de los cruces de Mexicali, Nogales y Cd. Juárez.</li> <li>El paso fronterizo de Piedras Negras constituye un acceso importante hacia el mercado del Este de los Estados Unidos a través del derecho de paso obligatorio entre Ramos Arizpe y Ahorcado, con el paso de Nuevo Laredo, perteneciente al FNE.</li> </ul>
<i>Productos industriales</i>	Representa un poco menos de la quinta parte de las ton-Km transportadas por el FPN en 1995. En los primeros nueve meses de 1996 creció un 22.7% en comparación con el mismo período de 1995.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destaca el movimiento de productos tales como: bebidas, papel, vidrio, bienes de consumo, productos químicos y productos petroquímicos, entre otros.</li> <li>En particular la cerveza ha mostrado en los últimos años un gran dinamismo con su movimiento por ferrocarril en los tramos Tuxtepec-Piedras Negras, México-Piedras Negras y Guadalajara-Mexicali.</li> <li>En el caso de los productos químicos, un tráfico importante es el de espato flúor que se transporta de Múzquiz a Matamoros para su exportación.</li> <li>El papel y el desperdicio de papel, representa el 3% del tráfico total del FPN. Los movimientos mas importantes se generan en la planta de Centauro, cerca de Durango y el flete de importación de desperdicio de papel por Piedras Negras, a las plantas de PRONAPADE, cerca de San Luis Potosí y la de San Juan del Río.</li> </ul>
<i>Automotriz</i>	La empresa transportó 281 millones de ton-Km y en los primeros nueve meses de 1996 el volumen aumentó 12.2% con respecto al mismo período de 1995.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Este es el servicio de transporte mas especializado que presta FPN, corresponde a la clase tarifaria más elevada y es uno de los sectores de mayor dinamismo para el ferrocarril. En esta industria se genera un importante tráfico de importación y exportación.</li> <li>Esta industria genera un tráfico de importación y exportación. En México operan empresas automotrices estadounidenses, alemanas y japonesas que han establecido plantas de armado y fabricación para surtir los mercados nacionales e internacionales.</li> <li>Actualmente el FPN sirve principalmente a las plantas de Ford, en Hermosillo a través de Nogales; y General Motors en Ramos Arizpe a través de Piedras Negras, tanto en flete de importación de partes, como exportación de vehículos armados. En menor proporción se atiende a planta de Nissan en Aguascalientes, General Motors en Silao, Volkswagen en Puebla y de Chrysler en Encantada (este último a través de un derecho de paso).</li> </ul>

TABLA IV.E-1 VOLUMENES DE CARGA EN SECTORES ESPECIFICOS.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

## E.2. Tráfico Internacional.

Como se ha visto anteriormente (inciso B.2, subcapítulo B, capítulo II) el tráfico internacional representó en el año de 1995 el 37% de las toneladas y el 31% de las ton-Km totales movilizadas por la Empresa. Esto refleja la importancia que para el FPN tiene el tráfico internacional y el potencial que este tipo de transporte tiene para su futuro desempeño.

### E.2.1. Tráfico por Cruces Fronterizos Terrestres.

El FPN es la línea que cuenta con mas puntos fronterizos con los Estados Unidos en el Sistema Ferroviario Mexicano que son: Mexicali, Nogales, Cd. Juárez y Piedras Negras. Según estimaciones hechas por el FPN durante 1996, este tipo de tráfico se incrementó 33% en relación a lo observado en 1995. El punto fronterizo que más sobresalió en este aumento fue Piedras Negras (que pasó de 2.0 millones de toneladas intercambiadas a 3.2 millones) con un 57% más que el año anterior (1995). A continuación se describen los pasos fronterizos del FPN:

CRUCE FRONTERIZO	OBSERVACIONES
Mexicali, Baja California	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El intercambio lo realiza con los ferrocarriles estadounidenses Union Pacific (UP) y Southern Pacific (SP). La carga consta principalmente en cerveza, gas L.P., chatarra y producto terminado de acero.</li> <li>• En 1996 se intercambiaron 454 mil toneladas, la mayoría de éstas fueron tráfico de exportación.</li> </ul>
Nogales, Sonora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Este paso fronterizo concentra más de un tercio del total de importaciones y exportaciones agrícolas de la empresa. El intercambio se realiza con los ferrocarriles SP y UP. La carga consiste principalmente en: semillas oleaginosas, soya, automóviles y autopartes, cemento, entre otros.</li> <li>• En 1996 se intercambiaron mercancías por alrededor de 1.1 millones de toneladas, la mayoría de tráfico de exportación.</li> </ul>
Cd. Juárez, Chihuahua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El intercambio se realiza con los ferrocarriles UP, SP y Burlington Northern/Santa Fe (BN/SF). La carga consiste primordialmente de granos básicos, maíz, contenedores, productos químicos, desperdicio de papel, cemento y toda clase de flete en contenedores.</li> <li>• En 1996 se intercambiaron mercancías por alrededor de 1.7 millones de toneladas, de las cuales la mayoría fue tráfico de importación.</li> </ul>
Piedras Negras, Coahuila	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El intercambio se efectúa entre los ferrocarriles UP/SP y BN/SF. La carga intercambiada consta principalmente de autopartes, material de ensamble de automóviles, carbón mineral, cerveza, papel, desperdicio de papel, granules y chatarra, entre otros.</li> <li>• Durante 1996 esta frontera intercambió alrededor de 3.2 millones de toneladas en mercancía, la mayor parte de importación.</li> </ul>

TABLA IV.E-2 TRAFICO POR CRUCES FRONTERIZOS DEL FPN.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

Con el fin de agilizar las operaciones y facilitar los intercambios en las fronteras, el FPN se ha organizado con los ferrocarriles con los que conecta para lograr los siguientes acuerdos:

1. Se fijaron horarios para los movimientos de intercambio en cada uno de los puntos fronterizos con el fin de aprovechar mejor el tiempo e intercambiar un mayor número de unidades.
2. Se loteará a las unidades al efectuar el intercambio de acuerdo con el destino final de la carga para evitar demoras.
3. Balancear el flete de intercambio de la frontera de Piedras Negras y Cd. Juárez de tal forma que el equipo vacío de flete automotriz entre las ciudades de Aguascalientes y México por Cd. Juárez y el equipo cargado con automóviles salga por Piedras Negras. Así se agilizará el intercambio en la frontera de Piedras Negras.

### E.2.2. Puertos marítimos.

El FPN cuenta con acceso a puertos marítimos ubicados en ambas líneas costeras del país, la primera en el Océano Pacífico (Manzanillo, Guaymas y Mazatlán) y la segunda en el Atlántico (Tampico-Altamira).

PUERTO	DESEMPEÑO EN 1995	OBSERVACIONES
<i>Manzanillo</i>	Se importaron y exportaron alrededor de 862 mil toneladas en 1995.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El FPN cuenta con acceso exclusivo al puerto.</li> <li>• Principales productos: cemento, granos, oleaginosas y contenedores.</li> <li>• Actualmente el FPN se encuentra haciendo obras para ampliar el gálibo de los túneles de su infraestructura para permitir el paso de tráfico de contenedores a doble estiba. Esto incrementará las operaciones en el puerto de Manzanillo.</li> </ul>
<i>Guaymas</i>	Exportación: 1.7 millones de toneladas en 1995. Importación: 200 mil toneladas en 1995.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principales productos: cemento, ácido sulfúrico, concentrado de cobre y oleaginosas.</li> </ul>
<i>Tampico-Altamira</i>	Exportación: 221 mil toneladas en 1995. Importación: 544 mil toneladas en 1995.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Este sistema de puertos constituye uno de los principales puntos de atraque de las grandes empresas marítimas del país en el Golfo de México.</li> <li>• El FPN comparte es puerto con el Ferrocarril del Noreste.</li> <li>• Principales productos: granos, químicos, contenedores, minerales y productos de acero.</li> </ul>
<i>Mazatlán</i>	El volumen operado por este puerto es de menor importancia que los otros puertos mencionados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principales productos: sal y graneles.</li> </ul>

TABLA IV.E-3 TRAFICO A TRAVES DE PUERTOS CON QUE CONECTA EL FPN.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

### E.2.3. Tráfico intermodal.

Este tráfico opera en los puertos a los que el FPN tiene acceso, ya que todos cuentan con instalaciones ferroviarias para la carga y la descarga de contenedores. Además cuenta con una terminal intermodal en Guadalajara y acceso al Ferropuerto La Laguna y otras terminales especializadas en servicio automotriz y granelero.

Localización	Tipo	TAMAÑO		Unid.	TLU	Antig.	Concl.	No. oper/año	No. de empleados	Operado por FNM	
		Área (m <sup>2</sup> )	Vías (m)							SI	NO
Guadalajara	Terminal	52,800	600	36	800	3	Buena	2,615	1		X
Culiacán	Rampa	460,000	2,871	140	N/A	18	Buena	7,500	10	X	
Mexicali	Rampa	6,000	1,504	54	N/A	20	Buena	1,500	5	X	
Nogales	Rampa	1,000	1,305	45	N/A	26	Buena	6,000	10	X	

TABLA IV.E-4 DESCRIPCION DE LAS TERMINALES DE TRAFICO INTERMODAL.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

Con líneas como APL, TMM, Maersk, Sea-Land y Navimar (ver cuadro IV.E-1), los volúmenes de tráfico intermodal se han incrementado considerablemente en estos últimos años. Se destacan los corredores Manzanillo-Monterrey-Manzanillo y Manzanillo-Pantaco-Manzanillo. También destaca el tránsito de equipo de doble estiba y piggy back en trenes directos y unitarios en la ruta Culiacán-Hermosillo-Nogales (956 Km de recorrido) y Cd. Juárez-Pantaco (1,953 Km).

En seguida se muestra una tabla en donde se observa los volúmenes en contenedores y las rutas utilizadas por cada una de las empresas que prestan el servicio de transporte intermodal:

USUARIO	RUTA	VOLUMENES ANUALES APROXIMADOS (CONTENEDORES)		
		1995	1996	Comp. 96/95 (%)*
<i>Navimar, S.A. de C.V.</i>	Lázaro Cárdenas-Guadalajara-Lázaro Cárdenas	120	2,040	1,600
<i>Maersk Line</i>	Manzanillo-Pantaco-Manzanillo	50	80	60
<i>Sea-Land Service Inc.</i>	Manzanillo-Guadalajara-Manzanillo	397	468	17.9
<i>Sea-Land Service Inc.</i>	Manzanillo-Pantaco-Manzanillo	716	877	22.5
<i>APL</i>	Manzanillo-Monterrey-Manzanillo	76	142	86.8
<i>APL</i>	Piedras Negras-Rojas-Piedras Negras	4,298	2,776	-35.4
<i>APL</i>	Nogales-Cd. Industrial-Nogales	10,500	10,750	2.4
<i>APL</i>	Piedras Negras-Querétaro-Piedras Negras	15,200	32,940	116.7
<i>Union Pacific Railroad Co.</i>	Cd. Juárez-Pantaco-Cd. Juárez	6,845	7,031	2.7
<i>T.M.M.</i>	Manzanillo-Miramar-Manzanillo	1,914	4,250	122
<i>T.M.M.</i>	Manzanillo-Tampico/Altamira-Manzanillo	353	958	171.4
<i>T.M.M.</i>	Manzanillo-Aguascalientes-Manzanillo	1,253	1,380	10.1
<i>T.M.M.</i>	Aguascalientes-Miramar-Aguascalientes	818	980	19.8
<i>T.M.M.</i>	Aguascalientes-Tampico/Altamira-Aguascalientes	101	90	-10.9
<i>T.M.M.</i>	Manzanillo-Pantaco-Manzanillo	1,512	3,850	154.6
<i>T.M.M.</i>	Manzanillo-Guadalajara-Manzanillo	243	480	97.5

TABLA IV.E-5 PRESTADORES DEL SERVICIO DE TRANSPORTE INTERMODAL.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

\* PORCENTAJE QUE AUMENTO O DISMINUYO EL VOLUMEN DE CONTENEDORES ANUALES DE 1995 CON RESPECTO A 1996.

De la tabla anterior se hacen las siguientes observaciones:

- i. Navimar ha aumentado en 1,600 % sus movimientos de contenedores anuales en su ruta Lázaro Cárdenas-Guadalajara-Lázaro Cárdenas. Aunque el FPN no tiene acceso al Puerto de Lázaro Cárdenas, ha sido beneficiado por el flujo de contenedores que provienen de este lugar.
- ii. En general, se puede decir que todas las empresas de transporte intermodal han aumentado el volumen de contenedores movilizados anualmente de 1995 a 1996. En la actualidad, FNM lleva a cabo las inversiones necesarias para ofrecer el servicio de transporte de contenedores en doble estiba en ambas rutas. La compañía estima que a finales de julio de 1997 estas obras estarán concluidas.

Los puertos extranjeros con los que se tiene un intercambio regular son los de Long Beach y Houston, por medio de los ferrocarriles conectantes, UP/SP y BN/SF transportando flete de las navieras APL, T.M.M. y U.P. entre otras. Asimismo, destaca la importante contribución que representa el transporte de autopartes de importación a las plantas ensambladoras del país con empresas como GMC, Nissan, Ford y Volkswagen.

### E.3. Trenes de carga.

Durante el año de 1996, en base a estimaciones del FPN, se movilizaron 80,534 trenes de diverso tipo en el territorio del FPN; 14,160 de estos trenes fueron programados con tiempos de compromiso acordados con los usuarios. En el cuadro siguiente se encuentran los recorridos, el tipo de tren y el tiempo compromiso:

TREN	RECORRIDO	TIEMPO COMPROMISO (HORAS)
Directo	México-Guadalajara	24:00
Directo	Guadalajara-México	24:00
Directo	México-Cd. Juárez	87:00
Directo	Cd. Juárez-México	87:00
Directo	Irapuato-México	12:00
Directo	México-Irapuato	12:00
Legumbreiro	Mazatlán-Culiacán-Nogales	19:00
Automotriz	Saltillo-Piedras Negras	17:00
Automotriz	Piedras Negras-Saltillo	17:00
Automotriz	Hermosillo-Nogales	12:00
Automotriz	Nogales-Hermosillo	12:00
Automotriz	Silao-Aguascalientes-Nuevo Laredo	48:00
Cementero	Hermosillo-Empalme	12:00
Cementero	Caleras-Guadalajara	15:00
Cementero	Caleras-Culiacán	56:00
Petrolero	Pedro C. Morales-Chihuahua	48:30
Sulfato	Química el Rey-Tampico	56:00
Metalero	Manzanillo-Cd. Frontera	84:00
Metalero	Manzanillo-Monterrey	79:30
Metalero	Manzanillo-Xoxtla	58:55
Metalero	Colima-Monterrey	71:30
Metalero	Colima-Xoxtla	53:25
TOTAL	14,160 TRENES	

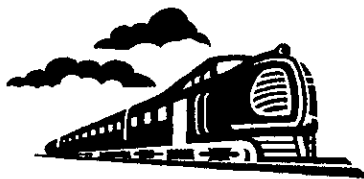
TABLA IV.E-6 TRENES DE CARGA CON TIEMPO COMPROMISO  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

De la tabla anterior cabe hacer la siguientes aclaraciones:

- i. En 1996 de los 14,160 trenes programados con tiempo compromiso, éstos tuvieron la siguiente distribución:
 

Directos:	39.2% (5551 trenes)
Automotrices:	17.5% (2477 trenes)
Metaleros:	28.6% (4050 trenes)
Cementeros:	5.5% (779 trenes)
Trenes químicos y de legumbres:	9.2% (1303 trenes)
- ii. Los trenes programados movilizan la mayor parte del tráfico total del FPN, el resto es hecho con trenes sin itinerario de acuerdo a las necesidades existentes. Una de las metas del FPN es que la mayoría de sus recorridos sean programados, ya que ello facilita la logística de trenes viéndose reflejado en una operación mas eficiente. Además los trenes unitarios reciben un tratamiento tarifario especial.

## F. CLIENTES ACTUALES DE LA LINEA.



### F.1. Principales clientes del FPN.

A continuación se presenta un cuadro con los principales clientes del FPN en la actualidad (representan aproximadamente el 80% de la carga de la Empresa) con sus orígenes y destinos (en algunos casos se comparten con algún otro ferrocarril):

No	EMPRESA	PRODUCTO	ORIGEN	DESTINO	FRECUENCIA
1	Cementos Mexicanos, S.A. de C.V.	Cemento	La Campana	Guaymas	Diario
	Cementos Mexicanos, S.A. de C.V.	Cemento	Cd. Industrial	Nogales	Diario
	Cementos Mexicanos, S.A. de C.V.	Cemento	Huichapan	Pantaco	Diario
	Cementos Mexicanos, S.A. de C.V.	Cemento	Huichapan	San Pedro L.P.	Diario
	Cementos Mexicanos, S.A. de C.V.	Cemento	La Campana	Pantaco	Diario
	Cementos Mexicanos, S.A. de C.V.	Cemento	Cd. Industrial	Culiacán	Diario
	Cementos Mexicanos, S.A. de C.V.	Cemento	Huichapan	Zapolitic	Diario
	Cementos Mexicanos, S.A. de C.V.	Cemento	Torreón	León	Diario
	Cementos Mexicanos, S.A. de C.V.	Cemento	Huichapan	Los Reyes	Diario
	Cementos Mexicanos, S.A. de C.V.	Cemento	Huichapan	Querétaro	Diario
2	Cementos Apasco, S.A. de C.V.	Cemento	Caleras	Manzanillo	Diario
	Cementos Apasco, S.A. de C.V.	Cemento	Caleras	Guadalajara	Diario
	Cementos Apasco, S.A. de C.V.	Cemento	Caleras	Salamanca	Diario
	Cementos Apasco, S.A. de C.V.	Cemento	Caleras	Culiacán	Diario
	Cementos Apasco, S.A. de C.V.	Cemento	Caleras	Mexicali	Diario
3	Hylsa	Mineral de Hierro	Manzanillo	Xoxtla	Diario
	Hylsa	Mineral de Hierro	Manzanillo	Monterrey	Diario
4	Comisión Federal de Electricidad	Combustóleo	P.C. Morales	Las Delicias	Diario
	Comisión Federal de Electricidad	Combustóleo	P.C. Morales	V. Juárez	Diario
	Comisión Federal de Electricidad	Combustóleo	P.C. Morales	Villa Reyes	Diario
	Comisión Federal de Electricidad	Combustóleo	Bojay	Villa Reyes	Diario
5	APM, S.A. de C.V.	Planchón	Tampico	Monterrey	Diario
6	Conasupo	Maíz	Guadalajara	Tlanepantla	Estacional
	Conasupo	Maíz	Guamuchil	Tlanepantla	Estacional
	Conasupo	Maíz	La Junta	Tlanepantla	Estacional
	Conasupo	Maíz	Culiacán	Tlanepantla	Estacional
7	Arancia CPC, S.A. de C.V.	Maíz	Tampico	Guadalajara	Eventual
	Arancia CPC, S.A. de C.V.	Maíz	Tampico	S.Juan del Río Cga.	Eventual
8	Química del Rey, S.A. de C.V.	Sulfatos	Química El Rey	Tampico	Diario
9	Almidones Mexicanos, S.A. de C.V.	Maíz	Nuevo Laredo	Guadalajara	Eventual
10	Aceites, Grasas y Derivados, S.A. de C.V.	Canola	Manzanillo	El Castillo	Eventual
11	Cementos Chihuahua	Cemento	Samalayuca	Cd. Juárez	Diario
12	Grupo México, S.A. de C.V.	Acido sulfúrico	El Tajo	Guaymas	Diario
13	Agrogen, S.A. de C.V.	Roca fosfórica	Manzanillo	Tlacote	Eventual
	Agrogen, S.A. de C.V.	Azufre	Manzanillo	Tlacote	Eventual
14	Molinos Azteca, S.A.	Maíz	Jiquilpan	Chihuahua	Estacional
	Molinos Azteca, S.A.	Maíz	Guadalajara	Los Reyes	Estacional
15	Proteínas Industriales de La Laguna	Soya	Cd. Juárez	Gómez Palacio	2 x semana

No	EMPRESA	PRODUCTO	ORIGEN	DESTINO	FRECUENCIA
16	Alimentos Balanceado PROAN, S.A. de C.V.	Forraje Harina pes.	Matamoros	Querétaro	Eventual
	Alimentos Balanceado PROAN, S.A. de C.V.	Semilla de Sorgo	Nuevo Laredo	San Juan de los Lagos	Eventual
17	General Motors	Mat. ens. vehículos	Piedras Negras	Querétaro	Diario
	General Motors	Automóviles	Rojas	Piedras Negras	Diario
	General Motors	Mat. ens. vehículos	Piedras Negras	Rojas	Diario
18	Aceitera La Junta, S.A. de C.V.	Canola	Manzanillo	La Junta	Eventual
19	Grupo Gamesa, S.A. de C.V.	Soya	Nogales	Cd. Obregón	Eventual
20	Fertilizantes Guadalajara, S.A. de C.V.	Azufre	Manzanillo	Incalpa	Eventual
	Fertilizantes Guadalajara, S.A. de C.V.	Roca fosfórica	Manzanillo	Incalpa	Eventual
21	Ford Motor Company, S.A. de C.V.	Automóviles	Cd. Industrial	Nogales	Diario
	Ford Motor Company, S.A. de C.V.	Mat. ens. vehículos	Nogales	Cd. Industrial	Diario
22	Cia. Siderúrgica de Guadalajara	Billets	Mexicali	Guadalajara	Diario
23	Industrializadora de Maíz, S.A. de C.V.	Maíz	Matamoros	Guadalajara	Eventual
24	PROTABSA, S.A. de C.V.	Frijol de soya	Nuevo Laredo	Apaseo	Eventual
25	Vidriera Guadalajara, S.A. de C.V.	Arena sílica	Jaltipan	Guadalajara	1 x semana
	Vidriera Guadalajara, S.A. de C.V.	Carbonato sodio	Nuevo Laredo	Guadalajara	1 x semana

TABLA IV.F-1 RELACION DE PRINCIPALES CLIENTES DEL FPN CON TRENES UNITARIOS  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

## F.2. Estrategia actual de ventas.

### F.2.1. Estrategia de ventas del FPN.

Se contempla como propósito fundamental de las estrategias de ventas, el emprender acciones necesarias para lograr captar un mayor número de clientes, así como para conservar a los habituales, optimizando los recursos y equipos existentes.

De estas acciones destacan:

- a. Atención a usuarios: el FPN cuenta con nueve agentes comerciales (ubicados en Culiacán, Mazatlán, Torreón, Hermosillo, Cd. Juárez, Nogales, Manzanillo, Guasave y Mexicali), que representan a la Empresa y dan orientación técnica a los usuarios y proporcionan los apoyos necesarios para un servicio de calidad, tales como la oportuna y adecuada disponibilidad de equipo y el seguimiento del transporte de las mercancías desde su origen hasta su destino final, entre otros.
- b. Coordinación para zonas estratégicas: para complementar el trabajo de los agentes, se han establecido dos coordinaciones estratégicamente ubicadas, una en la ciudad de Celaya, Gto. y la otra en Monterrey, N.L., dando cobertura de servicio a las áreas potenciales de carga más significativas. Estas coordinaciones identificarán a nuevos usuarios y promueven nichos de mercado incorporándolos al sistema.

### F.2.2. Medidas adicionales.

Para aumentar los flujos de carga del FPN se están realizando acciones complementarias a las estrategias de ventas actuales. Estas medidas corresponden a la promoción de proyectos que por su magnitud incrementen en gran medida los volúmenes de carga en el corto plazo. Se han iniciado obras para dotar a algunas empresas de infraestructura adecuada y necesaria para lograr operaciones más eficientes de carga y descarga al ferrocarril, todo lo anterior conforme al Programa por Cooperación, de donde destacan los proyectos siguientes:



EMPRESA	EXPECTATIVAS Y/O ACCIONES
<i>HYLSA, S.A. de C.V.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta empresa aumenta su demanda de pelet de hierro. Durante 1996 se realizaron movimientos por 2'500,000 toneladas, de las cuales 975,000 tienen como destino Xoxtla, Pue. y 1'525,000 Monterrey, N.L.. La distancia promedio de estos tráficos es de 1,200 Km con origen en Manzanillo, Col.</li> <li>• Manteniendo la expectativa de continuar con ese ritmo de embarques, el volumen esperado de carga será del orden de la 2'750,000 toneladas de pelet de hierro para el año de 1997.</li> </ul>
<i>MEXPLUS, S.A. de C.V.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta empresa proyecta establecer y operar una terminal para graneles agrícolas, minerales y químicos. Dicho proyecto pretende la construcción de el ramal poniente del ferrocarril en el Puerto Industrial de Altamira, con una longitud de 10.5 Km. Dicha terminal se diseñará para manejar 2'500,000 toneladas de granos anualmente.</li> <li>• Una vez ejecutado el proyecto definitivo, FPN estará en posibilidad de participar en el tendido de los 7 Km que aproximadamente habrán de construirse.</li> </ul>
<i>Terminal Intermodal de Guadalajara</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El movimiento de esta terminal ha crecido continuamente. Se pretende terminar tres gálibos en la ruta Guadalajara-Manzanillo, los cuales se vienen ampliando actualmente, para permitir la circulación de unidades con contenedores en doble estiba.</li> <li>• Esta terminal manejó 1,600 contenedores durante 1996.</li> <li>• Han quedado definidas las tarifas y los tiempos de tránsito que UP requirió al FPN para la estructuración definitiva de su programa Aguila Azteca, que abre la posibilidad de recibir en estas instalaciones los tráficos provenientes de Cd. Juárez, Piedras Negras y Nuevo Laredo como puertos de entrada de la carga de diversas ciudades americanas.</li> </ul>
<i>Cyprus Amax Coal Sales Corporation (Twenty Miles Company)</i>	Esta empresa ha fijado como meta movilizar para 1997, alrededor de 1'740,000 toneladas de carbón mineral que se destinarán principalmente a la planta carboeléctrica Carbón II de la Comisión Federal de Electricidad en Navas.
<i>NISSAN Mexicana, S.A. de C.V.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para atender el aumento de producción en la planta de Aguascalientes, durante 1997 la compañía construirá una terminal ferroviaria interna para el embarque de automóviles.</li> <li>• La compañía estima importar de 2,000 a 5,000 vehículos anuales para los próximos cinco años y exportar alrededor de 18 mil a 216 mil unidades a los Estados Unidos y Canadá. Este tráfico podría significar de tres a cuatro trenes diarios.</li> </ul>
<i>T.M.M.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TMM construirá un nuevo complejo intermodal en Aguascalientes, para el manejo de un mayor número de contenedores para Nissan Mexicana y otras industrias localizadas en la misma plaza.</li> <li>• El FPN estima que esto significará un aumento en el tráfico de 133%, ya que los 5,400 contenedores que actualmente se movilizan, se estima que pasarán a 12,600 para el año 2,000.</li> </ul>
<i>Terminal Granelera Manzanillo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta terminal se prevé finalizar para mediados de 1998. Contará con instalaciones que permitirán el manejo de dos millones de toneladas anuales. El FPN ha formalizado un Convenio de Cooperación mediante el cual el FPN apoyará con riel, planchuela y accesorios especiales para la construcción del peine de espuela y la infraestructura ferroviaria que se requiere para la movilización de la carga.</li> </ul>

TABLA IV.F-2 ACCIONES COMPLEMENTARIAS DEL FPN.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.



**G. SITUACION LABORAL.****G.1. Número de empleados por nivel.**

En materia de recursos humanos, el FPN contaba al 31 de diciembre de 1996 con una plantilla de 14,011 empleados de los cuales 12,402 corresponden a empleados de base y los 1,609 restantes son empleados de confianza. El FPN cuenta con 120 empleados con un nivel superior al 25. Estos son los niveles de mandos superiores y medios dentro de la estructura administrativa de la empresa. El Director del FPN tiene nivel 35; los Subdirectores de área y el Contralor tienen nivel 34; los Gerentes tienen nivel 32; los Jefes de Departamento y los Auditores Ejecutivos de Programación tienen nivel 26. Del nivel 1 al 25 se cuenta con 1,489 empleados que apoyan las tareas de los diferentes departamentos, gerencias y subdirecciones. El personal activo en el FPN se muestra en la siguiente tabla:

AREA	PERSONAL DE:		TOTAL
	CONFIANZA	BASE	
I. Dirección	11		11
a. Coordinación de Asuntos Jurídicos	17	1	18
b. Departamento de Comunicación Social	1	1	2
Suma	29	2	31
II. Subdirección de Operación	2	-	2
a. Gerencia de Transporte	260	5,000	5,260
b. Gerencia de Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre	258	2,011	2,269
c. Gerencia de Infraestructura e Inmuebles	214	4,593	4,807
d. Departamento de Prevención de Accidentes	6	1	7
Suma	740	11,605	12,345
III. Subdirección de Administración y de Finanzas	6	-	6
a. Gerencia de Recursos Humanos y Relaciones Laborales	199	174	373
b. Gerencia de Finanzas	81	196	277
c. Gerencia de Recursos Materiales	66	259	325
d. Coordinación de Informática	22	41	63
e. Coordinación Jurídico-Laboral	4	-	4
Suma	378	670	1,048
IV. Subdirección de Comercialización	2	-	2
a. Gerencia de Desarrollo Comercial	7	-	7
b. Gerencia de Ventas	28	72	100
c. Gerencia de Logística y Servicios	17	35	52
Suma	54	107	161
V. Contraloría Interna	15	-	15
a. Servicios Especiales	115	-	115
b. Agentes de Vigilancia y Protección	278	18	296
Suma	408	18	426
<b>TOTALES</b>	<b>1,609</b>	<b>12,402</b>	<b>14,011</b>

TABLA IV.G-1 PERSONAL ACTIVO POR AREAS AL MES DE DICIEMBRE DE 1996.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

## G.2. Sueldos y Prestaciones.

De la tabla anterior se observa que hay 1,609 plazas para personal de confianza divididas en varios niveles de ingreso. El mayor nivel de puesto es el 35 y el de menor nivel es el 1. Para los 12,402 empleados sindicalizados también existen diferentes niveles de ingreso, el mayor nivel es el 9 y el menor es el 1.

Las prestaciones que ofrece el FPN a sus empleados se encuentran descritas dentro del Contrato Colectivo de Trabajo (CCT) y éstas varían por rama de trabajo. De igual forma, los empleados de base de las divisiones Sinaloa, Sonora y Baja California del FPN se benefician con prestaciones adicionales derivadas de contratos vigentes antes de la incorporación de los Ferrocarriles de Pacífico y Sonora-Baja California a FNM en 1987.

Para cuestiones de aumento de salarios, hay que recordar que el Ferrocarril Pacífico-Norte forma parte de FNM, que es una empresa paraestatal y que por lo mismo está sujeta a control presupuestal por parte de SHCP, SCT y SECODAM. Por lo tanto el FPN no tiene facultad de proporcionar aumentos en los salarios del personal de confianza sin autorización de FNM, quien a su vez pide autorización al Gobierno Federal. En cuanto a los aumentos salariales para personal de base, éstos deben surgir de una negociación entre FNM, FPN y STFRM (sindicato) para realizar modificaciones al CCT.

## G.3. Relaciones Laborales.

En cuanto a las relaciones laborales, también ha habido mejoras al CCT a partir del Programa de Modernización de los Ferrocarriles, ya que el 14 de junio de 1996 se firmó un contrato laboral que regirá las relaciones entre STFRM y FNM. El nuevo contrato consta de 208 cláusulas simples y concretas, a diferencia del contrato anterior que tenía 3,000 cláusulas.

Del nuevo CCT se derivaron los siguientes instrumentos:

INSTRUMENTO	CANTIDAD DE ARTICULOS
Contrato Colectivo de Trabajo	208 cláusula y 9 transitorias
Reglamento Interior de Trabajo	401 art.
Reglamento de Pases y Franquicias	40 art.
Reglamento de Casas y Terrenos	60 art.
Reglamento de Jubilaciones	27 art.
Reglamento de Salarios y Pagos	336 art.
Reglamento de Hoteles y Restaurantes	18 art.
Reglamento de Educación, Capacitación y Adiestramiento	56 art.
Reglamento de Servicios Médicos	45 art.

TABLA IV.G-2 INSTRUMENTOS DERIVADOS DEL NUEVO CCT (14 DE JUNIO DE 1996).  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

## G.4. Programas de Capacitación.

Dentro del CCT se expresa que el ofrecer capacitación es una obligación laboral contenida en la Ley Federal del Trabajo y un deber contractual de la empresa con el STFRM. El Departamento de Capacitación es el área responsable de desarrollar los planes de capacitación del FPN. El objetivo de dicho departamento es "ejecutar de manera eficiente acciones, procedimientos y procesos relacionados con la capacitación, dando cumplimiento a los programas y las metas establecidas".

Entre los objetivos de los cursos de capacitación se enumeran los siguientes:

- Planificar e integrar sistemáticamente el proceso de capacitación de la institución a partir de las necesidades detectadas.
- Determinar las funciones y responsabilidades de capacitación de cada una de las áreas que integran el FPN.
- Incrementar las acciones que permitan optimizar la utilización de recursos humanos y materiales, dedicado a la capacitación.

- Unificar los criterios en los procedimientos y actividades de la capacitación teniendo como meta atender las siete áreas de trabajo: fuerza motriz, coches y carros, vía y telecomunicaciones, transportes, Control Directo de Tráfico (CDT), manejo de materiales peligrosos y administrativa.

Durante 1996, se realizaron 126 cursos dentro del programa administrativo, contando con 1,414 participantes; dentro del programa operativo hubo 447 cursos con 4,261 asistentes regulares.

A continuación se presentan los principales cursos que imparte el FPN y su duración en horas:

NOMBRE DEL CURSO	DURACION EN HORAS
Maquinista de Camino	770
Maquinista de Patio y Ayudante de Maquinista de Camino	630
Similar de Tripulantes de Locomotoras y Ayudante de Maquinista de Patio	340
Conductor de trenes	770
Garrotero	455
Despachador de Trenes	1,196
Sistema CDT	de 12 a 38
Motorista Encargado de Autoarmón	170
Ayudante de Operario Electricista	70
Operario Electricista Mantenimiento Locomotoras	1,200
Ayudante Mayordomo y Mayordomo Electricista	40
Operario Electricista en Mantenimiento de Instalaciones	320
Operario Mecánico	230
Ayudante de Operario Truquero	120
Operario Truquero	400
Supervisor de Vía	210
Jefe de Vía	240
Mayordomo de Vía	180
Guarda Vía	140
Electricista Radioinstalador	320
Celador "A" de Luz y Fuerza	320
Actualización Secretarial	390

TABLA IV.G-3 PRINCIPALES CURSOS DEL FPN.  
FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

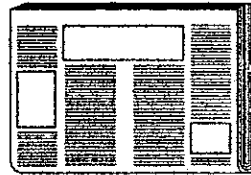
Existen tres centros de capacitación regional ubicados en Benjamín Hill, Sonora; Guadalajara, Jalisco; y Torreón Coahuila; además existen ocho escuelas de transportes en Empalme, Hermosillo, Mexicali, Irapuato, Colima, Cd. Frontera, Durango y Felipe Pescador, mediante las cuales se atienden las necesidades de capacitación divisional.

También hay dos centros de capacitación especializados que se encuentran en San Luis Potosí, S.L.P. y Tula, Hidalgo. Estos centros están asignados a la Terminal de Valle de México y son manejados a nivel corporativo, donde se instruye al personal en técnicas específicas.

También existe la posibilidad de capacitar personal en el extranjero en Centros de Entrenamiento en ferrocarriles internacionales.

Como se mencionó en el primer capítulo de este trabajo, el elemento humano será un factor decisivo en la modernización de los ferrocarriles mexicanos. Por esta razón la capacitación al personal que se hará cargo de la administración, operación y promoción del FPN, debe ser una prioridad y no deberán escatimarse recursos ni tiempo en la ejecución de programas modernos y eficientes para actualizar y enseñar al personal de la Empresa.

# CAPTULO V. PROCESO DE LICITACION DE LA LINEA FERROVIARIA PACIFICO-NORTE.



## A. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE SOCIOS POTENCIALES.

El viernes 16 de Mayo de 1997, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes dió a conocer, en el Diario Oficial de la Federación, el registro de tres empresas especializadas interesadas en participar en la licitación de la Línea Ferroviaria Pacífico-Norte. Dichas empresas desarrollan distintas actividades; la primera es una empresa extranjera dedicada principalmente a explotar el mercado de transporte a través de dos subsidiarias: una de autotransporte y otra de ferrocarriles; la segunda compañía participante en la licitación es una constructora; y la tercera empresa es una minera con grandes posibilidades de aportación de capital. A continuación se presenta un estudio de las tres empresas que participarán de la privatización del FPN. En dicho estudio se verán las actividades principales de estas compañías, estructura corporativa y las aportaciones que cada una de las empresas ofrecen al ferrocarril mexicano.

### A.1. Empresa operadora de transportes (EOT).

#### A.1.1. Actividades principales de la EOT.

Esta corporación desarrolla principalmente dos negocios que operan principalmente en los E.U. y se describen a continuación:

1. Brinda el servicio de transporte de mercancías a través del ferrocarril y transporte intermodal
2. Servicio de transporte interestatal de productos en todo Estados Unidos y algunas porciones de México y Canadá mediante camiones

#### A.1.2. Estructura corporativa de la EOT.

La EOT está conformada principalmente por dos empresas (subsidiarias) principalmente que desempeñan las actividades a continuación mencionadas:

- **FERROCARRIL:** esta empresa (subsidiaria) es la más grande de la EOT y es el ferrocarril más largo de Estados Unidos con 37,000 millas (59,546 Km) de líneas troncales que unen los puertos de la Costa Pacífico con los de la Costa del Golfo hacia el medio Oeste. Este ferrocarril sirve a dos tercios del oeste del país (E.U.) y mantiene horarios coordinados con otras empresas de transportes para el manejo de carga para y hacia la costa del océano Atlántico, la costa del océano Pacífico, el Sureste, el Suroeste, Canadá y México. La carga de importación y exportación se mueve principalmente a través de los puertos de la costa del Golfo y de la costa Pacífico, así como a través de las fronteras con México y Canadá.

Entre los productos más movilizados por esta empresa se encuentran el carbón, granos y destacan también los tráficos realizados con México en cuanto al transporte de autos y autopartes (la EOT tiene contratos con General Motors y Chrysler en México). México representa para esta compañía un mercado sólido para realizar negocios a pesar de la crisis mexicana de 1995. Este ferrocarril tiene conexiones con los ferrocarriles mexicanos y canadienses, además de tener una extensión de 60,772 Km a lo largo de todo Estados Unidos.

- **AUTOTRANSPORTE:** la segunda rama más importante de la EOT es el transporte en camiones. La empresa de autotransporte se especializa en envíos llamados "less-than-truckload" (LTL), y proporciona servicio en 50 estados de la Unión Americana, así como en México y Canadá a través de 175 centros de servicios distribuidos en todo Estados Unidos. Esta empresa moviliza una gran variedad de productos entre los que se incluyen desde maquinaria, tabaco, textiles, plásticos, electrónicos y productos de papel. Actualmente esta empresa se ha visto sometida a una intensa competencia en el servicio y en los precios de otras compañías nacionales y regionales.

### **A.1.3. Posibles aportaciones de la EOT al FPN.**

Según los reportes anuales del ferrocarril perteneciente a la EOT, esta empresa ha obtenido grandes ingresos provenientes del mercado mexicano (alrededor de un 20% de los ingresos totales del ferrocarril norteamericano en los últimos años), especialmente en productos como granos, químicos y tráfico intermodal. Además el Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos, Canadá y México aunado a los esfuerzos de unión para facilitar los intercambios en la frontera de México con E.U. ha hecho incrementar la eficiencia en el manejo de carga proveniente y con destino a México. A continuación se describen las aportaciones más factibles de esta empresa hacia el Ferrocarril Pacífico-Norte:

#### **NUEVAS TECNOLOGIAS.**

La utilización de nuevas tecnologías en los ferrocarriles mexicanos podría producir cambios tan importantes como lo fue en la década de 1950 el cambio de vapor a diesel en las locomotoras. A continuación se describen algunas de las tecnologías que la EOT planea introducir en su empresa y que muy posiblemente lleguen a incorporarse al sistema ferroviario mexicano.

- **Poder distribuido.** Esta tecnología consiste en colocar hasta cuatro locomotoras distribuidas a lo largo de un convoy en posiciones distintas, siendo éstas controladas por una locomotora líder. De esta forma se reducen considerablemente los esfuerzos producidos entre vagones, permitiendo la formación de trenes más largos, incluso en zonas montañosas.
- **Corriente alterna.** Los motores de tracción separada de corriente alterna mejoran la adhesión de la rueda de la locomotora así como el frenado de la máquina; además el tamaño más pequeño de este motor permite que exista más espacio para una máquina principal diesel de más caballaje (HP).
- **Sistemas de monitoreo de carga.** Una nueva tecnología en rastreo global de envíos está siendo desarrollada por dos subsidiarias de la EOT que dará a los clientes un control único sobre las mercancías enviadas. Este sistema permitirá a los clientes monitorear los envíos, lo que reduce significativamente los costos de movimiento del inventario real y provee la habilidad de "justo a tiempo" para compañías grandes y pequeñas. Una subsidiaria de la EOT ha desarrollado también un programa de rastreo de mercancía que puede ser accesado desde Internet. Estos sistemas aumentarían la eficiencia y seguridad del FPN, al tener éste más control sobre la carga enviada.

#### **ADMINISTRACION.**

**Reingeniería.** La EOT estableció un programa de reingeniería para mejorar el servicio a clientes. Dicho programa está destinado a identificar y remover barreras que impidan el mejoramiento del servicio ferroviario. Poco a poco el corazón de los procesos administrativos -desde negociaciones hasta cobro de servicios- serán escrutinizados por grupos de reingeniería. Este tipo de evaluaciones y autocorrecciones al ferrocarril mexicano mejoraría en gran medida el servicio a los clientes del servicio.

#### **NUEVOS MERCADOS.**

**Internacional.** Con la desregulación en 1995 del servicio de transporte en camiones dentro de la Unión Americana, la EOT es capaz de acceder a todos los mercados de cada uno de los estados en E.U.; además se han eliminado los topes a los precios que regularon por algún tiempo a este sistema de transporte. La expansión de la EOT a lo largo del territorio de E.U. permitirá también el acceso de productos mexicanos a través del FPN que conectará con el ferrocarril de la EOT (que cuenta con terminales intermodales) para después transportarlos mediante la empresa de autotransporte hasta su destino (entrega a la puerta). Esta empresa cuenta con un servicio que llega al 95% de la población de los Estados Unidos y tiene acceso a partes de México y Canadá.

Por otro lado, la reciente adquisición de otro ferrocarril americano por la EOT, hará de este último el ferrocarril más largo de Norteamérica, con una longitud de poco más de 59 mil kilómetros y con acceso a 25 estados en E.U. y conexiones en México y Canadá. Esta transacción proveerá de un servicio más rápido, más frecuente y confiable.

México podrá alcanzar los mercados de Canadá a través de la EOT, ya que cuenta con líneas que conectan con ambas fronteras, en México limita en Nogales, Cd. Juárez, Piedras Negras y Mexicali; y con Canadá limita en Duluth, Chicago, Milwaukee e Eastport. Como se puede ver, se cuenta con una gran accesibilidad para tráficos de importación y exportación así como de opciones de rutas que geográficamente sean más convenientes.

Autos y autopartes. Se han celebrado contratos con Chrysler y General Motors de México para el transporte de autos y autopartes, que proveerán un crecimiento sólido, así como incrementos en los envíos de automóviles hacia los Estados Unidos a través del FPN.

## A.2. Empresa constructora (EC).

### A.2.1. Actividades principales de la empresa constructora.

La empresa constructora es una compañía tenedora, que desarrolla una gran diversidad de actividades a través de subsidiarias. Entre estas actividades destacan:

- Construcción. En este ramo, la empresa desarrolla los siguientes tipo de proyectos: construcción industrial, urbana y de vivienda, tanto para el sector privado como público.
- Construcción, operación y mantenimiento de carreteras. La compañía está involucrada en estas operaciones en carreteras, puentes y túneles.
- Administración y operación de sistemas de abastecimiento de agua. La empresa administra y opera sistemas de abastecimiento de agua por concesiones del Gobierno Mexicano.
- Negocios. La EC está involucrada en la fabricación y comercialización de bienes industriales, extracción, explotación y comercialización de agregados para la construcción (particularmente piedra caliza), y en la operación de hoteles, incluyendo la participación accionaria en los mismos.

### A.2.2. Estructura Corporativa de la empresa constructora.

Principalmente la empresa constructora está conformada por diversas subsidiarias que realizan las siguientes actividades:

- CONSTRUCCION URBANA: esta empresa desarrolla las actividades de construcción de viviendas, plantas de tratamiento, estructuras industriales, trenes urbanos y otro tipo de obras concernientes a la construcción, en gran parte del país así como a nivel internacional (principalmente Sudamérica).
- OPERADORA: esta empresa proporciona servicios de ingeniería, procuración, construcción, mantenimiento y puesta en operación de plantas petroleras, químicas, petroquímicas, automotriz, de generación de energía, metalúrgica y minera, farmacéutica, alimenticia y de productos al consumidor.
- CONCESIONARIAS: la empresa constructora participa de los proyectos carreteros, operando 1,375 kilómetros de la Red Carretera Nacional Concesionada, el 62% en forma directa y el resto en asociación con otras empresas.
- ARRENDADORA: esta empresa presta servicios de ingeniería, equipos, maquinaria especializada para la industria petrolera, petroquímica, azucarera, siderúrgica, minera, cementera, papelera, hidroeléctrica, nucleoelectrica, comunicaciones y de la construcción, hasta el desarrollo integral y puesta en marcha de variados proyectos industriales. También realiza de forma especializada la administración de la maquinaria y equipo, buscando el máximo rendimiento de los activos en construcción y el mejor retorno de las inversiones.
- INMOBILIARIA: esta empresa, como su nombre lo indica se dedica al desarrollo de proyectos inmobiliarios.

### A.2.3. Posibles aportaciones de la empresa constructora al FPN.

#### NUEVA INFRAESTRUCTURA.

La constructora es una empresa con gran experiencia en el ramo de la construcción y en el desarrollo de proyectos de gran envergadura en todos los niveles (diseño, ejecución, revisión y evaluación) como son: hidroeléctricas, puentes, túneles, carreteras, oleoductos, obras del METRO y tren ligero. Su participación en el FPN será de gran importancia, ya que será capaz de aportar los medios para lograr realizar nuevas obras de infraestructura que serán necesarias para elevar la productividad del FPN.

- La empresa constructora realizó obras para el Sistema de Transporte Colectivo Metropolitano "METRO", en la Ciudad de México, donde se ganaron concursos que llegaron a representar el 80% del total de la obra actualmente en construcción. Adicionalmente se firmó un contrato para rehabilitar la Línea 2 del Metro, la de mayor captación de pasajeros en el mundo. En el ámbito internacional, participó en el proyecto y ejecución del primer tramo del Tren Urbano en la zona metropolitana de San Juan, Puerto Rico.

Cabe destacar la experiencia de la constructora en la construcción, operación y mantenimiento de puentes, túneles y vías de comunicación. Como ejemplos se pueden citar:

- El túnel de acceso a la ciudad de Acapulco con casi 3000 metros de longitud, que conecta a la carretera México-Acapulco (llamada también "Ruta del Sol") con el puerto de Acapulco.
- El puente Zacatal con 3 kilómetros de largo que une a Ciudad del Carmen con la Península de Yucatán en el estado de Campeche.
- En 1995, la Secretaría de Obras Públicas de Panamá otorgó una concesión de 30 años a la EC, en donde participa para construir, operar y mantener la carretera Corredor Sur.

También la experiencia de la constructora en la participación y desarrollo de negocios relacionados con el transporte debe ser destacado entre los logros de esta empresa. A continuación se describen algunos ejemplos:

- OPERACION DE TERMINAL DE CONTENEDORES: esta terminal de contenedores ubicada en el puerto de Veracruz es resultado del programa de desincorporación que lleva a cabo el Gobierno Federal. Esta empresa opera el 75% de los contenedores que se mueven por el Puerto de Veracruz, volumen que representa el 30% de los contenedores que se manejan en los 79 puertos del país.
- OPERACION DE ESTACIONAMIENTOS: esta empresa dedicada a la construcción, operación y mantenimiento de estacionamientos, ha logrado la asignación de 7 estacionamientos subterráneos en el Distrito Federal. Los estacionamientos subterráneos que actualmente se tienen en operación son Plaza Bellas Artes y Garibaldi (ambos ubicados en el centro históricos de la Ciudad de México) así como la Plaza la Libertad en Tampico.

#### EXPERIENCIA.

La empresa constructora es una empresa que cuenta con una larga experiencia en el desarrollo de infraestructura ferroviaria que ha desarrollado en los últimos 42 años (a partir de 1956). A continuación en el cuadro mostrado, se resumen las participaciones de la EC dentro de proyectos relacionados con ferrocarriles:

CLIENTE	FECHA	DESCRIPCION DE LA OBRA	UBICACION
S.C.T. y Secretaría de Obras Públicas	1956-1962	Terracerías, obras de drenaje, puentes y túneles del tramo La Laja-Boca de Cerocahui.	Estado de Chihuahua
Secretaría de Obras Públicas	1965-1967	Substitución de vía clásica por vía elástica en el F.F.C.C. Chihuahua-Pacífico.	Estado de Chihuahua
Secretaría de Obras Públicas	1966-1970	Conformación de terraplenes, cortes y túneles en el desvío para salvar el vaso de la Presa La Begonia dentro del F.F.C.C. México-Nuevo Laredo	Estado de Guanajuato
Departamento del Distrito Federal	1967-1970	Construcción de distintos tramos de la líneas del transporte metropolitano (METRO) en la ciudad de México	Distrito Federal
Secretaría de Obras Públicas	1968-1971	Construcción de 52 Km de terracerías del Km 92 a la estación Pastor, pasando por Cuautla y colocación de la vía clavada en 65 Km en la línea México-Cuatla	Estado de Morelos



CLIENTE	FECHA	DESCRIPCION DE LA OBRA	UBICACION
Ministerio de Obras Públicas y Transportes	1970-1972	Estructuras de concreto para los cajones, estructuras y acabados de las estaciones y tuberías para cables en el Ferrocarril Metropolitano de Santiago de Chile.	República de Chile
COVITUR	1973	Obra del Metro con COVITUR	Distrito Federal
S.C.T.	1982-1988	Construcción de 324 Km de la doble vía electrificada México-Querétaro.	Edo. de México, Hidalgo y Querétaro
Departamento del Distrito Federal	1982-1989	Construcción de 24 Km de la línea del metro ligero en la Cd. de México.	Distrito Federal
S.C.T.	1981	Pasos a desnivel del tramo Lechería-Huehuetoca, Km 21+000 al 50+000 en el Ferrocarril México-Querétaro.	Estado de México
S.C.T.	1984	Paso superior del F.F.C.C. Chihuahua-Aeropuerto en el Km 2+050	Estado de Chihuahua
Gobierno del Estado	1984	Trituración y cargadura de piedra de balasto en los bancos de San Juanico, La Herradura, Corralitos y Varreal para el F.F.C.C. Chihuahua al Pacífico.	Estado de Chihuahua
Gobierno del Estado	1985	Adquisición de 100,000 m <sup>3</sup> de balasto para el ferrocarril Sonora-Baja California	Estados de Sonora y Baja California
Ferrocarriles del Pacífico	1986	Producción de Balasto y Screening en Quitéria	Estado de Jalisco
Gobierno del Estado	1987	Trituración y cargadura de piedra para balasto, en los bancos de Casa Colorada, Chihuahua Km A-413, Irigoyen, Chihuahua Km A-681, Aguacaliente, Sinaloa Km A-780 de la división Chihuahua y Sierra Tarahumara	Estado de Chihuahua.
Obras Públicas	1987-1988	Construcción del metro ligero de la Cd. de Puerto Rico	Puerto Rico.
Gobierno del Estado	1992-1995	Construcción del metro ligero de la Cd. de Monterrey	Estado de Nuevo León.

### A.3. Empresa aportadora de capital (EAC).

#### A.3.1. Actividades principales de la AC.

La principal actividad del grupo de empresas EAC es la industria minero-metalúrgica, dedicadas a la exploración, explotación y beneficio de minerales metálicos y no metálicos, así como la explotación de carbón.

#### A.3.2. Estructura Corporativa de la EAC.

La EAC es una empresa controladora de dos empresas subsidiarias: una dedicada a la operación de ferrocarriles y otra enfocada a la explotación de diversos minerales, que opera y construye múltiples desarrollos mineros a lo largo de todo el territorio nacional.

#### A.3.3. Posibles aportaciones de la EAC.

##### AUMENTO DEL MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL DE MINERALES.

Como se puede observar en el historial operativo del FPN (ver inciso B.2.1 del capítulo I de este trabajo) la categoría de Minerales y Productos Inorgánicos representaron el 20% del total transportado por el FPN en términos de ton-Km. De dicha categoría destaca el mineral de hierro cuyo origen es principalmente Jala, Alzada y Manzanillo, y primordialmente con destino final en las estaciones de Cd. Frontera, Monterrey y Xoxtla. También se sabe la EAC es uno de los principales clientes del FPN (ver inciso F del capítulo IV). Con la participación de la EAC dentro de la línea ferroviaria Pacífico-Norte, la minería se verá enormemente beneficiada, ya que esta empresa minera concentraría esfuerzos para unir sus minas con el ferrocarril. De esta forma el tráfico de minerales se incrementará en forma considerable.

INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA, EQUIPO Y PERSONAL.

Como se ha visto en los capítulos anteriores, el FPN necesitará de fuertes inversiones de dinero que actualicen de alguna manera el rezago sufrido en la infraestructura, equipo y personal de la línea y que aseguren de alguna manera la recuperación de capital y la ganancia de utilidades predeterminadas. En este trabajo de tesis se analiza solamente el rezago de infraestructura y equipo y se propone una rehabilitación en el capítulo VI. La EAC tiene finanzas sanas y cuenta con la capacidad de realizar grandes inversiones en el FPN. Entre las principales oportunidades que se encuentran para invertir dentro de la línea están:

- Las inversiones destinadas a aumentar la capacidad de las vías, puentes y túneles de la línea ferroviaria permitirá aumentar el tráfico de mercancías a través de las líneas.
- El aumento de la disponibilidad y renovación de equipo motriz y de arrastre aumentará la eficiencia de las operaciones ferroviarias, disminuyendo tiempos de traslado y aumentando la seguridad y confiabilidad en el servicio de ferrocarril. Es de importancia también el considerar que a este equipo se le debe proporcionar un mantenimiento adecuado para preservar a lo largo del tiempo las condiciones óptimas de operación que se requieren para tener una economía en el tráfico de mercancías.
- Se prevé que la empresa invierta en infraestructura especializada y en equipos de carga/descarga para aumentar la eficiencia de las maniobras y disminuir los tiempos de espera, realizando adquisiciones de modernos equipos y procedimientos para carga y descarga de un tren, adecuados a las necesidades de los clientes a los cuales se atiende.
- El desarrollo de nuevos proyectos estratégicos dentro de la línea ferroviaria que motive a nuevos usuarios a utilizar el servicio ferroviario y a los clientes habituales a aumentar el tráfico de volúmenes de mercancía transportados a través del ferrocarril.
- El personal requiere de reestructuración, capacitación y motivación para aumentar la certeza y eficiencia en la toma de decisiones, punto que es vital en administración de cualquier negocio.

## B. BASES DE LICITACION.

El día viernes 7 de Marzo de 1997 se publicó la "CONVOCATORIA PARA LA ADQUISICION DE LOS TITULOS REPRESENTATIVOS DEL CAPITAL SOCIAL DE FERROCARRIL PACIFICO-NORTE, S.A. DE C.V." en el Diario Oficial de la Federación (documento informativo del Gobierno). Dicho documento explica las bases para participar dentro de la licitación de la línea ferroviaria mencionada y los requisitos que deben reunir los interesados en participar para adquirir el capital social de la empresa. A continuación se mencionan los puntos más relevantes de esta licitación.

### B.1. Objeto de la Licitación.

Como se expresa en el Diario Oficial, el objeto de la licitación es la venta de acciones representativas del capital social de la empresa denominada "Ferrocarril Pacífico-Norte", la cual se llevará a cabo en dos partes: un primer paquete que proporcionará el 80% de las acciones de la empresa y que es objeto de esta licitación; y un segundo paquete que contiene el 20% restante de voto limitado sin dividendo preferente que será conservado por el Gobierno.

El segundo paquete de acciones será enajenado por el Gobierno Federal dentro de los ochenta y un meses siguientes a la firma de contrato de compraventa del primer paquete, mediante oferta pública a través del mercado de valores (La Bolsa de Valores).

Este segundo paquete de acciones de la empresa (20% del total del capital social de la empresa) puede ser adquirido mediante los siguientes mecanismos:

- i. Dado el caso de que el Gobierno Federal no enajene la totalidad o parte de acciones del segundo paquete, el Participante ganador deberá adquirirlas una vez transcurrido el citado plazo de ochenta y un meses.
- ii. Durante el plazo citado de ochenta y un meses el Participante ganador tiene la opción de adquirir este segundo paquete de acciones, siempre y cuando se comprometa a enajenarlo mediante oferta pública a través de la Bolsa de Valores.

En lo que se refiere al precio de venta del segundo paquete, éste será el mismo que el del Primer paquete actualizado.

### B.2. Patrimonio de la Empresa Ferrocarril Pacífico-Norte.

Como cita el Diario Oficial de la Federación del día viernes 7 de Marzo de 1997 en la página 40: "La empresa Ferroviaria será constituida por el Gobierno Federal, en los términos de la legislación vigente y se patrimonio se integrará entre otros por":

1. Título de concesión por 50 años, para operar y explotar la vía troncal Pacífico-Norte que incluye las obligaciones siguientes: prestar el servicio público de transporte ferroviario y los servicios auxiliares en los términos, condiciones y rutas (ver inciso A del capítulo IV) que se señalen en el respectivo título, el cual incluirá derechos de paso obligatorios (ver inciso C del capítulo VII) para tramos determinados en cada ruta en particular.
2. Título de concesión por 50 años, para operar y explotar la vía corta Ojinaga-Topolobampo, bajo las mismas condiciones y restricciones vistas en el párrafo anterior. El participante ganador se reserva el derecho de renunciar a esta concesión en un plazo de 20 días naturales a partir de la fecha del fallo.

3. Los bienes y equipo (se incluyen refacciones) para operar la Empresa Ferroviaria.
4. Incluye un 25% de las acciones representativas del capital social de la Empresa Terminal Ferroviaria del Valle de México, S.A. de C.V..
5. Incluye también los pasivos relacionados directamente con los citados activos y los derivados de la explotación de las vías concesionadas.

### **B.3. Requisitos para participar en la licitación.**

Para participar en la licitación es necesario que los participantes cumplan los requisitos siguientes:

*a. Contar con el registro.* Para obtener el registro debe de cumplirse lo dispuesto en la página 43 del Diario Oficial de la Federación con fecha 7/III/97:

La inversión extranjera solo podrá participar en el capital social de la Empresa Ferroviaria en un porcentaje mayor al 49%, si cuenta con la autorización respectiva de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras.

Solo los interesados que estén debidamente registrados podrán obtener autorización para participar en esta licitación.

*b. Obtener autorización de la Secretaría (S.C.T.).* Para lograr la autorización, los interesados deben cumplir los siguientes requisitos:

- Presentar una solicitud proporcionada por la S.C.T.. La Secretaría determinará si los interesados acreditan la capacidad jurídica, técnica, administrativa y financiera necesaria para participar en la licitación.
- Llenar un formulario en el que se incluye aquellas actividades cuya ejecución se pretenda realizar mediante la contratación de terceros; además se debe presentar una manifestación en la que los interesados aceptan participar a nombre y cuenta propios. Dentro de este formulario los interesados deben de acreditar su capacidad técnica.

*c. Garantía de seriedad.* Esta garantía -cuyo monto asciende a \$ 200'000,000.00 (doscientos millones de pesos en moneda nacional)- tiene el propósito de asegurar la seriedad de la participación, así como la obligación del Participante que resulte ganador, de celebrar el contrato de compraventa en los términos y condiciones establecidas en las bases publicadas en el Diario Oficial. La garantía será devuelta a los participantes en los siguientes casos:

- A los interesados que la hubieran constituido y no obtengan la autorización respectiva.
- A los participantes que lo soliciten, en caso de que las bases de licitación sean modificadas.
- A los participantes que expresen su deseo de no seguir participando en la licitación.
- A los participantes que hayan sido descalificados en términos de los numerales 6.2, 6.4, 6.6, 6.7 y 6.9 de las bases de licitación publicadas en el Diario Oficial mencionado anteriormente.
- En caso de que la licitación se declare desierta.
- Al participante ganador, salvo que decida aplicar su importe al pago parcial del primer paquete.
- A los participantes que hayan presentado proposiciones y no resulten ganadores.

*d. Confidencialidad.* Los participantes deben firmar un contrato de confidencialidad, ya que éstos recibirán información de la situación actual de la empresa ferroviaria.

### **B.4. Derechos de los participantes.**

A los participantes de la licitación corresponden los siguientes derechos:

#### **B.4.1. Acceso a información.**

Los participantes recibirán la información necesaria para concursar en la licitación. Esta información se detalla a continuación:

- a. Prospectos descriptivos. Estos prospectos contienen información técnica, operativa y financiera de la Empresa Ferroviaria Pacífico-Norte, la vía corta Ojinaga-Topolobampo y de la Terminal Ferroviaria del Valle de México, S.A. de C.V.
- b. Instructivo de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). El instructivo contiene la metodología en la que los participantes deberán proporcionar a la SHCP la información correspondiente al efecto de que, en el supuesto de resultar ganadores, la Empresa Ferroviaria obtenga la autorización para el manejo, almacenaje y custodia de mercancías de comercio exterior.
- c. Instructivo de la Comisión Federal de Competencia. Este instructivo tiene la finalidad de explicar al participante el proceso para solicitar a la comisión nombrada anteriormente, la opinión favorable para la intervención del concursante en el proceso de licitación.
- d. Proyectos de título de concesión. Se proporcionarán los proyectos de la vía troncal Pacífico-Norte y la vía corta Ojinaga-Topolobampo, así como el título de concesión de la Terminal Ferroviaria del Valle de México, S.A. de C.V.

#### **B.4.2. Otros derechos.**

- a. Visitas: los participantes podrán realizar visitas a las instalaciones y a las vías férreas que serán concesionadas a la Empresa Ferroviaria. Se dispondrán de tres fechas tentativas dentro de un período de aproximadamente 4 meses.
- b. Sesiones: los participantes podrán intervenir en sesiones con funcionarios de la Secretaría, del Comité, de Ferrocarriles Nacionales de México y del Agente Financiero. Únicamente se contestarán las preguntas o aclararán las dudas que se vinculen directamente con la licitación o con la empresa ferroviaria. Asimismo se podrán formular por conducto del Agente Financiero y por escrito.
- c. Sala de información: los participantes tendrán acceso a una sala de información en la que podrán revisar la información y documentación relacionada con la situación administrativa y financiera de la Empresa, así como la relativa a sus operaciones, equipo, instalaciones y mercado, que en adición a la contenida en el prospecto informativo, la Secretaría ponga a su disposición.

### **B.5. Condiciones adicionales.**

#### **B.5.1. Inversión extranjera.**

La inversión extranjera solo podrá participar en el capital social de la empresa ferroviaria en un no mayor de 49 %, en caso de querer adquirir más acciones, el participante deberá contar con la autorización de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras.

#### **B.5.2. Participación en otras licitaciones.**

La empresa Ferrocarril Pacífico-Norte, S.A. de C.V. y los accionistas de ésta podrán intervenir en las licitaciones de otras empresas ferroviarias, siempre que cumplan con los términos y condiciones que para otras licitaciones se establezcan en las convocatorias y bases respectivas, en el entendido de que no podrán adquirir directa o indirectamente, en forma individual o conjunta, más del 5% de las acciones de la Empresa Ferroviaria.

De la misma forma, la empresa Ferrocarril del Noreste, S.A. de C.V. y sus accionistas pudieron participar de la licitación del Ferrocarril Pacífico-Norte, siempre y cuando no obtuvieran más del 5% de las acciones de esta Empresa Ferroviaria.

En lo que concierne a los períodos posteriores a las licitaciones, la empresas ferroviarias concesionadas (Noreste, Pacífico-Norte y Sureste) o sus accionistas requerirán de autorización de la Comisión Federal de Competencia para adquirir acciones de las otras empresas.

Por otro lado, los participantes, que compiten entre sí dentro de la licitación, no deberán establecer, concertar o coordinar proposiciones o la abstención en la licitación.

### **B.6. Presentación de proposiciones.**

En la presentación de las proposiciones se contemplan los siguientes aspectos dentro de las bases de licitación:

La proposición de cada participante constará de dos propuestas: una técnica y otra económica. Estas propuestas deberán cumplir con las siguientes características:

- Las propuestas solo se referirán la vía troncal Pacífico-Norte y no se considerarán en modo alguno cualquier variable relativa a la vía corta Ojinaga-Topolobampo.
- Todos los participantes están obligados a presentar su sobre de proposición, aún cuando ya no tengan interés en continuar participando en la licitación. Si este caso se presenta, se debe incluir una comunicación escrita en la que expresen su deseo de retirarse de la misma.
- La presentación de la proposición implica la obligación del participante de cumplir con todos los términos y condiciones establecidos en la misma y con lo dispuesto en las bases. El participante que resulte ganador queda obligado a firmar la versión definitiva del contrato de compraventa.

### **B.7. Causas de descalificación.**

Se descalificará a los participantes debido a las siguientes causas:

- i. La falta de validez jurídica o veracidad de los documentos, incluyendo las manifestaciones escritas bajo protesta de decir verdad y la información que proporcionen los participantes conforme a los Lineamientos, Bases y Formulario en cualquier etapa del proceso.
- ii. La modificación de la información y documentación proporcionados por los participantes en cualquier etapa de la licitación o transmisión de los cualesquiera de sus derechos como participante sin la previa autorización de la S.C.T.
- iii. La sustracción no autorizada de documentación de la sala de información o la violación del convenio de confidencialidad.
- iv. La presentación de propuestas condicionadas o que no comprendan la adquisición de la totalidad del Primer Paquete.
- v. La presentación extemporánea de proposiciones.
- vi. La presentación de propuestas que no se apeguen a los formatos respectivos o no incluyan información y documentación solicitada en los mismos, si ello es fundamental para evaluarlas y emitir el fallo.
- vii. La falta de viabilidad o congruencia de la propuesta técnica.

## C. PREPARACION DE LAS PROPUESTAS TECNICA Y ECONOMICA.

Las propuestas técnica y económica deben cumplir con un número de requisitos para ser consideradas en las licitaciones de las empresas ferroviarias para estar en armonía con las leyes que regulan la participación de la iniciativa privada en las industrias o negocios que antes de la reforma legislativa, eran competencia del Gobierno. Enseguida se especifica brevemente los elementos con que cada una de estas propuestas debe contar, para poder participar del concurso de cada empresa ferroviaria.

### C.1. Propuesta técnica.

La propuesta técnica es un documento que contiene los planes de desarrollo y operación de un negocio que propone una persona, para participar de éste, además en el caso del FPN, dicha propuesta debe contener los permisos y autorizaciones que reconocen al interesado como participante legal de la licitación de la línea ferroviaria. La propuesta técnica debe considerar en su contenido los siguientes aspectos:

1. Un escrito que haga constar la veracidad, actualidad y legalidad de toda documentación e información presentadas por el participante en cualquier etapa de la licitación. Para cumplir lo anterior en la propuesta se incluyen los siguientes documentos:
  - a) Modelo Definitivo de Título de Concesión. Contiene un título de concesión por 50 años, para operar y explotar la vía troncal Pacífico-Norte que incluye las obligaciones siguientes: prestar el servicio público de transporte ferroviario y los servicios auxiliares en los términos, condiciones y rutas (ver inciso A del capítulo IV) que se señalen en el respectivo título, el cual incluirá derechos de paso obligatorios (ver inciso C del capítulo VII) para tramos determinados en cada ruta en particular. También presenta un título de concesión por 50 años, para operar y explotar la vía corta Ojinaga-Topolobampo, bajo las mismas condiciones y restricciones vistas en el párrafo anterior. El participante ganador se reserva el derecho de renunciar a esta concesión en un plazo de 20 días naturales a partir de la fecha del fallo.
  - b) Modelo Definitivo de Contrato de Compra-Venta.
  - c) Acreditación de la Capacidad Legal del Representante.
  - d) Poder Legal de los Representantes.
  - e) Constancia de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
  - f) Constancia de la Comisión Federal de Competencia.
  - g) Constancia de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras.
2. Una relación de las personas que en caso de resultar ganador, adquirirán el Primer Paquete así como el porcentaje de participación que tendrá cada una de ellas en el capital social de la empresa ferroviaria. Dentro de la propuesta técnica ofrecida por los inversionistas se incluye el siguiente documento:
  - Porcentaje de Participación de cada una de las Empresas en el Capital Social de la empresa ferroviaria.
3. Un plan de negocios para la Empresa Ferroviaria que debe contar cuando menos con proyecciones económicas, tarifas estimadas, los rendimientos esperados y sustento de tales expectativas, la estrategia de desarrollo y capacitación de recursos humanos, programas de mantenimiento y de inversiones, así como la estrategia para satisfacer los compromisos de carácter social establecidos en el título de concesión. A continuación se presentan los aspectos que cubrió la propuesta presentada por el grupo de tres empresas que participaron en la adquisición de la empresa FPN:

- a) Visión estratégica.
- b) Análisis de mercado y proyecciones de volúmenes e ingresos.
- c) Plan operativo y proyecciones de costos e inversiones.
- d) Estructura corporativa y desarrollo de recursos humanos.
- e) Plan de inicio de operaciones y transición.
- f) Terminal Ferroviaria del Valle de México.
- g) Estrategia para satisfacer compromisos de carácter social.

### C.2. Propuesta económica.

La propuesta económica debe tener las siguientes características:

- Debe referirse a la totalidad del Primer Paquete (80% de las acciones del capital social de la Empresa Ferroviaria).
- El precio ofrecido por el Primer Paquete, mismo que deberá ser cierto, determinado y en moneda nacional.
- Se deberá indicar por separado, el valor de los activos, de la concesión y el de los pasivos de la empresa ferroviaria relativos a la concesión de la vía troncal Pacífico-Norte.
- Se debe manifestar la fuente y estructura de los recursos y financiamientos con los cuales cada uno de ellos pretende cubrir el precio de la acciones, suponiendo el caso de que el participante resulte ganador.
- Una ratificación de que los participantes actúan a nombre y por cuenta propia, bajo protesta de decir verdad.



### D. CRITERIO PARA SELECCIONAR A LA EMPRESA GANADORA.

Para que la S.C.T. pueda declarar un ganador en la licitación del FPN, las propuestas presentadas deben satisfacer requisitos que aseguren que el interesado sea capaz de administrar y promover las condiciones necesarias para proporcionar un servicio confiable, eficiente y a un precio que otorgue las posibilidades de inversión dentro del Sistema Ferroviario Mexicano y que genere una utilidad que haga rentable el negocio para el inversionista, aumentando la participación del ferrocarril en el mercado nacional de transporte de carga.

Con base en lo anterior, la S.C.T. por conducto del Comité, procederá a evaluar las propuestas técnicas y descalificará aquéllas que no sean viables o congruentes con los siguientes criterios:

- i. Los planes de inversión deben considerar incrementos en la eficiencia en el servicio ferroviario.
- ii. Los programas de operación deben promover la prestación de un servicio ferroviario seguro, competitivo y eficiente, y sean técnicamente factibles.
- iii. La promoción de empleos productivos mediante programas de capacitación y adiestramiento.
- iv. La viabilidad y confiabilidad de las proyecciones económicas y financieras para cada línea de negocios.
- v. La consistencia general del plan de negocios.

Una vez evaluada y aprobada por la S.C.T. la propuesta técnica del o de los participantes, el fallo se emitirá a favor de aquél que ofrezca el precio más alto por el Primer Paquete, siempre que éste asegure las mejores condiciones económicas para el Estado. En el caso de que a criterio de la S.C.T. las propuestas económicas no sean satisfactorias, la Secretaría se reserva el derecho de declarar desierta esta licitación sin que por ello incurra en responsabilidad alguna.

## CAPITULO VI. PLAN DE NEGOCIOS.



### A. REHABILITACION DE VIAS.

Se inspeccionó la totalidad de vías que conforman el FPN y se encontraron en condiciones medianamente aceptables, y mantenida para los niveles actuales de tráfico. Sin embargo existen tramos en los cuales es necesario llevar a cabo obras que permitan establecer mejores condiciones de operación. La meta de la nueva empresa es operar las principales líneas a una velocidad máxima de 90 Km/h para tren de carga (ver figura 3 del anexo). Las otras líneas se mantendrán para velocidades de 50 a 80 Km/h, excepto los tramos donde las velocidades se restrinjan debido a la geometría. La actual estructura de la vía, así como sus condiciones, soporta estas velocidades en la mayoría de las líneas. A continuación se mencionan las principales obras a ejecutar a corto y mediano plazo para mejorar la geometría de la vía y aumentar la velocidad máxima del tren:

TRAMO	DISTANCIA (Km)	REHABILITACION	ALCANCES
Torreón a Piedras Negras	665	Reparación de vía. Nivelación, alineación y distensión de la vía.	Permitir velocidades de 80 Km/h
Hermosillo a Guadalajara	1,489	Reparación de vía. Nivelación, alineación y distensión de la vía.	Permitir velocidades de 80 Km/h
Nogales a Hermosillo y Torreón a Cd. Juárez	1,111	Reparación de vía. Nivelación, alineación y distensión de la vía.	Permitir velocidades de 70 Km/h
México a Torreón	1,117	Nivelación, alineación y distensión de la vía.	Lograr velocidades de 90 Km/h

TABLA VI.A-1 PROGRAMA DE REHABILITACION DE VIA A CORTO Y MEDIANO PLAZO.

La rehabilitación de estos tramos suma aproximadamente unos 2,500 Km de longitud. El programa total de rehabilitación de vía está basado en el reemplazo, reforzamiento del riel, en proporciones determinadas por el servicio promedio esperado de vida útil, la cantidad de tráfico y las condiciones de operación. El nivelamiento mecanizado se planea alrededor de un ciclo que promedia 3 años en todo el sistema, variando según el nivel de tráfico y las condiciones locales. Se pretende aumentar los niveles de esmerilado y soldado de riel para extender su vida útil, y de las juntas y otros componentes de vía. El esmerilado controlará la corrugación del riel y los defectos de la superficie (bandas de rodamiento); la soldadura eliminará articulaciones que producen el golpeteo del equipo rodante y motriz; y el nivelamiento adecuado, son importantes para vías con durmiente de concreto para evitar fallas prematuras. También en curvas se realizará el cambio de riel interno por el externo, en aquellos tramos donde el desgaste sea significativo.

Según datos estadísticos del A.R.E.A. (American Railroad Engineering Association) la vida útil del riel en las vías está dada por los siguientes valores:

CALIBRE DEL RIEL (lb/yd)	VIDA ÚTIL (AÑOS)		AÑO DE CAMBIO DE RIEL	
	VÍA ELÁSTICA	VÍA CLÁSICA	VÍA ELÁSTICA	VÍA CLÁSICA
136	28	22	1969	1975
115	21	15	1976	1982
112.3	20	14	1977	1983
101.5	16	11	1981	1986
100	16	11	1981	1986
90	14	10	1983	1987
85	12	10	1985	1987
80	11	10	1986	1987
75	10	10	1987	1987
65	10	10	1987	1987
60	10	10	1987	1987

TABLA VI.A-1 VIDA ÚTIL DEL RIEL SEGUN EL A.R.E.A.  
FUENTE: FERROCARRILES, FRANCISCO M. TOGNO.

Si tomamos el año de 1997 como base, según los datos estadísticos del A.R.E.A. los rieles debieron haber sido cambiados hace algunos años, como se indica en la tabla VI.A-1. Para calibres de riel en vía clásica y elástica, se presenta un vida útil mínima de 10 años. Se sabe que la vida útil del riel depende múltiples factores: el tráfico al cual es sometido, el calibre (peso en libras por yarda), el tipo de durmiente, calidad y el mantenimiento son solo algunos de ellos. La vida del riel puede variar desde 10 hasta 50 años

### A.1. Rehabilitación de rutas principales (con más tráfico de carga).

En el capítulo II (inciso B.2.5.) se analizaron los principales flujos del FPN, desde un grupo de ciudades de origen hasta otro grupo de ciudades destino. Como se vio entonces, estos flujos representan gran porcentaje del tráfico de carga del total del FPN. La capacidad de carga y la eficiencia de operación de estos tramos, dependerá de las condiciones en que se encuentre la vía. Dado el impacto que presentan estos flujos para el FPN será de vital importancia el mejorar la infraestructura de vía bajo la cual circula todo este tráfico. Para realizar el análisis en forma dinámica y sencilla se procedió a identificar las rutas que siguen estos flujos, para posteriormente analizar las condiciones actuales de la vía en los trayectos mencionados y de esta forma proponer una alternativa de solución para mejorar las condiciones actuales de operación en la vía.

CIUDAD ORIGEN	CIUDAD DESTINO	TON MILES	% TOTAL	TON Km MILES	% TOTAL	RUTA QUE SIGUE EL FLUJO
Pedro C. Morales	Concho, Las Delicias, Meoqui, Saucillo	659	2.21	540,158	3.51	Monterrey-Hipólito-Gómez Palacio-Cd. Juárez
Armería, Cuyutlán, Manzanillo, Tecmán	Alcali, Apodaca, Cadereyta, Hidalgo, La Grange, Leona, Monterrey, Salinas Victoria, Villaldama	677	2.28	459,701	2.99	Manzanillo-Irapuato-Gómez Palacio- Hipólito-Monterrey
Alzada, Colima, Coquimatlán, Jala, Madrid	Alcali, Apodaca, Cadereyta, Hidalgo, La Grange, Leona, Monterrey, Salinas Victoria, Villaldama	710	2.39	414,860	2.69	Manzanillo-Irapuato-Gómez Palacio- Hipólito-Monterrey
Armería, Cuyutlán, Manzanillo, Tecmán	San Martín, Xoxtla	403	1.35	395,361	2.57	Manzanillo-Huehuetoca
Alzada, Colima, Coquimatlán, Jala, Madrid	San Martín, Xoxtla	411	1.38	364,185	2.37	Manzanillo-Huehuetoca
Cd. Juárez	Pantaco D.F.	164	0.55	326,622	2.12	Cd. Juárez-Felipe Pescador- -Irapuato-Mariscal-Huehuetoca-Km B 265+015

CUIDAD ORIGEN	CUIDAD DESTINO	TÓN MILES	% TOTAL	TÓN-Km MILES	% TOTAL	ROUTA QUE SIGUE EL FLUJO
Cd. Juárez	Acacio, Bermejillo, Camacho, Ceballos, Escalón, G. Palacio, Gral. Banda, Jimulco, La Mancha, Nazareno, Opal, Rivas, Torreón	328	1.10	275,815	1.79	Cd. Juárez-Felipe Pescador
Nuevo Laredo	Atequiza, E. Orendain, El Castillo, Guadalajara, Incalpa, La Junta, Tequila, Tlajomulco J., Z. Paredes	838	2.82	269,956	1.75	Monterrey-Hipólito-Gómez Palacio-Felipe Pescador-Irapuato-Manzanillo
Armeria, Cuyutlán, Manzanillo, Tecmán	Castaño, Cd. Frontera, Espinazo, Hermanas, Nadadores	273	0.92	240,640	1.56	Manzanillo-Irapuato-Felipe Pescador-Gómez Palacio-Hipólito-Ramos Arizpe-Piedras Negras
Benjamin Hill, C. Industrial, Caborca, Hermosillo, La Campana, Torres	Pantaco D.F.	111	0.37	234,221	1.52	Nogales-Guadalajara-Irapuato-Mariscala-Huehuetoca-Km 265+015
Resto del tráfico		25,173	84.62	11'875,3 65	77.13	
TOTAL		29,748	100.0	15'396,8 82	100.0	

TABLA VI.A-2 PRINCIPALES FLUJOS DE 1995.

FUENTE: FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

NOTA: LOS TOTALES PUEDEN NO COINCIDIR DEBIDO AL REDONDEO EN LAS CIFRAS.

Entre estos tráficos destaca el proveniente de Pedro C. Morales (Tamaulipas) y como zona de destino Las Delicias. Este recorrido representó el 3.5% del total de las ton-Km transportadas en 1995 a través del FPN. En segundo lugar se encuentra el tráfico de Manzanillo a Monterrey con el 3.0% del total y en tercer lugar el que va de Alzada a la zona de Monterrey, con el 2.7% de las ton-Km totales. Todos estos recorridos acumulan el 22.8% de la carga total del FPN durante 1995. Se observa de esta tabla que estos tráficos inciden en la mayoría de los casos en las mismas rutas, de las cuales, si eliminamos algunos puntos intermedios se resumen en las siguientes:

- Huehuetoca - Km B 265+015 (Línea B)
- Mariscala-Irapuato (Línea A)
- Irapuato - Cd. Juárez (Línea A)
- Monterrey - Hipólito (Línea M)
- Hipólito - Gómez Palacio (Línea M)
- Tampico-Gómez Palacio (Línea M)
- Piedras Negras - Ramos Arizpe (Línea R)
- Guadalajara - Nogales (Línea T)

Estas rutas soportan en todos sus tramos entre 110 y 120 ton de peso bruto por carro de 4 ejes. Por la intensidad de tráfico a que están sujetas las líneas mencionadas, se espera que estas presenten un mayor grado de desgaste. A continuación se propondrá un plan de rehabilitamiento de estas vías, las cuales en su mayoría presentan condiciones aceptables de trabajo, sin embargo, algunas líneas pueden ser mejoradas con la finalidad de incrementar la eficiencia y capacidad en el tráfico de carga. Antes del análisis cabe aclarar los siguientes conceptos:

- El riel de 100 lb/yard puede soportar la intensidad del tráfico (hasta 110 toneladas de peso bruto por carro de 4 ejes) que circula actualmente por dichas líneas.

- Se considerará que la fecha de laminación del riel coincide con la fecha en que fue instalado en la vía. Esta suposición no es aplicable en la realidad, pero se considerará de esta manera porque en los tramos que predominan años de laminación muy antiguos es más probable que el desgaste del riel sea mayor y por lo tanto será recomendable revisar el grado de desgaste que ha sufrido el riel, y según las condiciones de uso en que se encuentre, éste deberá ser sustituido o esmerilado. Como máximo de desgaste se aceptará el 25% de la sección transversal del riel. El esmerilado solamente puede corregir defectos menores o iguales a 3 mm, en caso de que el desgaste sea mayor, se recomienda la sustitución del tramo de riel en el cual se sobrepase este desgaste. El esmerilado no disminuye la capacidad de carga del riel. Para la sustitución del riel, primero deberá considerarse la utilización de riel de recobro de 1a clase, y en caso de no existir en inventarios, se procederá a utilizar riel nuevo del mismo calibre que el anterior, a menos que se especifique lo contrario.
- Las líneas con riel de calibre menor a 100 lb/yd son vía clásica, aunque también existen algunas líneas con rieles mayores a 100 lb/yd bajo el sistema clásico de vía.

A continuación se analizan las características de los rutas troncales del FPN con mayor intensidad de tráfico:

TRAMO	LONG (Km)	CALIBRE DEL RIEL(*)		FECHA DE LAMINACION	JUNTA (*)	DURMIEN-TE (*)	TIPO DE TRAZADO	DIVISION Y LINEAS
Huehuetoca - Manzanillo	937.3	115 RE 112.3 RE	95 % 5 %	1966-1994	SC STR EMP	M y C	Elástica y Clásica	Irapuato (B) y Guadalajara (I)
Irapuato-Cd. Juárez	1,616.3	100 ARA-A 100 RE 115 RE	88 % 12 %	1960-1993	SC EMP	M y C	Clásica y Elástica	Torreón (A), Centro (A) y Chihuahua (QA)
Monterrey-Hipólito	148.0	115 RE 112.3 RE	100 %	1960-1981	SC EMP	M y C	Elástica y Clásica	Golfo (M)
Tampico-Monterrey	508.0	115 RE	100%	1979-1984	SC EMP	M y C	Elástica y Clásica	Golfo (M)
Hipólito-Gómez Palacio	221.2	112.3 RE 115	96 % 4 %	1957	STR SC EMP	M	Clásica	Torreón (M)
Piedras Negras-Ramos Arizpe	424.6	100 ARA-A 115 RE 112.3 RE	51 % 47 % 2 %	1962-1995	SC EMP	M y C	Elástica Clásica	Monclova (R)
Guadalajara-Nogales	1'018.1	115 RE 112.3 RE 100 ARA-A	90 % 6 % 4 %	1952-1993	SC EMP	M y C	Elástica y Clásica	Sonora (T) y Sinaloa (T)

TABLA VI.A-3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS CON MAS INTENSIDAD DE TRAFICO DEL FPN.

FUENTE: F.N.M.

(\*)De la tabla anterior se tiene la siguiente nomenclatura: Durmiente: Concreto (C), Madera (M); Juntas: Soldadura Continua (SC), Emplanchuelada (EMP), Soldadura en Tramos (STR); Riel: Railroad Engineering (RE), American Railroad Association (ARA), Asociación Americana de Ingeniería Civil (ASCE).

Se proponen las siguientes modificaciones para el mejoramiento de la vía:

### **A.1.1. Rehabilitación del riel.**

Se revisará la capacidad y probable vida útil del riel en cada uno de los tramos analizados en la tabla VI.A-3:

- **HUEHUETOCA-MANZANILLO:** La capacidad del riel se considera suficiente para soportar 120 ton de peso bruto por carro de 4 ejes de acuerdo a la capacidad de la vía y los puentes. Será necesario revisar el desgaste de los rieles de 115 lb/yd con fecha de laminación menor a 1976 en el caso de la vía elástica y a 1982 en el de vía clásica; y para el riel de 112 lb/yd con fecha de laminación inferior a 1977 en vía elástica y 1983 en vía clásica, pues según el A.R.E.A. estos rieles han superado su vida útil. En caso de que estos rieles presenten un desgaste excesivo, se deberán sustituir por rieles nuevos o de recobro de primera clase.

- **IRAPUATO-CD. JUAREZ:** La capacidad de la línea A en los tramos Irapuato-Rivas y Chihuahua-Ciudad Juárez es de 120 toneladas de peso bruto por carro de 4 ejes; y el tramo de Rivas-Chihuahua soporta hasta 100 toneladas de peso bruto por carro de 4 ejes. La capacidad de toda la línea se considera aceptable para el tráfico actual, sin embargo debe inspeccionarse los rieles de 115 lb/yd con fecha de laminación inferior a 1976 en el caso de vía elástica y 1982 en el de vía clásica; y el riel de 100 lb/yd laminado antes de 1981 para vía elástica y 1986 para vía clásica. En caso de que estos rieles presenten un desgaste excesivo, se deberán sustituir por rieles nuevos o de recobro de primera clase.
- **TAMPICO-MONTERREY:** La capacidad de la línea M en el tramo Arbol Grande-San Juan soporta hasta 110 toneladas por carro de 4 ejes y el tramo San Juan-Monterrey puede transportar carros de hasta 120 toneladas de peso bruto. La capacidad de la línea se considera satisficará las demandas de tráfico actual. Como el año de laminación que predomina es 1979-1985, se puede esperar todavía un lapso útil de la vida del riel.
- **MONTERREY-HIPOLITO:** La capacidad de este pequeño tramo de vía es de 120 toneladas de peso bruto, suficiente para soportar la demanda de tráfico actual. Será necesario revisar las condiciones de desgaste de los rieles de 115 lb/yd con fecha de laminación menor a 1976 en el caso de la vía elástica y a 1982 en el de vía clásica; y para el riel de 112 lb/yd con fecha de laminación inferior a 1977 en vía elástica y 1983 en vía clásica, pues estos rieles han superado su vida útil. En caso de que estos rieles presenten un desgaste excesivo, se deberán sustituir por rieles nuevos o de recobro de primera clase.
- **HIPOLITO-GOMEZ PALACIO:** La capacidad del riel en este tramo de línea (M) es de 120 toneladas de peso bruto por carro de 4 ejes, suficiente para la carga de tráfico actual. Se deberá inspeccionar el riel de 115 y 112 lb/yd en la totalidad del tramo, pues según el A.R.E.A. el riel ha superado su vida útil. En caso de que el riel presente un desgaste excesivo, deberá ser sustituido con riel nuevo o de recobro de primera clase del mismo calibre.
- **PIEDRAS NEGRAS-RAMOS ARIZPE:** La capacidad de carga del riel de la línea "R" puede soportar carros de 120 toneladas de peso bruto, cantidad suficiente para las condiciones actuales de tráfico. La revisión de rieles de 115 lb/yd con fecha de laminación menor a 1976 en el caso de la vía elástica y a 1982 en el de vía clásica; para el riel de 112 lb/yd con fecha de laminación inferior a 1977 en vía elástica y 1983 en vía clásica; y el riel de 100 lb/yd laminado antes de 1981 para vía elástica y 1986 para vía clásica. En caso de que el riel presente un desgaste excesivo, deberá ser sustituido con riel nuevo o de recobro de primera clase del mismo calibre.
- **GUADALAJARA-NOGALES:** La capacidad de carga de la línea T se divide en 120 toneladas de peso bruto en el tramo Guadalajara-Mazatlán y 100 toneladas de peso bruto en el tramo Mazatlán-Nogales, suficiente para las condiciones actuales de carga. Es importante también la inspección del riel de 115 lb/yd con fecha de laminación menor a 1976 en el caso de la vía elástica y a 1982 en el de vía clásica; para el riel de 112 lb/yd con fecha de laminación inferior a 1977 en vía elástica y 1983 en vía clásica; y el riel de 100 lb/yd laminado antes de 1981 para vía elástica y 1986 para vía clásica. En caso de que el riel presente un desgaste excesivo, deberá ser sustituido con riel nuevo o de recobro de primera clase del mismo calibre.

### A.1.2. Rehabilitación de la vía.

Como se aprecia en el "Resumen de riel soldado" (ver tablas 3,4,5,6,7 y 8 de los anexos) se tienen 3890 Km (60% del total) de vía con riel soldado y 2631 Km (40% del total) de vía clásica. Dadas las ventajas que proporciona la vía elástica, es deseable instalarla en las rutas troncales del FPN. La rehabilitación de la vía incluye los siguientes conceptos:

- El cambio de durmientes aumentará la vida útil de la vía y se recomienda la utilización de durmientes monolíticos tipo "DYWIDAG", que entre las ventajas que proporciona se enumeran:
  - Un mayor peso que es conveniente para la vía;
  - gran seguridad en la sujeción de los rieles, conservación del escantillón y posición de la vía;
  - resistencia a los agentes externos, intemperie y ataque de animales y vegetales;
  - larga vida de servicio (mayor de 50 años si se tiene un buen diseño);
  - reposición simultánea en grandes tramos, al final de su vida útil;
  - mínimos requisitos de almacenamiento;
  - ilimitadas posibilidades de producción; y
  - su costo es menor comparado con los otros durmientes de concreto.

- Este tipo de durmiente debe presentar las siguientes características: el largo nominal del durmiente de concreto será de 2.4 metros, el ancho mínimo de 15 centímetros en su parte superior y de 20 centímetros en su parte inferior, la altura mínima del durmiente será de 15 centímetros. El concreto utilizado para fabricar este durmiente debe tener un revenimiento de 0% y una resistencia mínima a la compresión de 600 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y a la tensión por flexión de 65 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, de acuerdo a la prueba de cubo de 20x20 cm. El curado del concreto deberá efectuarse mediante vapor húmedo a presión ambiental que permita acelerar la resistencia del concreto antes de aplicar la carga de preesfuerzo que no será menor de 450 kg/cm<sup>2</sup> en prueba de cubo. Para efectos de construcción, los durmientes se colocarán a cada 60 centímetros, mientras que los de madera se colocan a cada 50 centímetros.
- Se hace la siguiente aclaración: en curvas mayores de 4° se deberá utilizar durmiente de madera, ya que en estos sitios el durmiente de concreto presenta efectos de descubetado. Para efectos de la rehabilitación propuesta, se considerará que no existen curvas mayores a 4°.
- La fijación elástica para cada extremo del durmiente de concreto consiste de dos grapas elásticas, una placa de hule acanalada tipo CHEVRON y dos pernos tirafondos. Este conjunto permitirá unir sin juego pero en forma elástica, el riel al durmiente. La fijación RN consta de dos grapas elásticas, dos pernos de tuerca, una placa de hule acanalado, dos roldanas planas y un cojinete semicilíndrico. Este conjunto se coloca en cada riel por el lado exterior de la vía y en caso de que esta sea señalizada, a este conjunto se le agregará una roldana aislante.
- Para la unión de rieles mediante soldadura se deberá utilizar soldadura aluminotérmica, la cual emplea material de aportación. En las uniones de rieles soldados por este procedimiento, se debe aplicar básicamente la reacción fuertemente exotérmica provocada por encendido de una mezcla de aluminio y óxido de hierro, la que aporta gran cantidad de calor, a una temperatura cercana a 2600 °C. El producto de fusión debe ser una aleación con característica metalúrgicas y de resistencia que igualen o superen en calidad las de los rieles en que se utiliza.

Para la rehabilitación se tienen los siguientes casos (ver anexo):

- I. Riel Soldado Continuo sobre durmiente de concreto biblock.
- II. Riel Soldado Continuo sobre durmiente de concreto monoblock.
- III. Riel Soldado Continuo vía clásica clavada en durmiente de madera común.
- IV. Riel Soldado Continuo vía francesa fijación elástica con durmientes de madera entallada.
- V. Vía Clásica.

No será necesario rehabilitar los tramos de vía que estén dentro de los casos I y II, pues estos están formados de vía elástica, cuyos elementos (durmientes de concreto tipo "RS" y "Dywidag", fijaciones doblemente elástica y soldadura) se encuentran en buenas condiciones. La rehabilitación se limitará a los casos III, IV y V, en donde la vía está conformada por riel continuo soldado para los casos III y IV, pero con durmiente de madera; y para el caso V donde será necesario sustituir durmientes de madera por durmientes de concreto tipo "Dywidag", fijaciones de clavos por fijaciones doblemente elásticas y la unión de rieles mediante planchuelas por soldadura aluminotérmica. Para aclarar mejor el proceso de rehabilitación se puede observar el cuadro presentado en la tabla 8 de los anexos, en donde se hacen las siguientes observaciones según el caso de que se trate:

- **CASO III.** Será necesario rehabilitar 567.26 Km distribuidos en todo el FPN, donde destacan las divisiones de Sonora y Sinaloa (T) con 234.5 Km; Irapuato (B) con 131.44 Km; y Monclova (R) con 106.7 km. En estos tramos se tiene vía con riel soldado continuo en vía clásica clavada sobre durmiente de madera común. Se sustituirán 1'107,449 durmientes de madera por 945,440 durmientes de concreto tipo "Dywidag". Se cambiarán fijaciones de clavos por fijación doblemente elástica en 567.264 Km del FPN.
- **CASO IV.** Dentro de este caso entran 195 Km de vía del FPN, sobresaliendo las divisiones de Baja California (U), con 96 Km; Sonora y Sinaloa (T), con 73 Km; y Guadalajara (I), con 14 km. Se sustituirán 379,575 durmientes de madera entallada por 325,063 durmientes de concreto tipo "Dywidag". Existe la posibilidad de reutilizar las fijaciones elásticas de la vía antigua, siempre y cuando éstas se encuentren en buen estado y se les someta a cambio de partes intercambiables desgastadas.
- **CASO V.** Se tienen 2631 Km (40 % del total) de vía clásica dentro del FPN. Las divisiones que más kilómetros tienen dentro de este caso son: Torreón (A), con 1267 Km; Sonora y Sinaloa (T), con 866 Km; y Monclova (R), con 179 Km. Para rehabilitar estos tramos será necesario intercambiar 5'262,148 durmientes de madera por 4'385,123 durmientes de concreto tipo "Dywidag". Junto con el cambio de durmientes se utilizarán fijaciones doblemente elásticas y se unirán los rieles mediante soldadura aluminotérmica.

En total será necesario rehabilitar 3890 Km de vía en todo el FPN, con la siguiente distribución: la división Irapuato (B), 208 Km; la división Centro (A), 35 Km; la división Torreón (A), 1278 Km; la subdivisión Chihuahua, 25 Km; la división Guadalajara, 190 Km; la división Golfo (M), 83 Km; la división Monclova (R), 286 Km; las divisiones Sonora y Sinaloa (T), 1174 Km; y la división Baja California (U), 115 km. Las cantidades anteriores reflejan un marcado atraso en cambio de vía en las divisiones de Torreón, Sonora y Sinaloa, que son rutas troncales en donde se observó que a través de ellas circula gran parte del tráfico del FPN (ver tabla VI.A-3). Si se pretende aumentar la capacidad y eficiencia de las operaciones del FPN será de vital importancia rehabilitar los siguientes tramos, pertenecientes a las rutas troncales del FPN:

1. La línea B desde Huehuetoca (Km B49+000) hasta la Griega (Morelos 227+816) para aumentar la capacidad de la vía, pues se tiene un derecho de paso con duración de 2 años otorgado al FPN (ver inciso C.5. del capítulo VII) para evitar la saturación de esta línea. Además la línea B es la única que comunica al Distrito Federal.
2. Los tramos que se encuentran en la división Guadalajara (línea I) pues a través de esta ruta se une al puerto de Manzanillo con el resto del país, donde se espera incrementar el tráfico de mercancías hacia la Cd. de Guadalajara, México y Monterrey principalmente.
3. La línea R (división Monclova) que comunica al paso fronterizo de Piedras Negras necesita aumentar su capacidad y eficiencia en el tráfico de carga, pues se espera competir con el paso de Nuevo Laredo perteneciente al FNE.
4. La ruta que corre de Gómez Palacio a Hipólito (línea M) comunica a la Ciudad de Monterrey, al paso fronterizo de Piedras Negras y al Puerto de Altamira. Todos estos puntos estratégicos aumentarán sus flujos de carga en un futuro cercano, y será necesario contar con una vía eficiente y con suficiente capacidad de carga.
5. Las líneas incluidas en las divisiones Sonora (T), Sinaloa (T), Baja California (U) y Torreón (A) son estratégicas proporcionan acceso hacia el Oeste de los E.U. y a las zonas agrícolas de Sinaloa y Sonora. Estas rutas son las que más sufren por el atraso en rehabilitación de vía.

## A.2. Rehabilitación de otros tramos importantes de vía.

Aunque ya se han analizado los tramos en los que se presenta el tráfico más intenso del FPN, existen otros tramos que aunque no pertenecen a las líneas troncales; tendrán un papel estratégico en el desarrollo del ferrocarril, pues las regiones o ciudades a las cuales comunican actualmente tienen un rol económico importante para el país o se planea un crecimiento en un futuro no muy lejano de la zona en cuestión. Del buen desempeño de algunas de estas líneas dependerá también el estímulo de los industriales o empresarios locales a utilizar el ferrocarril como medio de transporte de sus mercancías. Entre los tramos de vía que se consideran de importancia estratégica se encuentran:

1. Los pasos fronterizos con E.U..
2. Las conexiones con puertos.
3. Los accesos a las principales ciudades industriales del país.

A continuación se presenta un cuadro con los tramos de vía secundaria más importantes del FPN y las características de la vía:

TRAMO	LONG (Km)	CALIBRE DEL RIEL (")	FECHA DE LAMINACION	JUNTA (")	DURAM (")	TIPO DE TRACCION	DIVISION Y LINEAS
<b>PUERTOS</b>							
Altamira-Puerto Altamira	19.800	115 RE	100 %	1982	SC	C	Elástica Golfo (MB)
Mazatlán-Muelles	4.654	100 ARA-A	100 %	1957	EMP	M	Clásica Sinaloa (TK)
Empalme-Guaymas	7.966	100 ARA-A 80 ASCE	86 % 14 %	1957	EMP	M	Clásica Sonora (TF)
<b>PASOS FRONTERIZOS</b>							
Línea Divisoria-Pascualitos	13.967	100 ARA-A 90 ARA-A 80 ASCE	82 % 6 % 12 %	1924-1982	EMP	M	Clásica Baja California (UA)
<b>ACCESOS A CIUDADES</b>							
Emp. Línea AJ-Emp. Dto. Viesca	1.150	60 CM	100 %	1902	EMP	M	Clásica Torreón (AJ)
Emp. Dto. Viesca-KmJ-12+656	4.130	80 ASCE	100 %	1946	EMP	M	Clásica Torreón (J)



TRAMO	LONG (km)	CALIBRE DEL RIEL(*)		FECHA DE LAMINACION	JUNTA (*)	DURM (*)	FIJACION	DIVISION Y LINEAS
Salamanca-Salamanca	0.800	112.3 RE	98 %	1968	EMP	M	Clásica	Irapuato (AC)
Silao-Noche Buena	15.831	112.3 RE	100%	1951	EMP	M	Clásica	Centro (AE)
Cadena-Cadena	0.300	80 ASCE	100 %	1930	EMP	M	Clásica	Torreón (AK)
Torreón-Torreón	1.800	101.5 RE	100 %	1958	EMP	M	Clásica	Torreón (AD)
Felipe Pescador-Felipe Pescador	0.972	112.3 RE	100 %	1941	EMP	M	Clásica	Centro (DC)
Yurécuaro-Yurécuaro	0.800	115 RE	100 %	1976	EMP STR	M	Clásica	Guadalajara (IB)
Ocotlán-Ocotlán	0.700	100 ARA-A	100 %	1960	EMP	M	Clásica	Guadalajara (IC)
Calles-Calles	1.000	112.3 RE	100 %	1960	EMP	M	Clásica	Golfo (MA)
Allende-Allende	3.377	75 CM 80 ASCE 100 ARA-A	76 % 23 % 1 %	1931-1963	EMP	M	Clásica	Monclova (RA)
Sabinas-Sabinas	3.000	75 CM 80 ASCE 100 ARA-A	45 % 41 % 14 %	1927-1962	EMP	M	Clásica	Monclova (RB)
Barroterán-Barroterán	3.000	100 ARA-A 80 ASCE 112.3 RE	2 % 55 % 43 %	1905-1962	EMP	M	Clásica	Monclova (RC)
Cd. Frontera- Cd. Frontera	3.250	100 RE	100 %	1966	STR	M	Clásica	Monclova (RD)
Escalón-Escalón	0.824	100 ARA-A	100 %	1966	STR	M	Clásica	Monclova (RD)
Jiménez-Jiménez	0.685	112.3 RE	100 %	1943	STR	M	Clásica	Chihuahua (P)
Nogales-Nogales	0.500	100 ARA-A	100 %	1957	EMP	M	Clásica	Sonora (TA)
Hermosillo- TD 0+400	0.400	65 ASCE	100 %	1947	EMP	M	Clásica	Sonora (TD)
Hermosillo- TE 17+000	17.000	90 RE	100 %	1911	EMP	M	Clásica	Sonora (TE)
Naranja-Guasave	25.970	90 ARA-A	100 %	1913	EMP	M	Clásica	Sinaloa (TH)

TABLA VI.A-4 TRAMOS DE VIA SECUNDARIA QUE REQUIEREN REHABILITACION.

(\*)De la tabla anterior se tiene la siguiente nomenclatura: Durmiente: Concreto (C), Madera (M); Juntas: Soldadura Continua (SC), Emplanchuelada (EMP), Soldadura en Tramos (STR); Riel: Railroad Engineering (RE), American Railroad Association (ARA), Asociación Americana de Ingeniería Civil (ASCE).

La rehabilitación de estos tramos comprende los siguientes puntos:

#### PUERTOS.

- **Altamira-Puerto de Altamira.** Este tramo se encuentra en buenas condiciones pues en toda su extensión tiene vía elástica con durmiente de concreto, con calibre de riel que soporta la carga del tráfico y cuya vida útil se espera que dure hasta el año 2003.
- **Mazatlán-Muelles.** Se observa que la vida útil de este tramo ha sobrepasado las especificaciones del A.R.E.A., que todavía cuenta con juntas emplanchueladas y durmiente de madera. Dichas condiciones limitan la capacidad de la vía para el tráfico de carga hacia el puerto. La rehabilitación de este tramo consistirá en la revisión del desgaste del riel en toda la longitud del tramo y del cambio de vía clásica por vía elástica en los 4.654 Km que lo conforman, con fijación doblemente elástica y durmiente de concreto tipo "Dywidag". Serán necesarios 7773 durmientes de concreto tipo "Dywidag" con sus respectivas fijaciones doblemente elástica.

- **Empalme-Guaymas.** La condición actual de este tramo es precaria, pues el 100% de la longitud de éste tiene vía clásica y un 14% del total está hecho con riel de 80 lb/yd. Las juntas son emplanchueladas en la totalidad del tramo y los durmientes son de madera, además la vida útil de riel ha caducado según las especificaciones del A.R.E.A. La rehabilitación consiste en las siguientes acciones: cambio del riel de 80 lb/yd en una longitud de 1.12 Km, sustituyéndolo por riel de 100 lb/yd; revisión del desgaste del riel de 100 lb/yd en 6.85 Km que tengan fechas de laminación inferiores a 1986; cambio de vía clásica por vía elástica con las siguientes características: fijación doblemente elástica, unión mediante soldadura continua, durmiente de concreto tipo "Dywidag" y riel de 100 lb/yd. Se calcula que en la rehabilitación de este tramo serán necesarios 13,304 durmientes de concreto.

En las conexiones con los puertos del país, será necesario realizar el cambio completo de 12.62 Km de vía clásica a vía elástica en todos sus elementos, es decir, la rehabilitación consiste en el cambio de riel con calibre mínimo de 100 lb/yd, durmientes de concreto tipo "Dywidag" y fijación riel-durmiente doblemente elástica. Así mismo, en toda la longitud se deberá unir los rieles mediante soldadura continua.

#### PASOS FRONTERIZOS.

- **Línea Divisoria-Pascualitos.** Este tramo necesitará la rehabilitación total, pues para en un futuro se espera aumentar el intercambio de tráfico entre los ferrocarriles estadounidenses y mexicanos en otros punto fronterizos, además del existente en Nuevo Laredo. La rehabilitación de este tramo conlleva las siguientes acciones: construcción de vía elástica en la totalidad de la longitud del tramo (13.967 Km), con durmiente de concreto tipo "Dywidag" y fijación doblemente elástica. Se deberá cambiar el riel en 2.51 Km con calibre menor o igual a 90 lb/yd, sustituyéndolo por riel de 100 lb/yd; además se deberá revisar el grado de desgaste en 11.45 Km para el riel de 100 lb/yd con fecha de laminación menor al año de 1986. Se calcula que serán necesarios 23,325 durmientes de concreto.

El cambio de riel se calcula en 2.51 Km como mínimo (esta distancia equivale a la longitud de los tramos con riel de 90 y 80 lb/yd); falta considerar los tramos de 100 lb/yd en los cuales los rieles ya han sobrepasado su vida útil.

#### ACCESOS A CIUDADES.

En forma resumida se presenta el cuadro con los accesos a las principales ciudades y las características de la vía después del proceso de rehabilitación:

TRAMO	LONG (Km)	CALIBRE DEL RIEL (")	JUNTA (%)	FIJACION (")	DURMIENTE	DIVISION Y LINEAS
Emp. Línea AJ-Emp. Dto. Viesca	1.15	100 RE	100%	SC	STR	Torreón (AJ)
Emp. Dto. Viesca- Km J-12+656	4.13	100 RE	100%	SC	STR	Torreón (J)
Silao-Noche Buena	15.831	112.3 RE	100%	SC	STR	Centro (AE)
Salamanca-Salamanca	0.800	112.3 RE 115 RE	98% 2%	SC	STR	Irapuato (AC)
Cadena-Cadena	0.300	100 RE	100%	SC	STR	Torreón (AK)
Torreón-Torreón	1.800	101.5 RE	100%	SC	STR	Torreón (AD)
Felipe Pescador-Felipe Pescador	0.972	112.3 RE	100%	SC	STR	Centro (DC)
Yurécuaro-Yurécuaro	0.800	115 RE	100%	SC	STR	Guadalajara (IB)
Ocotlán-Ocotlán	0.700	100 ARA-A	100%	SC	STR	Guadalajara (IC)
Calles-Calles	1.000	112.3 RE	100%	SC	STR	Golfo (MA)
Allende-Allende	3.377	100 ARA-A	100%	SC	STR	Monclova (RA)
Sabinas-Sabinas	3.000	100 ARA-A	100%	SC	STR	Monclova (RB)
Barroterán-Barroterán	3.000	100 ARA-A 112.3 RE	57% 43%	SC	STR	Monclova (RC)
Cd. Frontera- Cd. Frontera	3.250	100 RE	100%	SC	STR	Monclova (RD)
Escalón-Escalón	0.824	100 ARA-A	100%	SC	STR	Monclova (RD)
Jiménez-Jiménez	0.685	112.3 RE	100%	SC	STR	Chihuahua (F)
Nogales-Nogales	0.500	100 ARA-A	100%	SC	STR	Sonora (TA)
Hermosillo- Km TD 0+400	0.400	100 RE	100%	SC	STR	Sonora (TD)
Hermosillo- Km TE 17+000	17.000	100 RE	100%	SC	STR	Sonora (TE)
Naranja-Guasave	25.970	100 RE	100%	SC	STR	Sinaloa (TH)

TABLA VIA-5 TRAMOS DE VIA SECUNDARIA REHABILITADOS.

(\*)De la tabla anterior se tiene la siguiente nomenclatura: Durmiente: Concreto (C), Madera (M); Juntas: Soldadura Continua (SC), Emplanchuelada (EMP), Soldadura en Tramos (STR); Riel: Railroad Engineering (RE), American Railroad Association (ARA), Asociación Americana de Ingeniería Civil (ASCE).

\*\* Se utilizará riel de recobro que presente condiciones aceptables de desgaste.

Del análisis anterior se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se deberá inspeccionar el desgaste del riel en 800 metros de riel de 115 lb/yd con fechas anteriores a 1976 en vía elástica y 1982 en vía clásica; 18.488 Km de riel de 112.3 lb/yd con fechas de laminación anteriores a 1977 en vía elástica y 1983 en vía clásica; el riel de 101.5 lb/yd será revisado en 1.8 Km con fechas de laminación anteriores a 1991 en vía elástica y 1986 en vía clásica; el riel de 100 lb/yd en 58.321 Km con fechas anteriores a 1981 en vía elástica y 1986 en vía clásica. En total se revisarán 63.578 Km de vía en las vías secundarias del FPN.
- El cambio de riel se efectuará en aquellos tramos que presenten calibre menor a 100 lb/yd, entre los cuales se encuentran: Emp. Dto. Viesca (línea AJ), emp. dto. Viesca-km 12+656, Cadena-Cadena, Allende-Allende, Sabinas-Sabinas, Barroterán-Barroterán, Hermosillo-km TE 17+000 y Naranjo-Guasave. En total será necesario instalar 39.52 Km de 100 lb/yd, teniendo la posibilidad de utilizar riel de recobro de 1a y 2a clase para la rehabilitación de estos tramos.
- La rehabilitación en estos tramos se limitará solamente al cambio de riel, pues no se considera como prioridad el instalar vía elástica en estos tramos. Se recomienda realizar la soldadura para lograr tramos de riel largo soldado que mejorará las condiciones de operación de la vía. Se limitará a revisar el estado de los durmientes de madera creosotada.

### A.3. Cambio de riel en el FPN.

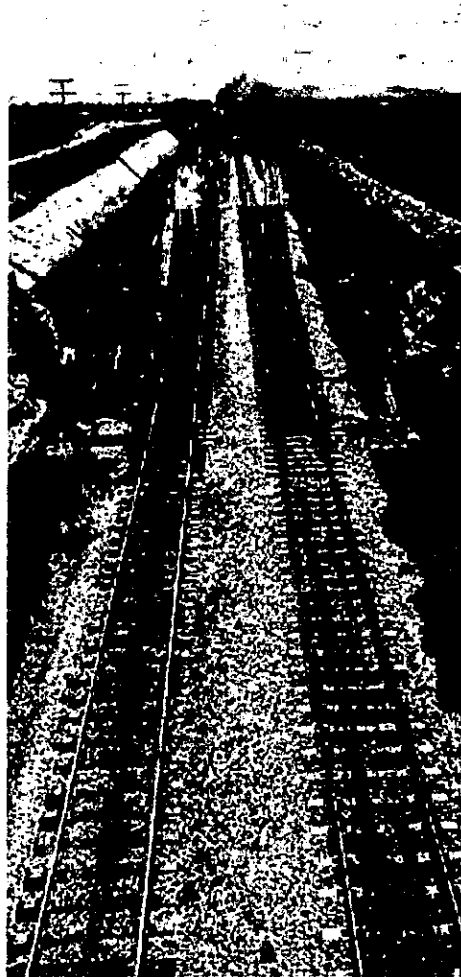
Debido a la baja capacidad de carga que presentan los calibres de riel menores a los 100 lb/yd, será necesario sustituir todos los tramos con riel de 90, 85, 80, 75, 70 y menores de 70 lb/yd, pues limitan el volumen de carga que puede ser transportado a través de la línea. En la tabla del anexo de este capítulo se observan los tramos que conforman cada una de las divisiones en que se divide el FPN y los tipos y longitudes del riel que conforman estos tramos. De dicha tabla se obtienen las siguientes conclusiones:

- Los rieles con calibre menor a 100 lb/yd conforma el 1.5% (124.7 Km) del total de longitud de vía del FPN. Estos rieles serán sustituidos por otros con calibre mínimo de 100 lb/yd, ya sea riel de recobro o nuevo.
- La distribución de riel menor de 100 lb/yd en cada división es como sigue:
  - Torreón: 5.58 Km
  - Chihuahua: 20.88 Km
  - Guadalajara: 9.232 Km
  - Monclova: 7.573 Km
  - Sonora: 52.955 Km
  - Sinaloa: 25.97 Km
  - Baja California: 2.51 Km



#### A.4. Rehabilitación de vía en zonas conflictivas.

En cuanto a la rehabilitación de los puntos conflictivos dentro del FPN, se deberá aplicar el mantenimiento y correcciones necesarias (recomendadas en el capítulo III, inciso B.5) para proporcionar las condiciones de seguridad en la operación de trenes en los 553 Km que presentan problemas de cimentación de terracerías y estabilidad de taludes y disminuir la emisión de órdenes de precaución que disminuyen la velocidad de operación de los trenes. Estos tramos son: Irapuato-Ocotlán (208 Km), Mazatlán-Culiacán y Santa Ana-Nogales (estos dos últimos tramos suman 150 Km con problemas de cimentación); y las regiones conflictivas de Atenquique (división Guadalajara), Roseta y Barrancas (división Sinaloa) que juntas suman un total de 195 Km por ser rehabilitados. De estas regiones, se tiene la prioridad de solucionar los problemas de Atenquique (a través de este punto se comunica al Puerto de Manzanillo), Roseta y Barrancas (a través de estos puntos se accesa hacia Benjamín Hill y la Frontera) y de los tramos de Mazatlán-Culiacán (proporciona acceso a la frontera con E.U.). Las obras de rehabilitación de estos tramos se especifican en el capítulo III de este trabajo de tesis.



## B. MEJORAMIENTO DE EQUIPO.

### B.1. Equipo motriz.

Para poder brindar el servicio ferroviario, el FPN tiene a su disposición 405 locomotoras que en forma agregada suman una fuerza motriz de 1'115,250 HP. Esta flota tiene una antigüedad promedio de 15.3 años y está integrada por 19 modelos de locomotoras diferentes. Para el mejoramiento del equipo motriz del FPN se deben considerar las siguientes acciones:

1. Puesta cero. Se deberá realizar una inspección general de las condiciones físicas y operativas del equipo tractivo del FPN, para lo cual se tendrá que cumplir con las siguientes acciones (ver figura 6 de los anexos):

- a) *Chequeo físico.* Se analizará el funcionamiento de las distintas partes que conforman a la locomotora:
  - a) Cabina corta (Nariz corta),
  - b) cabina del maquinista,
  - c) cabina auxiliar,
  - d) cabina del motor diesel,
  - e) cabina del radiador,
  - f) partes de la tarima,
  - g) calentadores, aire acondicionado y enfriador de agua,
  - h) freno de aire,
  - i) generadores de tracción, alternadores de tracción y toma de fuerza,
  - j) compartimiento del equipo de control (alto voltaje),
  - k) compartimiento del equipo de control (bajo voltaje),
  - l) cables, alambres, terminales, tuberías, mangueras, etc. y
  - m) motor diesel.
- b) *Análisis de la condición operativa.* El equipo motriz del FPN deberá ser sometido a pruebas operativas, en donde se observará el funcionamiento de todos los componentes de la locomotora. Se pondrá atención a la detección de ruidos anormales y operación deficiente del equipo, revisando la eficiencia en el desempeño de un conjunto de componentes y en particular cada elemento de la locomotora.
- c) *Expediente de la locomotora.* Será necesario contar con los expedientes de mantenimiento de la locomotora, que por lo común están en posesión del antiguo dueño, en el caso del FPN, FNM tiene a disposición los correspondientes a todo el equipo motriz de cada empresa. Con esta información se analiza el mantenimiento de cada una de las locomotoras del FPN en donde serán puntos importantes a revisar los siguientes:
  - Última reparación.
  - Equipo de cambio reciente.
  - Equipo que no ha sido sustituido y tiempo de vida de éste.

2. Plan de rehabilitación (mantenimiento). Para el mejoramiento del equipo existente del FPN, se clasificará a las locomotoras en tres grupos principalmente y de acuerdo a las condiciones en que se encuentra el equipo en el momento de obtener los resultados de la "Puesta Cero":

- a) Locomotoras en avanzado estado de desgaste.
- b) Locomotoras de mediano uso.
- c) Locomotoras en buenas condiciones.

Para el mejoramiento de la flota, se deberá dar prioridad a la rehabilitación del equipo que presente mayor grado de desgaste, siguiendo en importancia al de mediano uso y por último las locomotoras en buenas condiciones. El plan de mantenimiento se plantea de esta forma, porque entre más desgastado se encuentre un equipo, mayores serán las probabilidades de que éste falle y ponga en peligro la operación de la línea o que retrase los itinerarios de tráfico de trenes debido a descomposturas, con las consecuentes penalizaciones económicas. Por lo tanto, los equipos más desgastados requerirán de reparaciones más complejas y costosas. La gran reparación debe realizarse solamente a los equipos que realmente lo necesiten.

3. Actividades de cada etapa de mantenimiento. Las etapas en que se divide el mantenimiento de una locomotora son las siguientes:
- a) Trimestral.
  - b) Semestral.
  - c) Anual.
  - d) Bianual.
  - e) Cuatro años.
  - f) Ocho años.

Los equipos a los cuales se les da servicio son los siguientes:

- a) Equipos eléctricos: incluyen equipos de control y contactores principalmente.
- b) Componentes neumáticos: incluyen compresores de aire, interinflador y equipos auxiliares.
- c) Componentes mecánicos: del equipo mecánico destacan los filtros y componentes, trucks y el motor diesel.
- d) Equipo de control.

En todas las etapas de mantenimiento se revisan estos equipos, lo único que cambia es la intensidad de los trabajos de rehabilitación. Por ejemplo, los trabajos de mantenimiento en la etapa trimestral serán más rápidos, sencillos y se ejecutarán acciones de verificación de funcionamiento de algunos componentes, limpieza y cambio de piezas que lo requieran; en cambio los trabajos realizados en la etapa de "Ocho años", también llamada "Gran Reparación", en donde prácticamente se desarma toda la locomotora, se examina el funcionamiento de todos los elementos, sustituyendo aquellos que presenten un grado considerable de desgaste o cuya vida útil ha expirado y limpiando los componentes que se encuentran en posibilidades de seguir funcionando; por último se rearma la locomotora.

Para la rehabilitación del equipo motriz del FPN y dependiendo de las condiciones que indique la Puesta Cero, se realizará la etapa de mantenimiento que recomiende el mantenedor.

#### 4. Recursos humanos, materiales y de infraestructura necesarios para la rehabilitación de equipo.

Los recursos humanos, materiales y de infraestructura son factores que influyen directamente en el mantenimiento del equipo. Si dentro de los talleres de mantenimiento de equipo, no se cuenta con personal calificado, con los materiales adecuados o con la infraestructura necesaria, no será posible llevar a cabo los trabajos de mejoramiento de equipo.

- a) Recursos humanos. El personal que participe en los trabajos de rehabilitación de equipo debe tener conocimientos en las siguientes áreas:
  - Mecánica de combustión interna.
  - Electricidad.
  - Neumática.
  - Miscelánea (soldadura, pailería, etc.).
  - Con experiencia en el mantenimiento de locomotoras.
- b) Herramienta. Se deberá tener disponible y en buenas condiciones los siguientes tipos de herramienta:
  - Herramienta común.
  - Herramienta especializada.
  - Instrumentos de inspección.
- c) Infraestructura. La infraestructura limita las posibilidades de los trabajos de mantenimiento para el equipo motriz y de arrastre, por lo que habrá talleres que cuenten con instalaciones para los siguientes tipos de rehabilitación:
  - Para mantenimiento preventivo.
  - Para mantenimiento correctivo.
  - Para grandes reparaciones.

- d) Materiales. Los materiales que se requieren para realizar el mantenimiento de equipo pueden provenir de dos fuentes principalmente:
- Originales: son proporcionados por el proveedor original de la locomotora.
  - Materiales don desarrollo nacional: materiales fabricados por empresas nacionales certificados y confiables.

Para el equipo motriz se considera una vida útil de 30 años, aunque también influye el uso que se le haya dado y el mantenimiento que haya recibido la máquina. Sin embargo, los mantenedores de equipo motriz no recomiendan la rehabilitación de equipo que sobrepase los 30 años de antigüedad, pues los materiales que forman a la locomotora sufren de fatiga y la resistencia a los esfuerzos a que es sometida la máquina se ve disminuida en gran medida. Si tomamos como año base a 1997, toda locomotora que haya sido comprada a partir y antes de 1967 ha cumplido su vida útil, y por lo tanto no es recomendable que siga operando en el FPN. Analizando la flota del FPN se deberán sustituir las locomotoras enumeradas en la tabla siguiente por otras en mejores condiciones:

SERIE	AÑO DE ADQUISICION	EDAD	CANT	MARCA	MODELO	POENCIA (HP)	MANTENEDOR
NM 501	1959	38	1	ALCO	RSD-12	1800	FPN
NM 5809-5823	1956	41	3	EMD	G-12	1310	GIMCO
NM 5842	1960	37	1	EMD	G-12	1310	GIMCO
NM 5875	1963	34	1	EMD	G-12	1310	GIMCO
NM 7219	1963	34	1	ALCO	RS-11	1800	FPN
NM 8208-8221	1964	33	7	EMD	GP-38-2	2000	GIMCO
NM 8230-8254	1965	32	16	EMD	GP-38-2	2000	GIMCO
NM 8409	1967	30	1	EMD	GP-40	3000	GIMCO
TOTAL			31				

TABLA VI.B-1 RELACION DE LOCOMOTORAS QUE DEBEN SER SUSTITUIDAS POR HABER CUMPLIDO SU VIDA UTIL.  
FUENTE: FNM

En la tabla anterior se observa que 31 locomotoras han superado los 30 años de vida útil. Sin embargo se debe considerar la evaluación del mantenedor acerca de las condiciones de dichas unidades, ya que como se mencionó antes, existen otros factores que aumentan o disminuyen la vida útil de las máquinas.

## B.2. Equipo de arrastre.

En el capítulo IV (subinciso D.2) se analizó el equipo disponible para realizar las operaciones de tráfico de carga en el FPN. Como se menciona, se cuenta con 10,819 carros de carga para el uso exclusivo de clientes del FPN, con una antigüedad razonable y en número suficiente para hacer frente a las necesidades actuales y tradicionales de transporte. Se puede constatar que más del 31.6% de los carros no superan los 16 años de antigüedad, lo que permite esperar márgenes razonables de aprovechamiento en la vida útil remanente del parque de equipo de arrastre del FPN.

El mejoramiento del equipo de arrastre se realizará únicamente para los carros pertenecientes a la empresa, y seguirá los mismos pasos que el mantenimiento de las locomotoras, es decir, en una primera etapa se realizará la Puesta Cero, para conocer las condiciones operativas actuales de todos los carros, se verificará el funcionamiento del carro, se levantará un expediente de mantenimiento y posteriormente se procederá a realizar el mantenimiento. La Gran Reparación se realizará al equipo tractivo que lo requiera. El programa de mantenimiento que se recomienda para el equipo del FPN se describe a continuación:

1. Reparación Ligera: es aquella que se puede realizar en 3 horas o menos tiempo. Incluye la reparación de escaleras, ruedas, bastidores, acopladores y otros elementos que se puedan reparar en el tiempo especificado anteriormente.
2. Reparación Mediana: es la que se puede realizar en un lapso de 6 a 8 horas. Se le proporciona mantenimiento a los platos de centro, bastidores y otros elementos que para su compostura requiere de este lapso de tiempo.
3. Reparación Pesada: es la que requiere de más de 48 horas para llevarse a cabo. Incluye la reparación de todos los elementos considerados por el A.R.E.A. que requieran de este lapso de tiempo para realizarse.

Según el A.R.E.A. la atención que debe darse a los carros de flete para rehabilitarlos debe considerar los siguientes aspectos:

EQUIPO	TRABAJOS DE REHABILITACION Y/O MANTENIMIENTO
EQUIPO DE FRENOS DE AIRE	Prueba de frenos de aire. Revisión y reparación de mangueras de frenos de aire y sus soportes. Revisión y reparación de retrancas, soportes y colgantes de retrancas. Revisión y reparación de pernos de conexión del freno y pernos pasadores para colgantes. Revisión y reparación de soportes de freno y de barra de fondo. Revisión y reparación de palancas, gulas y varillas del freno. Revisión y reparación de zapatas del freno y chavetas de zapata. Revisión y reparación de frenos de mano con y sin engranes.
ACOPLADORES, YUGOS, APAREJOS DE TRACCION, PALANCAS DE DESACOPLAR Y SOPORTES DE PALANCA	Revisión y reparación de acoplador tipo E y sus partes. Revisión y reparación de acopladores tipo E/F y sus partes. Revisión y reparación de yugo tipo E. Revisión y reparación de yugo tipo E/F. Revisión y reparación de aparejos de tracción, cargadores y placas de impacto. Revisión y reparación de palancas de desacoplar y soportes de palanca.
LUBRICACION	Lubricación periódica de cajas con cojinetes a deslizamiento (bronces). Lubricación periódica a cojinetes a rodillos. Lubricación periódica e inspección de soportes aseguradores de carros plataformas para transportar remolques.
RUEDAS Y EJES	Revisión y reparación de ruedas. Revisión y reparación de ejes para cojinetes de deslizamiento (bronces). Revisión y reparación de ejes para cojinetes a rodillos.
COMPONENTES DE TRUCKS	Revisión y reparación de traveseros de truck. Revisión y reparación de bastidores laterales de truck. Revisión y reparación de resortes para truck helicoidales, elípticos, tipo tambor y tipo paquete.
PASILLOS, PLATAFORMAS DE DOMOS, REPISAS DEL FRENO Y PLATAFORMAS TRASNVERSALES.	Metálicos. De madera.
REPARACIONES A LARGUEROS.	Revisión y reparación de largueros centrales. Revisión y reparación de largueros de costado. Revisión y reparación de dispositivos de amortiguamiento de bastidor inferior.
PLATOS DE CENTRO.	Revisión y reparación de platos de centro de cuerpo. Revisión y reparación de rozaderas laterales de cuerpo.
REPARACIONES GENERALES.	Revisión y reparación de equipo de identificación automática. Revisión y reparación de dispositivos para sujetar y fijar la carga. Revisión y reparación de partes de los soportes aseguradores de carros plataforma para el transporte de remolques. Equipo de refrigeración. Materiales diversos. Repesos y aplicación de marcas por tara. Tableros y receptáculos. Materiales manufacturados. Tapas de fibra de vidrio para escotilla.

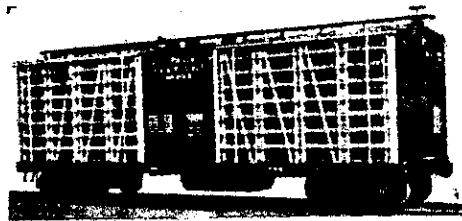
TABLA VI.B-2 EQUIPOS SOMETIDOS A REHABILITACION Y/O MANTENIMIENTO SEGUN EL A.R.E.A.  
 FUENTE: MANUAL DE TALLER DEL A.R.E.A.



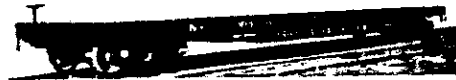
La rehabilitación del equipo puede realizarse a todas las unidades disponibles del FPN, independientemente de su antigüedad, no existiendo limitación técnica alguna que impida los trabajos de rehabilitación del equipo de arrastre. Sin embargo, los costos de la rehabilitación dependerán de las condiciones en que se encuentre el equipo, pues entre más uso se le haya dado a un carro, aumentará el desgaste de éste y por lo tanto requerirá mantenimiento en más elementos.

El A.R.E.A. indica que las atenciones siguientes deben prestarse a los carros de flete:

1. Cada Ferrocarril debe ser responsable de las condiciones de todos los carros que se encuentren sobre sus líneas.
2. Los carros, como sea más práctico, deberán ser reparados por su Propietario.
3. Las reparaciones a los carros ajenos se efectuarán sujetándose a las limitaciones siguientes:
  - a) Las reparaciones a los carros cargados se concretarán a las mínimas que sean necesarias para la seguridad de los mismos de su carga y de las tripulaciones de los trenes.
  - b) Las reparaciones a los carros vacíos que no vayan a ser cargados por la línea que efectúe las reparaciones, se concretarán a las mínimas que sean necesarias para la seguridad de las tripulaciones de los trenes y la movilización de los carros a sus propietarios.
  - c) Las reparaciones a carros vacíos que vayan a ser cargados por las líneas que efectúen las reparaciones se concretarán a reparar lo que sea necesario para la seguridad de los carros y tripulaciones de trenes. Así como la protección de la carga. Las reparaciones necesarias para protección de la carga no deberán exceder de 16 horas, a menos que el propietario sea notificado y las autorice.
  - e) Las reparaciones se efectuarán teniendo en cuenta la construcción original de los carros.



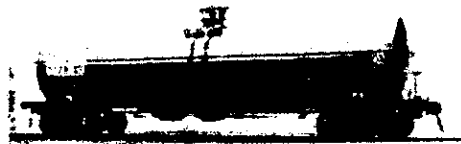
Poultry Car



Flat Car



This Depressed Center Flat Car Will Carry 100 Tons



Tank Car for Transporting Anhydrous Ammonia

### C. PROYECCIONES DE CARGA.

Existe un gran potencial de mercado que FNM ha dejado insatisfecho por no ofrecer los equipos suficientes y especializados para satisfacer el mercado y porque no se implementó un adecuado plan de ventas. Además la oportunidad que abre para el ferrocarril la entrada en vigor de las restricciones de pesos y medidas para el autotransporte será fundamental para lograr una mayor participación del ferrocarril en el mercado de tráfico de mercancías. El aumento de tráfico de carga estará con los tiempos fijados en el plan de inversiones en infraestructura y adquisición de equipo y no en la demanda del servicio.

Se realizó una encuesta con los principales clientes del FPN, con la finalidad de evaluar la demanda presente y futura de transporte de carga. Con base en tales encuestas se ha detectado que los siguientes sectores constituyen áreas substanciales de potencial de crecimiento para la Empresa:

1. **Agricultura.** Durante 1995, el FPN transportó 5,381 millones de ton-Km de granos (35 % del total de ton-Km transportadas por este ferrocarril) pero que en los primeros nueve meses de 1996 cayó 17.8 % con respecto al mismo periodo de 1995. Se considera que hay oportunidades de crecimiento substanciales asociadas con los productos agrícolas, la cual comprende mercancías voluminosas con una demanda estable y creciente de productos agrícolas relacionada con el crecimiento demográfico, la recuperación y crecimiento de la demanda interna y el dinamismo del tráfico de exportación e importación, así como el tráfico de fertilizantes necesarios para su producción. En particular, los productos agrícolas cuyos tráficos ofrecen un mayor potencial de crecimiento son el maíz, trigo, sorgo, hortalizas y toda clase de semillas oleaginosas. En las zonas productoras del Estado de Jalisco y El Bajío, existe un mercado importante por atender, ya que en estas zonas se acostumbra a utilizar el autotransporte. También existe un enorme potencial para aumentar los tráficos de importación realizados por puerto, en los cuales la participación del Ferrocarril ha sido limitada debido a la falta de equipo adecuado para almacenar, cargar, descargar y subir el flete de los puertos de Altamira y Manzanillo al altiplano. Adicionalmente, en el tráfico de exportación existe un enorme potencial para incrementar el movimiento de frutas, legumbres y hortalizas refrigeradas, principalmente en la zona productora de Sinaloa, en donde el FPN tienen actualmente menos del 10% del mercado. Los clientes de la industria aceitera de Guadalajara también han manifestado al FPN la necesidad de incrementar su movimiento por Ferrocarril en los próximos cuatro años. El principal remitente de productos agrícolas a través del FPN en la actualidad es la CONASUPO, y esta empresa espera aumentar considerablemente su tráfico en los próximos años. El FPN espera un crecimiento en el transporte de productos agrícolas del orden de 5.0% anual promedio en los próximos años. Entre las medidas principales que se recomienda implantar para aumentar el tráfico de productos agrícolas están:
  - Promover la distribución racional de más movimientos por las fronteras de Piedras Negras, Nogales y Cd. Juárez, pues actualmente el 40% del tráfico terrestre de granos y semillas cruza por la frontera de Nuevo Laredo.
  - Realizar inversiones en infraestructura para descarga rápida y ofrecer descuentos a las compañías que aporten equipo.
  - Construir espuelas ferroviarias para los usuarios que importan productos a través del autotransporte.
  - Promover la utilización de los puertos de Manzanillo y Altamira para la movilización de granos con destino al Bajío, Los Altos y Guadalajara.
  - Mejorar e incrementar la flota de tolvas graneleras (compradas o arrendadas) para los embarques provenientes de los puertos marítimos mencionados en el inciso anterior.
  - Modernizar elevadores de recepción de granos y la carga directa a tolvas.
2. **Fertilizantes.** En 1995, se movieron 517 millones de ton-Km por el FPN (3.4 % del total de ton-Km movilizadas por este ferrocarril) y que en los primeros nueve meses de 1996 creció 62.6 % con respecto al mismo periodo de 1995. Los fertilizantes han sido durante mucho tiempo un tráfico muy importante para el Ferrocarril y especialmente mientras fueron producidos por una industria paraestatal. Con su desincorporación, el mercado se atomizó y gran parte del tráfico se desvió hacia el autotransporte. En el futuro se espera como consecuencia de la recuperación de la oferta agrícola un crecimiento importante de la demanda de fertilizantes, para los cuales el ferrocarril sigue siendo el medio de transporte natural, siempre y cuando se ofrezcan servicios competitivos en calidad y servicio. Como se vió en el capítulo IV, Agrogen es el principal remitente de fertilizantes a través del FPN.

En la actualidad existen negociaciones para importar por vía férrea más de 300 mil toneladas de azufre con origen de Canadá en un servicio integrado con ferrocarriles conectantes estadounidenses para las industrias de Querétaro. La Empresa estima que el movimiento de fertilizantes crecerá aproximadamente 5.0% anual. Dotar al sistema ferroviario de equipo motriz y rodante suficiente para cumplir con los programas de entrega del producto.

3. **Minerales y Productos Inorgánicos.** En 1995 se transportaron 3,283 millones de ton-Km (21.6 % del total de ton-Km) y entre los primeros nueve meses de 1996 y el mismo periodo de 1995 hubo un aumento del 15.5 % principalmente de mineral de hierro y carbón mineral. El desarrollo de la minería en México, después de su desregulación y apertura a la inversión privada, tiene perspectivas, especialmente para exportación. El transporte de estos productos se ha ido perdiendo para el ferrocarril debido a los problemas de la política tarifaria (se fijaban tarifas de transporte de carga por categoría de producto, sin considerar las condiciones del mercado o la ruta utilizada para transportar el producto) y a las limitadas inversiones en el sistema ferroviario, pero podrán ser recuperados, como ha ido ocurriendo, con una política comercial y tarifaria adecuada. Como se mencionó anteriormente, el mineral de hierro es uno de los principales productos transportados por el FPN, y en la medida que la industria crezca se espera mayor movimiento de mineral de hierro. En el mediano y largo plazo este insumo tendrá que ser importado, principalmente por puertos. Altos Hornos de México espera aumentar sus importaciones de coque y finos de hierro por Tampico en 275 mil toneladas e Hylsa estima en los próximos años aumentará en 500 mil toneladas la recepción de mineral de hierro. Las tarifas para el transporte de este insumo básico para la industria siderúrgica dada su naturaleza cautiva, podrán revisarse teniendo en cuenta la casi nula competencia que puede representar en este caso el autotransporte. En cuanto al Carbón Mineral, la empresa estima que el transporte de carbón importado por frontera o puerto, para la generación de electricidad, con bajo contenido de azufre, ofrece grandes perspectivas para el FPN, específicamente en las plantas ubicadas en el norte de Coahuila. Se calcula que esta categoría de productos crecerá a una tasa aproximada de 4.0% anual. Las medidas recomendadas para incrementar el tráfico de esta categoría son:
  - Mejorar las políticas tarifarias para competir con el autotransporte y aumentar las inversiones en infraestructura y equipo especializado de carga y descarga.
  - Disminuir los ciclos de carga y descarga.
  - Implementar una flota de carros de alta capacidad y fomentar la adquisición de equipo por los usuarios.
  
4. **Cemento.** Durante 1995 el FPN movilizó 1,627 millones de ton-Km (8.9% del total de la ton-Km movidas en 1995) y entre los primeros nueve meses de 1995 y el mismo periodo de 1996 aumentó el 31.5 %. La industria cementera tiene un gran potencial de crecimiento relacionado directamente con la recuperación económica del país y del sector de la construcción, en particular, así como con el dinamismo de las exportaciones. El repunte de la industria cementera resultaría en incrementos potenciales no sólo de los tráficos actuales, sino también de los tráficos de insumos para su producción, incluyendo cal en piedra, escoria, mineral de fierro y combustibles. Cementos Mexicanos (CEMEX) es segundo cliente en importancia medida en términos de toneladas netas, espera un crecimiento importante debido al crecimiento en la demanda y la incorporación del tráfico de clinker. Cementos Apasco ha aumentado su tráfico de exportación por Manzanillo y en 1997 espera un crecimiento significativo debido a un nuevo tráfico de cabotaje en la ruta Caleras-Ensenada, por el puerto de Manzanillo. Adicionalmente la Empresa se encuentra en excelente posición para beneficiarse de este crecimiento debido a que un considerable número de plantas de cemento, algunas de ellas de reciente puesta en marcha y de las más modernas del país, se encuentran en la zona de influencia del FPN, como son las de Campana en Hermosillo y Samalayuca. Se estima que el flete ferroviario de cemento crecerá en promedio en 6 y 8% anual en los próximos años. Entre las medidas recomendadas para aumentar el tráfico de este producto se proponen:
  - Adquirir el equipo necesario para satisfacer la demanda de los usuarios.
  - Mejorar los tiempos de tránsito para competir con el autotransporte.
  
5. **Hierro y acero.** El FPN transportó 456 millones de ton-Km de productos siderúrgicos se movieron a través del FPN (3% del tráfico total). Esta categoría de productos ofrece una de las mayores oportunidades de crecimiento de participación de mercado y de tráfico para el ferrocarril. Con tecnologías de punta que producen materiales de bajo costo y alta calidad, la industria siderúrgica mexicana ha sido un exportador substancial a los Estados Unidos y otros países. El FPN ha establecido una serie de acuerdos comerciales con los principales remitentes y transportadores extranjeros para proporcionar servicios integrados de origen y destino en coordinación con cruces fronterizos. Con un mejor servicio y precios competitivos se puede ganar mercado al autotransporte en el movimiento de productos terminados de acero, como varilla, lámina y tubería, de los cuales el ferrocarril actualmente absorbe una mínima parte.

Se estima que el transporte ferroviario de productos terminados de acero se puede duplicar en los próximos años. Además se ha detectado que algunas compañías (HYLSA y AHMSA) están incrementando la capacidad de sus instalaciones, lo que se espera resulte en una demanda mayor de servicios de transporte ferroviario. Se proponen las siguientes medidas para mejorar el servicio:

- Adquirir el equipo suficiente para satisfacer la demanda de tráfico de estos productos y disminuir los largos e irregulares tiempos de tránsito.
- Construcción de instalaciones especializadas para carga y descarga de los productos siderúrgicos.
- Adquirir equipo especializado (plataformas con suspensión amortiguada y cradle cars para rollos de acero).

6. Automotriz. La empresa transportó 281 millones de ton-Km y en los primeros nueve meses de 1996 el volumen aumentó 12.2% con respecto al mismo período de 1995. Si bien el volumen de carga no es muy significativo en términos de toneladas netas transportadas, este es el servicio de transporte más especializado que presta el FPN, corresponde a la clase tarifaria más elevada y es uno de los sectores de mayor dinamismo para el ferrocarril. Adicionalmente, esta industria es importante para el FPN por el substancial tráfico de importación y exportación que genera. Los automóviles son transportados desde las armadoras y una gran cantidad de contenedores con partes automotrices es importada por ferrocarril a las plantas de ensamble. Existen oportunidades substanciales para incrementar la participación del FPN y el mercado ferroviario, en general, en el transporte de camiones y automóviles como resultado del incremento en la confiabilidad del servicio, de una mejor coordinación con los ferrocarriles y remitentes estadounidenses y de la realización de inversiones necesarias en la flota de carros. Una de las áreas de mayor potencial para el ferrocarril es el transporte doméstico de vehículos automotores armados, cuya movilización actual por ferrocarril es de gran importancia para las exportaciones, pero nula para el abastecimiento del mercado doméstico. Una buena labor de promoción, una adecuada oferta de servicios en cuanto seguridad, tiempos de recorridos y regularidad de los embarques, hará de esta actividad una de las más rentables para los operadores privados. En la medida que la Empresa cuente con el equipo adecuado para el transporte automotriz, tendrá la capacidad de explotar la distribución de automóviles dentro del territorio nacional, ya que, comunica a las principales plantas armadoras del país (ver CAP. IV, inciso E) con los principales centros de consumo. Además se ha identificado un fuerte potencial de crecimiento en esta categoría de productos, impulsado por inversiones actualmente en curso, incluyendo las ampliaciones de General Motors en Silao y la terminal Multimodal en esa empresa dentro de la misma planta. Se espera un crecimiento promedio de 10% anual para la industria automotriz en los próximos años.
7. Intermodal. Se espera que la culminación del programa de privatización de puertos resulte en un mayor desarrollo de las terminales intermodales en México. El mayor dinamismo en el transporte ferroviario se registrará en los próximos años, en el movimiento de contenedores para el comercio internacional. Aunque actualmente el movimiento ferroviario de contenedores con origen en puertos es muy reducido y en el mercado doméstico el transporte de contenedores es actualmente inexistente; sin embargo se piensa que con una mejor organización que incluya servicios integrados y trámites aduaneros eficientes, disponibilidad de una flota nacional de contenedores, algunas obras de infraestructura y una buena labor de comercialización, este tipo de tráfico crecerá substancialmente en los grandes y medianos centros demográficos servidos por el FPN. En particular, en el puerto de Manzanillo se espera un incremento de contenedores del 30%. Con las obras que se realizan para permitir la circulación de plataformas entre Guadalajara y Manzanillo, se amplían perspectivas del tráfico de contenedores en esta ruta. Para los próximos años, en prácticamente todo el territorio del FPN será factible la circulación de plataformas de contenedores en doble estiba, siendo la única excepción del tramo Guadalajara-Mazatlán, donde las condiciones de infraestructura no lo permiten. Entre las medidas recomendadas para captar mayores flujos de carga se enumeran:
- Establecer alianzas estratégicas con líneas navieras y empresas de autotransporte a través de la implementación de un paquete de servicio que ofrezca tiempos regulares y consistentes de tránsito, confiabilidad en las entregas, centros de redistribución de carga, almacenamiento y tarifas competitivas.
  - Utilizar lo último en tecnología intermodal, como lo es el "roadtrailer", equipo que puede viajar por un camino y sobre vías de ferrocarril. Esta tecnología permitirá al usuario utilizar los servicios del ferrocarril sin necesidad de invertir en espuelas, grúas ni rampas intermodales.

8. Tráfico fronterizo. El FPN cuenta con cuatro fronteras estratégicamente ubicadas, que le permite explotar un considerable potencial de tráfico de exportación e importación de bienes a cualquier lugar de los Estados Unidos y Canadá. En especial, este potencial resulta significativo en el tráfico de y hacia el Oeste de esos dos países, al cual el FPN goza de acceso exclusivo a través de los cruces fronterizos de Mexicali, Nogales y Cd. Juárez. El paso fronterizo de Piedras Negras, constituye un acceso importante hacia el mercado del Este de los Estados Unidos, pudiendo competir abiertamente con inversiones moderadas en infraestructura y a través del derecho de paso obligatorio entre Ramos Arizpe y Ahorcado, con el paso de Nuevo Laredo, perteneciente al FNE. La extensión de acuerdos de coordinación del tráfico intermodal a otras categorías de productos representa una oportunidad de crecimiento de tráfico fronterizo substancial.
9. Productos industriales. Representa un poco menos de la quinta parte de las ton-Km transportadas por el FPN en 1995. En los primeros nueve meses de 1996 creció un 22.7% en comparación con el mismo período de 1995. Se identifican oportunidades de crecimiento substanciales dentro de cada uno de los componentes de esta categoría, destacando las bebidas, papel, vidrio, bienes de consumo, productos químicos y productos petroquímicos, entre otros. Para ejemplificar lo anterior mencionaremos que la Cervecería Moctezuma espera aumentar su tráfico de exportación en 15,000 toneladas y la cervecería Modelo Zacatecana en la estación de Víctor Rosales espera mover 45,000 toneladas de envases para dicha industria. En general, el transporte de productos químicos y petroquímicos, y, en particular, aquellos cuyo movimiento es peligroso y requiere de cuidados especializados para su transporte, constituye un mercado de gran potencial de crecimiento, una vez sean solucionados las carencias de equipo de arrastre que han impedido aprovechar el verdadero potencial de este mercado. Se pronostica que el transporte por vía férrea de productos industriales manufacturados, incluyendo contenedores, tiene un potencial para crecer alrededor de 10% anual en promedio. Se consideran las siguientes medidas para aumentar el volumen de carga transportado por ferrocarril:
- Contar con un plan de ventas agresivo y una política de servicio sumamente competitiva.
  - Promover la utilización de los puntos fronterizos de Nogales, Cd. Juárez y Piedras Negras, ya que la mayoría del tráfico internacional se realiza a través de Nuevo Laredo.
  - Mejorar el servicio de cruce de frontera ofrecido a usuarios.
  - Mejorar los tiempos de tránsito y realizar el monitoreo de los embarques.

Con las referencias anteriores se puede pronosticar el volumen de ton y ton-Km que serán transportadas en los próximos años: Ver tabla 9 de los anexos.

## D. CAPTACION DE CLIENTES.

Para la captación de clientes nuevos o perdidos en la competencia con el autotransporte, la nueva empresa ferroviaria deberá proporcionar un sistema de transporte eficiente y moderno, capaz de atraer los tráficos de productos, ofreciendo tarifas competitivas y asegurando la confiabilidad en el transporte de la carga. Para lograr lo anterior, se deben incorporar las siguientes políticas empresariales, como rectoras de las actividades de la empresa ferroviaria:

1. Satisfacción a sus clientes.
2. Servicio confiable con eficiencia y calidad.
3. Implementación de nuevas tecnologías.
4. Superación de empleados.
5. Seguridad.

A continuación se explica brevemente cada una de estas políticas:

POLITICA	DESCRIPCION
Satisfacción a sus clientes.	El FPN deberá ofrecer la más alta calidad en el servicio ferroviario. También la empresa debe concentrar esfuerzos para recuperar el mercado perdido, enfrentándose principalmente al servicio de autotransporte. En aras de lograr lo anterior se pondrá especial atención a los desarrollos tecnológicos en sistemas de comunicación e información para satisfacer las necesidades de los clientes en formas más eficientes y prácticas. Esta política se inculcará en los empleados para que ellos promuevan una filosofía de atención al cliente.
Servicio confiable.	Para ofrecer un servicio confiable y de calidad se utilizarán procesos de medición sofisticados para identificar y resolver problemas en forma práctica, que afecten la productividad y provoquen operaciones ineficientes.
Nuevas tecnologías	La implantación de nuevas tecnologías se debe realizar en todos los aspectos operativos de la empresa ferroviaria. La aplicación de dichas tecnologías debe ser también responsable, pues no todos los avances de vanguardia satisfacen las necesidades de nuestro ferrocarril en forma eficiente. Por esto es necesario evaluar dichas tecnologías para comprobar su eficacia al aplicarlas en la nueva empresa. Se pondrá especial atención a sistemas de señalamiento, detectoras de calor, sistemas de monitoreo de consumo de combustible, identificación de carros y mejoramiento de estructuras de vía.
Superación de empleados	Se darán las oportunidades necesarias para que los empleados de la nueva empresa, contribuyan al desarrollo de ésta. Se proporcionarán las herramientas necesarias para que el empleado pueda confrontar en forma eficiente los problemas cotidianos en la operación de ferrocarriles.
Seguridad.	Las operaciones del ferrocarril se realizarán bajo normas estrictas, que incorporen prácticas de seguridad de trabajo en todas las actividades de la empresa

TABLA VI.D-1 POLITICAS DEL FPN.

### D.1. Estrategia de mercado.

Entre las premisas de la nueva empresa, se pretende conservar el servicio que se da a los clientes actuales del ferrocarril, pero además desarrollar estrategias comerciales para captar más carga de sus actuales clientes. Para lograr lo anterior, se resaltarán los beneficios que ofrece el ferrocarril:

- Ahorros substanciales por tonelada transportada frente al autotransporte.
- Acceso del ferrocarril a los principales centros económicos nacionales e internacionales. El ferrocarril será el eslabón más importante de los países del Tratado de Libre Comercio (TLC).
- Se proporciona un acceso eficiente a los principales puertos de México, para lograr exportaciones con destino a Europa, Sudamérica, Norteamérica y otras partes del mundo.

El FPN operará en un mercado dominado por el autotransporte, sin embargo, los estudios indican que existe un gran número de compañías que transportan volúmenes importantes y cuya demanda es atendida por el autotransporte.

Por esta razón es necesario aumentar la confiabilidad en el ferrocarril, pero sin perder de vista que deben ofrecerse tarifas competitivas con el autotransporte. Para lograr la penetración del ferrocarril en este ambiente tan competido, se implementará un plan a corto plazo que consiste en ofrecer un producto de calidad complementado con servicios alternativos, como mejores estaciones de carga y descarga, terminales y servicios intermodales.

Por otro lado, el ofrecer un valor agregado será la forma de atraer nuevos clientes. Se deberán ofrecer nuevos servicios y mejorar los ya existentes, pero también poner especial interés en las áreas administrativa y comercial, ya que en estas áreas existen oportunidades significativas de implementar servicios de calidad que atraerán a nuevos clientes en busca de calidad y eficiencia. En corredores con volúmenes altos y largas distancias, el ferrocarril será el medio preferido de transporte. Se debe poner a disposición del cliente una amplia cobertura de servicios y capacidades que le permita al cliente manejar de forma práctica sus inventarios, reducir los gastos de distribución de sus productos y monitorear el suministro y flujo de la carga.

### D.2. Estrategia comercial.

La estrategia comercial del FPN abarca los siguientes aspectos:

1. Identificar y comprender las necesidades comerciales y de transporte tanto de los clientes actuales, como de los futuros.
2. Establecer una relación estrecha y personalizada con los clientes que incorpore la revisión periódica y retroalimentación del nivel de servicio proporcionado.
3. Desarrollo de una campaña de publicidad que difunda las mejoras realizadas en los servicios del FPN.

Los principales servicios que se ofrecerán son:

- Servicio de productos estándar: se planea ofrecer servicios de trenes unitarios, intermodales y de doble estiba.
- Nuevas terminales intermodales de carga y descarga con servicio al público, bodegas, despacho anticipado y servicio de soporte a clientes.
- Servicios integrados: se pretende ofrecer servicios de ingeniería para el desarrollo de nuevas plantas industriales que sean accesibles al ferrocarril.

En cuanto a los principales mercados y servicios (nacionales e internacionales) que se recomienda que el FPN deba explotar se encuentran:

- Productos agrícolas de importación y exportación.
- Industria automotriz enfocada al tráfico interno.
- Productos químicos internacionales.
- Productos industriales de importación y exportación.
- Tráfico intermodal en el mercado interno y de exportación a través de los puertos y terminales intermodales.
- Tráfico de cemento en el mercado interno y de exportación.
- Tráfico fronterizo.

### D.3. Regulaciones del sector del Autotransporte Mexicano.

Durante 1980, la SCT realizó una encuesta sobre las limitaciones de peso y dimensiones en el sector autotransporte. La encuesta descubrió que el 23% de los vehículos de carga iban sobrecargados en 50% en promedio. Como parte de un esfuerzo para mejorar las condiciones de la infraestructura de autopista federales en México y para preparar al sector del autotransporte frente al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC), la SCT estableció recientemente límites más estrictos en materia de pesos y medidas. Los nuevos límites de tamaño se establecieron en diciembre de 1994, mientras que los nuevos límites de peso se introdujeron en marzo de 1996. Se concedió un período de gracia de tres años para que las empresas camioneras cumplan con los nuevos límites de tamaño.

Los nuevos límites de pesos y tamaños constituyen un incentivo para que las empresas de autotransporte centren sus esfuerzos en productos no voluminosos y de valor más alto con distancias más cortas, maximizando las respectivas eficiencias y rendimientos.

Haciendo una comparación, la capacidad de los carros de ferrocarril por eje es 31.7 toneladas, mientras que la infraestructura de autopistas en México está diseñada para máximo de 14.0 toneladas por eje (la densidad máxima por eje aprobada por las nuevas normas es de 10.0 toneladas). Las medidas recientemente establecidas incrementarán los costos del sector camionero por tonelada transportada, lo cual le permitirá al Ferrocarril obtener una mejor posición competitiva y posibilidades de mayor complementariedad con la industria del autotransporte.

Además existen consideraciones adicionales a las limitaciones de peso y medidas que tendrán un impacto positivo en la participación de mercado del Ferrocarril. Por ejemplo, el tipo de productos que se puede transportar en camiones está limitado a productos no peligrosos, siendo el servicio ferroviario la alternativa exclusiva para transportar productos que representan un riesgo potencial. Los productos de esta categoría incluyen ciertos químicos, petroquímicos, explosivos y otros. Asimismo, las condiciones geográficas de México representan un obstáculo para que los camiones funcionen tan eficientemente como los ferrocarriles en distancias largas. Se considera que todos estos factores representan oportunidades para que el Ferrocarril recupere y aumente su participación en el mercado.



## E. CONSTRUCCION DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA OPERACION DE LA LINEA.

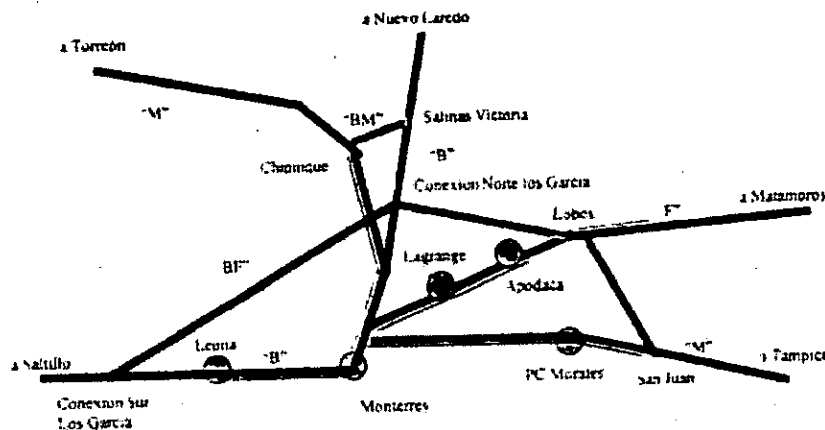
Entre las obras de infraestructura que se considera necesario construir para mejorar las operaciones y el servicio de ferrocarril se encuentran principalmente: libramientos, construcción y ampliación de laderos, refuerzo de puentes y alcantarillas.

### E.1. Construcción de un libramiento en Monterrey.

La terminal de Monterrey es actualmente una de las instalaciones ferroviarias de mayor importancia para el movimiento de carga. A ella convergen las líneas troncales Tampico-Torreón del FPN (línea M) y Monterrey-Matamoros del FNE (línea F), encontrándose ubicada en el centro de la ciudad, por lo cual el constante paso de trenes en las zonas citadas ocasionan problemas a la circulación de vehículos. Para solucionar este problema, se ha propuesto la construcción de un libramiento ferroviario, que evite el paso de trenes por la ciudad, con flete directo que no tenga como destino la Cd. de Monterrey. El libramiento Oriente de Monterrey consta de dos tramos:

1. Lobos-San Juan, que conecta las líneas "M" (Tampico-Monterrey) y "F" (Monterrey-Matamoros). Esta línea fue asignada al FPN y está completamente terminada.
2. Conexión Norte Los García-Pesquería, con cerca de 20 kilómetros, une la línea "F" con la línea "B" Monterrey-Nuevo Laredo. Actualmente existen únicamente terracerías.

La terminación de este tramo constituye un atractivo para el FPN, en virtud de que el libramiento permitirá conectar la línea Monterrey-Tampico y Monterrey-Torreón, sin necesidad de acceder al patio de Monterrey, que está concesionado al FNE. Asimismo, es posible realizar la construcción de un pequeño patio sobre esta línea para realizar las maniobras propias del FPN. (Ver esquema a continuación)



### E.2. Construcción de un ramal ferroviario en el Puerto de Altamira.

Se contempla la construcción del ramal poniente del Ferrocarril en el Puerto de Altamira con una longitud total de 10.5 km. La construcción de este tipo de obras tiene especial importancia para el FPN por las siguientes razones:

1. El ramal, troncal y laderos, serán patrimonio de la línea ferroviaria.
2. Esta adición de vía le dará un importante valor agregado a la línea ferroviaria otorgando acceso a la terminal granelera (en proceso de construcción), a las terminales de líquidos actuales y a las empresas que se vayan instalando en dicha área del Puerto Industrial de Altamira.
3. El incremento de carga para la línea ferroviaria será substancial, sólo el volumen de graneles agrícolas será del orden de 3 millones de toneladas al año.
4. La construcción de esta obra representa una alternativa para la importación de granos ante la congestión del Puerto de Veracruz.

### E.3. Ampliación y construcción de laderos.

Con el objetivo de disminuir los tiempos de espera en laderos, aumentar la eficiencia en la operación de las vías y reducir los tiempos de recorrido de los trenes, se propone la ampliación de los laderos existentes del FPN de la siguiente forma: para 1998 se realizarán 10 extensiones; en 1999, 3; en 2000, 4 extensiones y un ladero nuevo; y para el 2001, se harán 3 extensiones más. Las extensiones de los laderos se hará hasta longitudes de 2.5 Km como máximo. Las ampliaciones se realizarán principalmente en las líneas B (división Irapuato), A (divisiones Centro y Torreón), I (división Guadalajara) y M (división Monterrey). En la figura 5, mostrada en los anexos se muestra la ubicación de dichas obras.

### E.4. Refuerzo de puentes y alcantarillas.

Como meta de la nueva empresa ferroviaria se tiene reforzar los puentes y alcantarillas de toda la línea con la finalidad de estandarizar la capacidad de todas las líneas del FPN. Se pretende incrementar la capacidad de los puentes hasta Cooper E-80 (145 toneladas de peso bruto por carro de 4 ejes). Las obras a realizar se resumen en la construcción de traveses, pilotes, coronas y cabezales en los puentes; y rehabilitación de mamposterías, cambio de tubos vitrificados o de concreto y ampliación de longitud y capacidad de las alcantarillas. Los trabajos en el corto plazo se resumen en el siguiente cuadro:

Nº	KM	OBRA	OBSERVACIONES
<b>DIVISIONES SONORA Y SINALOA</b>			
1	T 10+79	Const. 1 trabe de concreto presf. de 8.00 m de long.	Existe subestructura a base de estribos.
2	T 157+51	Const. 1 trabe de conc. presf. de 9.50 m de long.	Existe subestructura a base de estribos.
3	T 183+13	Const. 1 trabe concr. presf. de 9 m de long.	Existe subestructura a base de caballetes.
4	T 210+13	Const. 1 trabe concr. presf. de 10.00 m de long.	Existe subestructura a base de caballetes.
5	T 236+12	Const. 1 trabe concr. presf. de 15.00 m de long.	Existe subestructura a base de caballetes
6	T 325+95	Const. 2 traveses concr. presf. de 7.00 m de long. c/u.	Existe subestructura a base de caballetes
7	T 355+48	Const. 3 traveses concr. presf. de 7.00 m de long. c/u.	Existe subestructura a base de caballetes
8	T 428+18	Const. 1 trabe de concr. presf. de 8.00 m de long. c/u.	Existe subestructura a base de caballetes
9	T 442+13	Const. 1 trabe de concr. presf. de 15.00 m de long.	Existe subestructura a base de caballetes
10	T 420+02	Const. 1 trabe de concr. presf. de 7.00 m de long.	Existe subestructura a base de caballetes
11	T 470+80	Const. 3 traveses concr. presf. de 7.00 m de long. c/u.	Existe subestructura a base de caballetes
12	T 499+48	Const. 1 trabe de concr. presf. de 15.00 m de long.	Existe subestructura a base de caballetes
13	T 507+36	Const. 2 traveses concr. presf. de 7.00 m de long. c/u.	Existe subestructura a base de caballetes
14	T 546+53	Const. 2 traveses concr. presf. de 9.00 m de long. c/u.	Existe subestructura a base de caballetes
15	T 550+76	Const. 2 traveses concr. presf. de 7.00 m de long. c/u.	Existe subestructura a base de caballetes
16	T 560+04	Const. 2 traveses concr. presf. de 9.00 m de long. c/u.	Existe subestructura a base de caballetes
17	T 623+00	Const. 2 traveses concr. presf. de 9.00 m de long. c/u.	Existe subestructura a base de caballetes
18	T 1160+12	Const. 2 traveses concr. presf. de 9.00 m de long. c/u.	Traveses dañadas por la reacción alcali-cemento del agua del mar.
<b>SUBDIVISION CHIHUAHUA</b>			
1	A 1345+17	Const. 1 trabe concr. presf. de 7.20 m de long.	Existen pilotes hincados, falta construir 2 cabezales de conc. ref.

Nº	KM	OBRA	OBSERVACIONES
		DIVISIONES GOLFO Y TORREON	
			Existen pilotes hincados, falta construir 2 cabezales de conc. ref.
1	A 965+14	Const. 1 trabe de concr. presf. de 7.00 m de long.	Existen pilotes hincados, falta construir 2 cabezales de conc. ref.
2	A 969+38	Const. 1 trabe de concr. presf. de 7.00 m de long.	Existen pilotes hincados, falta construir 2 cabezales de conc. ref.
3	A 1014+28	Const. 1 trabe de concr. presf. de 7.00 m de long.	Existen pilotes hincados, falta construir 2 cabezales de conc. ref.
4	M 856+38	Const. 1 trabe concr. presf. de 10.00 m de long.	Existen pilotes hincados, falta construir 3 cabezales de conc. ref.
5	R 68+42	Const. 2 trabes concr. presf. de 9.00 m de long. c/u.	Existe subestructura a base de estribos y una pila
6	R 143+41	Const. 2 trabes concr. presf. de 9.00 m de long. c/u.	Existe subestructura a base de estribos y una pila
		DIVISION GUADALAJARA	
1	I 303+73	Const. 1 trabe de concr. presf. de 9.00 m de long.	Existe subestructura a base de estribos y una pila

TABLA VI.E-1 CONSTRUCCION DE TRABES Y PILOTES PARA REFUERZO DE PUENTES DEL FPN A CORTO PLAZO.

NOTA: PARA TODAS LAS TRABES PRESFORZADAS SE DEBERAN PROPORCIONAR LOS JUEGOS DE POSTENSADO TRANSVERSAL Y PLACAS DE NEOPRENO, SEGUN PROYECTO.



Nº	KM	OBRA	OBSERVACIONES
<b>DIVISIONES SONORA Y SINALOA</b>			
1	T 10+79	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estribos existentes	Para recibir 1 trabe de concr. presf. de 8.00 m de long.
2	T 123+10	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 4 pilas existentes y const. de 5 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
3	T 124+38	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 2 pilas existentes y const. de 3 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
4	T 124+75	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 2 pilas existentes y const. de 3 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
5	T 155+35	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 3 pilas existentes y const. de 4 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
6	T 156+27	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 2 pilas existentes y const. de 3 losas de c.r. de 4.00 m de long. c/u.	
7	T 157+51	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. existentes.	Para recibir 1 trabe de concr. presf. de 9.50 m de long.
8	T 159+61	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 3 pilas existentes y const. de 4 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
9	T 182+66	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 1 pila existente y const. de 2 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
10	T 234+94	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 4 pilas existentes y const. de 5 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
11	T 246+26	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 2 pilas existentes y const. de 3 losas de c.r. de 4.00 m de long. c/u.	
12	T 267+91	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 3 pilas existentes y const. de 4 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
13	T 268+73	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 2 pilas existentes y const. de 3 losas de c.r. de 4.00 m de long. c/u.	
14	T 270+88	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 1 pila existente y const. de 5 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
15	T 299+43	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 1 pila existente y const. de 3 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
16	T 336+16	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 2 pilas existentes y const. de 3 losas de c.r. de 4.00 m de long. c/u.	
17	T 336+85	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 2 pilas existentes y const. de 3 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
18	T 337+63	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 2 pilas existentes y const. de 3 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
19	T 338+93	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 3 pilas existentes y const. de 4 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
20	T 345+08	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 4 pilas existentes y const. de 5 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
21	T 342+27	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 2 pilas existentes y const. de 3 losas de c.r. de 4.00 m de long. c/u.	
22	T 345+74	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 1 pila existente y const. de 2 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	
23	T 378+95	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 3 pilas existentes y const. de 4 losas de c.r. de 4.00 m de long. c/u.	
24	T 1160+12	Protección con camisas de concr. ref. a 11 caballetes hincados.	Caballetes dañados por el agua salada
<b>DIVISION TORREON</b>			
1	A 1345+17	Const. de 2 cabezales de c.r. sobre 2 caballetes hincados.	Para recibir 1 trabe de concr. presf. de 7.20 m de long.
<b>DIVISIONES TORREON, GOLFO Y MONCLOVA</b>			
1	A 914+25	Const. 2 cabezales de c.r. sobre 2 caballetes hincados	Existe en el lugar 1 trabe de concr. presf. de 7.00 m
2	A 952+38	Const. 2 cabezales c.r. sobre 2 caballetes hincados	Existe en el lugar 1 trabe de concr. presf. de 7.00 m
3	A 965+14	Const. 2 cabezales c.r. sobre 2 caballetes hincados	Para recibir 1 trabe de concr. presf. de 7.00 m
4	A 969+38	Const. 2 cabezales c.r. sobre 2 caballetes hincados	Para recibir 1 trabe de concr. presf. de 7.00 m
5	A 1005+02	Const. 2 cabezales c.r. sobre 2 caballetes hincados y const. de 1 losa de c.r. de 6.00 m de long.	

Nº	KM	OBRA	OBSERVACIONES
6	A 1014+28	Const. 2 cabezales c.r. sobre 2 caballetes hincados	Para recibir 1 trabe de concr. presf. de 7.00 m
7	A 1132+00	Const. 3 cabezales c.r. sobre 3 caballetes hincados y const. de 2 losas de c.r. , una de 6.00 m y la otra de 6.10 m de long.	Brazo Norte "Y"
8	A 1132+00	Const. 3 cabezales c.r. sobre 3 caballetes hincados y const. de 2 losas de c.r. , una de 6.10 m y la otra de 6.20 m de long.	Brazo Sur "Y"
9	M 847+11	Const. 4 cabezales c.r. sobre 4 caballetes hincados y const. de 3 losas de c.r. , una de 4.95 m y las otras de 4.65 m de long. c/u.	
10	M 854+14	Const. 2 cabezales c.r. sobre 2 caballetes hincados y const. de 1 losa de c.r. de 6.40 m de long.	
11	M 856+38	Const. 3 cabezales c.r. sobre 3 caballetes hincados	Existe en el lugar 1 trabe de concr. presf. de 10.00 m
12	R 56+27	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 2 pilas existentes y const. de 3 losas de c.r. de 6.00 m de long. c/u.	
13	R 56+44	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 2 pilas existentes y const. de 3 losas de c.r. de 6.00 m de long. c/u.	
14	R 68+42	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 1 pila existente	Para recibir 2 trabes de concr. presf. de 9.00 m de long.
15	R 143+41	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 1 pila existente	Para recibir 2 trabes de concr. presf. de 9.00 m de long.
16	R 258+58	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. y 2 pilas existentes y const. de 3 losas de c.r. de 6.00 m de long. c/u.	
DIVISION GUADALAJARA			
1	I 100+75	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. existentes y const. de 1 losa de c.r. de 5.50 m de long. c/u.	
2	I 100+61	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. existentes y const. de 1 losa de c.r. de 5.50 m de long. c/u.	
3	I 102+79	Reconstrucción de coronas de c.r. sobre 2 estbos. existentes y const. de 2 losas de c.r. de 4.50 m de long. c/u.	

TABLA VI.E-2 CONSTRUCCION DE CORONAS Y CABEZALES DE PUENTES DEL FPN A CORTO PLAZO.

NOTA: PARA TODAS LAS TRABES PRESFORZADAS SE DEBERAN PROPORCIONAR LOS JUEGOS DE POSTENSADO TRANSVERSAL Y PLACAS DE NEOPRENO, SEGUN PROYECTO.

### E.5. Obras de ampliación de los principales túneles del FPN.

Es necesario realizar la ampliación de túneles en algunos tramos del FPN con la finalidad de permitir la circulación de plataformas con contenedores en doble estiba. Las dimensiones que deben tener estos túneles son 5.90 m de ancho por 7 m de gálibo. Tienen prioridad tres puentes ubicados en la línea I dentro del tramo Colima-Manzanillo, para poder realizar el tráfico de contenedores en doble estiba a través de la ruta México-Guadalajara-Manzanillo. En la tabla siguiente se muestran los túneles a los cuales es necesario ampliarlos:

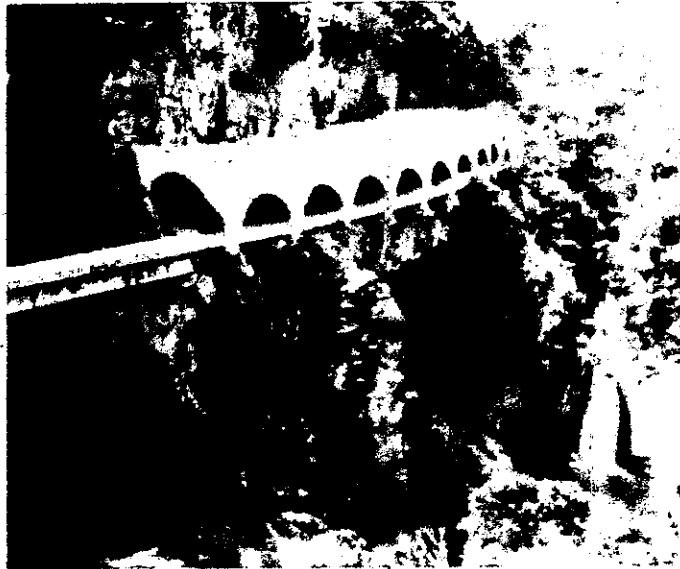
KILOMETRAJE	LOCALIZACION ENTRE ESTACIONES	LONG. (m)	ANCHO (m)	ALTURA AL CLARO (m)	ALTURA PARA DOBLE ESTIBA
I 541+927	Jala y Madrid	317.80	4.70	6.30	NO
I 544+333	Jala y Madrid	159.50	4.70	6.30	NO
I 552+907	Madrid y Caleras	72.30	4.70	6.30	NO

TABLA VI.E-3 AMPLIACION DE TUNELES PARA PERMITIR EL PASO DE CONTENEDORES EN DOBLE ESTIBA.

La ampliación de estos túneles se podrá hacer mediante barrenación y voladura, método aplicable en rocas y que continúa siendo muy utilizado en México y en el mundo. Su gran versatilidad le permite excavar cualquier forma geométrica de túnel a sección completa o en fracciones de ésta.

Los equipos más novedosos en este procedimiento son los jumbos hidráulicos con dos o tres brazos, que pueden ser posicionados en puntos predeterminados del frente con ayuda de una computadora. La carga automatizada del explosivo en los barrenos es también una novedad.

Como soporte inicial se podrán usar marcos metálicos en caso de que los materiales del sitio sean inestables; o concreto lanzado solo o con anclas para estabilizar paredes y bóvedas en túneles. Para el revestimiento definitivo se podrá utilizar concreto reforzado -que es lo más utilizado- colado en el lugar, de acuerdo a los requerimientos de uso del túnel y a los esfuerzos esperados. Por último, de acuerdo al concepto del "Método Observacional", es usual que todos los túneles en construcción tengan sistemas de medición que permitan identificar y hacer un seguimiento de su comportamiento.



## F. MEJORAMIENTO DEL SERVICIO.

### F.1. Breve análisis de productividad del FPN.

Como entidad paraestatal, FNM, operador único del servicio ferroviario en México, afrontó serias limitaciones de disponibilidad de fondos para realizar inversiones en infraestructura ferroviaria, particularmente en los últimos 15 años. Aún tomando en cuenta lo logros del Programa de Cambio Estructural, existen oportunidades substanciales para mejorar la calidad y la eficiencia del servicio ferroviario. Como se muestra en el siguiente cuadro, existe una disparidad significativa entre ciertos niveles de productividad de la Empresa en comparación con los ferrocarriles de Clase I en los Estados Unidos:

NIVEL DE REFERENCIA OPERATIVO	RENDIMIENTO DEL FPN (1995)	RENDIMIENTO PROMEDIO FERROCARRIL CLASE I E.U. (1995)	% DE DIFERENCIA EN PRODUCTIVIDAD
Ingresos por empleado (miles)	\$ 95.16	\$ 1,200.01	1,161.0 %
Empleado por Km de vía operado	2.49	0.94	62.5
Ton-km brutas por locomotora (millones)	78.58	206.23	162.4
Ton-km brutas por carros propio (millones)	2.72	6.65	144.1
Gasto de salarios y beneficios por ton-km brutas	2.70 c	2.01 c	25.7
Gasto de combustible por ton-km brutas	0.64	0.38	40.8
Gastos de materiales y suministros por ton-km brutas	0.27	0.30	(11.5)
Gastos de transporte por ton-km brutas	1.79	2.05	(15.1)
Gastos de mantenimiento de equipo por ton-km brutas <sup>2</sup>	1.36	1.06	22.1
Gastos de mantenimiento de vías por ton-km brutas <sup>2</sup>	1.16	0.59	48.8
Gastos generales y administrativos por ton-km brutas	0.76	0.72	6.2

TABLA VI.F-1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRODUCTIVIDAD ENTRE EL FPN Y EL FERROCARRIL CLASE I DE ESTADOS UNIDOS.

SUPONE UNA TASA CAMBIARIA DE US \$ 1.00=\$ 6.997

EXCLUYE DEPRECIACION DE EQUIPO Y VIAS.

NOTA: UTILIZA UNA ASIGNACIÓN PRELIMINAR DE 16,252 EMPLEADOS, 375 LOCOMOTORAS PARA LOS SERVICIOS DE CARGA, 10,819 CARROS PROPIOS, 6,521 KM DE RED PRINCIPAL DE VÍA Y 29,469 MILLONES DE TON-KM DE FINES DE 1995.

### F.2. Mejoramiento del servicio ferroviario del FPN.

Las mejoras en la productividad se reflejarán en un servicio más dinámico, eficiente, confiable y económico. Las mejoras potenciales de eficiencia presentadas en el cuadro anterior muestran las oportunidades que tendrá la Empresa como parte del sector privado. Algunas de las áreas más significativas por la Empresa incluyen:

- Planeación detallada de actividades.
- Mejorar el programa de mantenimiento de vías y reorganizar las cuadrillas de mantenimiento (cuadrillas mecanizadas), apoyadas con camiones Hy Rail y dotadas con herramienta y equipo adecuado, así como la formación de Tandems de Alta Sistematización, compuestos de cuatro grupos de nivelación.
- Productividad del uso del combustible. Se deberán tomar medidas orientadas a ejercer un control más estricto en la utilización del combustible.
- Incrementar la eficiencia en la utilización del equipo, tanto de fuerza motriz como de arrastre, aumentando la disponibilidad. El arrendamiento reciente de los talleres de mantenimiento ya ha dado como resultado una elevación en el índice de disponibilidad de las locomotoras, el cual es actualmente superior al 90%.
- Incrementar la productividad de la fuerza laboral a través de inversiones en equipos e introducción de prácticas operativas acordes con los estándares de los ferrocarriles Clase I de los Estados Unidos.
- Inversiones en tecnología y en capacidad de vías.
- Reducción de tiempos de tránsito de trenes.
- Centralización de centros de despacho.

- Implementación de un centro de control de clientes centralizado, que permita obtener la información concerniente a los embarques.
- Capacitación permanente del personal, para incrementar el número y tipo de tareas ejecutadas por cada empleado del ferrocarril.
- Mejorar el uso de materiales y suministros y sus respectivos gastos.

Además, como parte del mejoramiento del servicio ferroviario, se contempla que el ferrocarril ofrezca un servicio integral y para lograrlo se recomienda realizar las siguientes estrategias:

- Con los clientes. Celebrar alianzas con los clientes más importantes de la línea ferroviaria, particularmente aquellos con instalaciones modernas y con una visión tendiente a la reducción de costos, para implementar servicios de calidad acordes con las necesidades del cliente. Aquellas empresas que busquen invertir en tramos de vía para acomodar sus embarques de trenes unitarios serán pieza fundamental para motivar a otros a hacer lo mismo. También serán importantes las inversiones hechas para aumentar el rendimiento de las operaciones de carga y descarga. Otro aspecto importante es el desarrollar una relación sólida y de retroalimentación con los clientes, para mejorar aspectos de calidad del servicio.
- Con los centros de operación de carga, descarga y distribución. Existirá la posibilidad de ofrecer el servicio de ferrocarril a nuevos clientes que no cuentan con un servicio de ferrocarril o que sus instalaciones se encuentran limitadas a través de estos centros. Por lo tanto se deben desarrollar paquetes con estos centros para ofrecer un servicio eficiente y que proporcione un valor agregado a los productos transportado por ferrocarril.
- Con las compañías autotransportistas. Como se ha visto anteriormente en este trabajo, las alianzas de empresas ferroviarias con compañías de autotransportes es una tendencia a nivel mundial. Aunque estos dos medios de transporte siempre compiten entre sí, las empresas de transporte que deseen mantenerse competitivas a largo plazo, encontrarán que una ventaja desarrollar y comercializar el servicio intermodal en corredores de largo recorrido dentro y fuera del país. El servicio intermodal es capaz de proveer entregas o recolecciones en tiempos rápidos y sin demoras.
- Con otros ferrocarriles. Los convenios realizados con otros ferrocarriles nacionales e internacionales, serán de suma importancia, ya que en la medida que haya cooperación entre las distintas compañías ferroviarias, mayor será el acceso para llegar a mercados atractivos. Se supone que las diferentes empresas puedan coexistir dentro de un marco de cooperación y competencia justa. Estos convenios deberán estar muy ligados al servicio de transporte intermodal, para lograr la entrega de mercancías puerta a puerta.

Por último y a favor de mejorar el servicio ferroviario, se deben contemplar inversiones destinadas a mejorar el desempeño de las siguientes áreas:

1. Aumento en la capacidad de vías, señalización, centros de control de trenes, etc. para hacer frente a una demanda creciente del servicio ferroviario con suficiente capacidad en las líneas férreas.
2. Locomotoras y reemplazo de equipo rodante.
3. Instalaciones intermodales y de intercambio de carga.
4. Mantenimiento: proveer de la infraestructura, equipo y personal calificado necesario para implantar un programa continuo de mantenimiento que mejore las condiciones y disponibilidad de la infraestructura y equipo ferroviario.
5. Protección ambiental: realizar inversiones para implementar programas preventivos en lugar de programas correctivos, que suelen ser antieconómicos.
6. Mejoramiento de las operaciones: para lograr una operación de ferrocarriles más eficiente, segura y confiable.
7. Desarrollo de nuevos servicios tales como desarrollo industrial (instalación de espuelas, incentivos para invertir en las mismas y en instalaciones de transferencia de carga), gestión de control de equipo, control de flotas de carros, paquetes de servicio intermodal de puerta a puerta y comunicación directa del ferrocarril con los usuarios por intercambio electrónico de datos.



# CAPITULO VII. ANALISIS FINANCIERO.



## A. ESTATUTOS OPERACIONALES (ESTADOS DE RESULTADOS DE OPERACION).

### A.1. Metodología para obtener los estados de resultados.

Los estados financieros auditados por FNM describen el desempeño de todas las líneas en conjunto, por esta razón no existe información histórica oficial, financiera o de operación del Ferrocarril Pacífico-Norte como una empresa aislada de las demás. Con esta problemática, se procedió a estimar los estados de resultados de cada una de las Empresas Ferroviarias Regionales de 1992 a 1995. Se optó por la segmentación de la información operativa y financiera de FNM por Empresa para los años solicitados para el servicio de carga. Con apoyo de un modelo de simulación financiera se llevó a cabo esta tarea. El programa de computadora procesa una matriz origen-destino que combina otras características importantes de las líneas (tráfico, tipo de carga transportada, grado de la pendiente, curvatura, tipo de riel, durmiente, balasto, etc.). Con esta información proporcionada al modelo Railcoast fue posible calcular, para cada Empresa Regional, los recursos y costos atribuibles a cada uno de los envíos realizados. *La información financiera presentada en esta tesis es de carácter ficticio, y su único propósito es reflejar la situación financiera a la que se enfrentó FNM.*

### A.2. Estado de Resultados de Operación del FPN (1992 a 1995).

CONCEPTO	AÑO	1992	1993	1994	1995
<i>Ingresos de Operación<sup>2</sup></i>					
Agrícola, Ganadero y Forestal		\$ 545	\$ 598	\$ 589	\$ 488
Minerales e Inorgánicos <sup>1</sup>		287	289	245	266
Petróleo y Derivados		172	182	117	97
Fertilizantes		86	47	42	49
Industria Automotriz		62	84	77	92
Productos Siderúrgicos		65	50	48	50
Cemento		146	175	138	137
Otros Productos Industriales		275	269	270	328
Otros Ingresos		94	28	121	34
<i>Total Ingresos de Operación</i>		<i>\$ 1,736</i>	<i>\$ 1,726</i>	<i>\$ 1,652</i>	<i>\$ 1,546</i>
<i>Gastos de Operación</i>					
Transporte		\$ 682	\$ 604	\$ 541	\$ 526
Mantenimiento de Equipo		580	395	445	401
Mantenimiento de Vías		501	373	448	341
Depreciación		ND	ND	ND	ND
Generales y Administrativos		236	226	273	224
<i>Total de Gastos de Operación</i>		<i>\$ 2,000</i>	<i>\$ 1,600</i>	<i>\$ 1,707</i>	<i>\$ 1,494</i>
<b>BALANCE</b>		<b>\$ (263)</b>	<b>\$ 126</b>	<b>\$ (55)</b>	<b>\$ 52</b>
<i>Razón operacional</i>		<i>115.2%</i>	<i>92.7%</i>	<i>103.3%</i>	<i>96.6%</i>

TABLA VII.A-1 ESTADOS DE RESULTADOS DEL FPN (1992-1995)

FUENTE: FNM

1. EL TRAFICO DE MINERAL DE HIERRO ENTRE MANZANILLO Y COLIMA CON DESTINO A MONTERREY ESTÁ CONSIDERADO POR LA RUTA DE SAN LUIS POTOSÍ A TRAVÉS DEL FNE, POR SER LA RUTA MAS CORTA. EN LA PRACTICA POR RAZONES OPERATIVAS Y DE CAPACIDAD, PUEDE LLEVARSE POR LA RUTA DE TORREON EN SU TOTALIDAD A TRAVÉS DE LAS LINEAS DEL FPN.

2. EN LAS ESTADISTICAS HISTORICAS QUE SE CONSIGNA EN ESTE TRABAJO NO SE CONSIDERAN LOS EFECTOS QUE RESULTAN DE LOS DERECHOS DE PASO QUE SE OTORGARIAN ENTRE SI LOS CONCESIONARIOS.

NOTA: LA SUMA DE LOS TOTALES PUEDE NO COINCIDIR DEBIDO AL REDONDEO DE CIFRAS

## B. ANALISIS Y DISCUSION DEL COMPORTAMIENTO HISTORICO FINANCIERO.

### B.1. Análisis de 1995 contra 1994.

#### B.1.1. Análisis del Balance.

Como se observa en los estados de resultados de 1995 y 1994, de los balances de cada año se hacen las siguientes observaciones:

- i. Para 1995 la empresa obtuvo utilidades por \$ 52, que comparado contra las ganancias de 1994 (un déficit presupuestal de \$ 55) significó un incremento anual de \$ 107.
- ii. El aumento de utilidades en el inciso anterior mencionado, se debe principalmente a la disminución de 12.5% de la razón operacional (que de 103.3% que se obtuvo en 1994 a un 96.6% en 1995). Esta disminución en la razón operacional es efecto de las mejoras efectuadas en la productividad del ferrocarril.

#### B.1.2. Análisis de Ingresos.

Para el mejor análisis de los ingresos, se estimó la información presentada en los cuadros siguientes:

PRODUCTO	TONEJADAS (MILLONES)			DISTANCIA MEDIA DE RECORRIDO (KILOMETROS)		
	1994	1995	cambio %	1994	1995	cambio %
Agrícola, Ganadero y Forestal	8.51	7.44	(12.6)	759	723	(4.8)
Minerales e Inorgánicos	8.28	8.61	3.9	346	382	10.3
Petróleo y Derivados	2.77	2.58	(6.8)	422	429	1.7
Fertilizantes	0.66	0.70	6.8	608	737	21.2
Industria Automotriz	0.82	0.79	(3.7)	360	354	(1.5)
Productos Siderúrgicos	0.97	1.16	19.8	457	394	(13.8)
Cemento	5.05	4.49	(11.2)	267	363	35.8
Otros Productos Industriales	3.62	3.99	10.1	815	688	(15.5)
<b>TOTAL</b>	<b>30.68</b>	<b>29.75</b>	<b>(3.0)</b>	<b>519</b>	<b>518</b>	<b>(0.2)</b>

PRODUCTO	INGRESO PROMEDIO (			TON-KM (MILLONES)		
	1994	1995	cambio %	1994	1995	cambio %
Agrícola, Ganadero y Forestal	9.12	9.08	(0.4)	6,466	5,381	(16.8)
Minerales e Inorgánicos	8.59	8.11	(5.5)	2,863	3,283	14.7
Petróleo y Derivados	10.09	8.83	(12.4)	1,169	1,107	(5.3)
Fertilizantes	10.65	9.57	(10.1)	399	517	29.5
Industria Automotriz	26.12	32.99	26.3	296	281	(5.1)
Productos Siderúrgicos	11.00	11.03	0.3	442	456	3.2
Cemento	10.24	8.45	(17.5)	1,349	1,627	20.6
Otros Productos Industriales	9.18	11.98	30.5	2,950	2,744	(7.0)
<b>TOTAL</b>	<b>10.37</b>	<b>10.04</b>	<b>(3.2)</b>	<b>15,935</b>	<b>15,397</b>	<b>(3.4)</b>

TABLA VII.B-1 ESTADISTICAS DE OPERACION 1995 VS. 1994.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

Haciendo un análisis de los datos anteriores:

- i. DESEMPEÑO GENERAL: los ingresos en 1995 disminuyeron \$ 106 (6.4%) en comparación con 1994. Dicha disminución se debe primordialmente a la reducción de 3.4% de ton-Km transportadas y a un deterioro de las tarifas reales obtenidas por el ferrocarril que se reflejan en un 3.2% en los ingresos por ton-Km. En 1995 la empresa transportó 15,397 de ton-Km, que comparado con lo movilizado en 1994 ( 15,935 de ton-Km) disminuyó un 3.4%. Esto se debió principalmente a la reducción de los volúmenes transportados en productos Agrícolas, Ganaderos y Forestales (16.8% de disminución de 1994 a 1995) y Otros Productos Industriales (7.0% de disminución). No se presentó un cambio significativo en la longitud del recorrido promedio en productos Agrícolas, Ganaderos y Forestales, sin embargo en Otros Productos Industriales esta distancia disminuyó 15.5%.

En cuanto al ingreso real promedio, hubo una disminución del 3.2% en 1995 (10.04 c por ton-Km transportada) en comparación con 1994 (10.37 c por ton-Km transportada). Esto fue causa de aumentos nominales en las tarifas, las cuales quedaron por debajo de la inflación. Cabe aclarar que en 1995 las tarifas base registraron aumentos en cuatro ocasiones durante este año. Asimismo, en febrero de 1995 fue revisada la política de descuentos instrumentales desde finales de 1993 como parte del "Pacto de Estabilidad y Crecimiento Económico" (PECE). No obstante esta reducción en los descuentos fue ligeramente compensada por descuentos adicionales en agosto de 1995 para trenes unitarios (se otorgaron descuentos nominales de 8% en mercancías transportadas) y aportación de equipo (se dieron descuentos del 12% en caso de que el remitente utilizara sus propios vagones). Todo lo anterior resultó en aumentos nominales de los ingresos por debajo de la inflación de 1995, la cual ascendió a aproximadamente 50%.

- ii. OTROS INGRESOS: la cual comprende una gran variedad de rubros como venta de terrenos, chatarra, alquiler de carros, servicios varios y demoras, entre otros- sufrió una disminución de 1994 a 1995 de \$ 86. Esta caída se explica por la normalización de los ingresos en esta partida después de que en 1994 se observara un aumento considerable en los ingresos provenientes de ventas de terrenos.
- iii. PRODUCTOS AGRICOLAS, GANADEROS Y FORESTALES: en las categorías de productos, las disminuciones que destacan mas son (representan la mayor parte de la caída de ingresos):

Agrícola, Ganadero y Forestal disminuyó 17.1% (ver inciso b de este subcapítulo).  
Otros Ingresos disminuyó el 71.4%.

Dicha reducción fue consecuencia de la erosión en términos reales de los ingresos por ton-Km y del tonelaje transportado (como se verá a continuación).

El ingreso real promedio en los Productos Agrícola, Ganadero y Forestal disminuyó de 9.12c en 1994 a 9.08c por ton-Km en 1995. También el tonelaje transportado se contrajo 16.8% (de 6,466 millones de ton-Km a 5,381 millones en 1995). La reducción se debió a la disminución de cosechas de maíz, sorgo y granos de soya en Sinaloa, Tamaulipas y Chihuahua. También disminuyó la participación de la Conasupo en las compras directas nacionales y su concentración en los mercados regionales y locales.

- iv. MINERALES E INORGANICOS: el volumen de Minerales aumento en 1995 en un 14.7% en comparación con 1994 (de 2,863 millones de ton-Km en 1994 a 3,283 millones de ton-Km en 1995). Lo anterior se debió a aumentos en el transporte de mineral de hierro (64 millones de ton-Km o 33% de crecimiento) y azufre (43 millones de ton-Km ó 368% de crecimiento), principalmente. Los aumentos anteriores fueron causa de la recuperación del tráfico de mineral de hierro proveniente de Cerro del Mercado y del aumento del tráfico de carbón mineral entre Piedras Negras y la carboeléctrica de Río Escondido.
- v. PRODUCTOS INDUSTRIALES: Otros Productos Industriales alcanzaron \$ 328 en 1995 (lo que representó un aumento de \$ 58 en comparación con 1994. Este aumento de ingresos fue reflejo de la devaluación ocurrida en 1995, ya que dentro de este rubro algunas tarifas son cobradas en dólares (ver inciso d dentro de este subcapítulo). En la categoría de Otros Productos, los envíos en 1995 alcanzaron 2,745 millones de ton-Km (una disminución del 7.0% en comparación con 1994), pero ampliamente compensada por un aumento del 30.5% de los ingresos reales por ton-Km. El incremento en las tarifas se debió principalmente a la devaluación del peso mexicano, la cual generó mayores ingresos en pesos por tarifas cobradas en dólares, como es el caso de transporte de contenedores y material de ensamble.

- vi. **DESEMPEÑO EN CEMENTO:** En cuanto al Cemento, en 1995 disminuyeron los ingresos por la contracción en la movilización de este producto (se perdieron \$ 0.6 en comparación a 1994). Ver inciso c de este subcapítulo. Por lo que a la categoría de Cemento se refiere, la disminución de ingresos en el transporte de este producto se debió fundamentalmente por la reducción de ingresos reales por ton·Km de 17% y por la caída de 11% en el tonelaje transportado en 1995. La industria de la construcción fue afectada por la recesión general de la economía mexicana y del sector de la construcción. En particular influyó la disminución de la producción de la planta de Cemex en Barrientos para realizar actividades de mantenimiento en chimeneas y hornos, además la apertura de la nueva planta de Tepeaca; el cierre permanente de la planta de Cemex en Vito y temporal de la planta de Cementos Apasco en febrero y marzo de 1995 por huelga laboral. Otro aspecto negativo en la producción de cemento fue la aplicación de tarifas "anti-dumping" a las exportaciones mexicanas de cemento a los Estados Unidos.
- vii. **INDUSTRIA AUTOMOTRIZ:** La industria automotriz benefició al ferrocarril al aumentar los ingresos de éste a \$ 92, un aumento de \$ 15 millones o 19.8%. Al igual que Otros Productos Industriales, la industria automotriz se vio beneficiada por la devaluación del peso. En la Industria Automotriz hubo un crecimiento de 26.3% en los ingresos reales por ton·Km, a pesar de la caída del 5.1% del volumen transportado. El aumento de ingresos se debe a la devaluación del peso mexicano, ya que la tarifas dentro de este rubro están pactadas en dólares estadounidenses.

### **B.1.3. Análisis de gastos.**

De la tabla de Gastos de Operación se realizan a continuación las siguientes deducciones:

- Los gastos de operación en 1995 ascendieron a \$ 1,494, lo que significó una disminución de \$ 214 (12.5%) en términos reales en comparación con 1994. Esta reducción en los gastos de operación se debe a mejoras en productividad que se reflejaron en caídas en las cuatro principales categorías de gastos: Transporte, Mantenimiento de Equipo, Mantenimiento de Vías y Generales y Administrativos. La disminución más significativa fue la de Mantenimiento de Vías.

#### *B.1.3.1. Gastos de transporte.*

En la tabla siguiente se describen los gastos de transporte del FPN en los años de 1994 y 1995:

	1994	1995	CAMBIO (%)
<i>Patio</i>			
Combustible	\$ 19	\$ 20	4.3%
Otros (no mano de obra)	16	17	6.2
Sueldos	39	38	(2.9)
Prestaciones	40	41	3.4
<b>Total Patio</b>	<b>\$ 115</b>	<b>\$ 117</b>	<b>1.8</b>
<i>Camino</i>			
Combustible	\$ 148	\$ 168	13.5%
Otros (no mano de obra)	3	3	(11.8)
Sueldos	86	74	(14.8)
Prestaciones	88	79	(10.9)
<b>Total Camino</b>	<b>\$ 328</b>	<b>\$ 325</b>	<b>(0.9)</b>
<i>Otros Gastos de Transporte</i>			
No mano de obra	\$ 26	\$ 16	(36.7%)
Sueldos	35	32	(8.6)
Prestaciones	36	34	(3.7)
<b>Total Otros</b>	<b>\$ 97</b>	<b>\$ 83</b>	<b>(14.3)</b>
<b>TOTAL GASTOS DE TRANSPORTE</b>	<b>\$ 541</b>	<b>\$ 526</b>	<b>(2.8%)</b>

TABLA VII.B-2 GASTOS DE TRANSPORTE 1995 VS 1994.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

- Los gastos de transporte disminuyeron \$ 15 (2.8%), a pesar de un aumento en el combustible. La caída de los costos de transporte se explican principalmente por la reducción de gastos en sueldos y prestaciones en camino en 1995, los cuales alcanzaron los \$ 153, una reducción de \$ 23 (12.9%) en comparación con 1994. A su vez esta disminución se explica por la disminución de los requerimientos de mano de obra generados por mejoras operativas producto de la introducción de sistemas de remuneración ligados al desempeño ("Valor Viaje") y de la implantación del Sistema de Control Directo de Tráfico, así como por incrementos de salarios por debajo de los niveles de inflación.
- Por otra parte, el gasto en combustible ascendió a \$ 168, lo que significó un aumento de \$ 20 (13.5%) debido a aumentos en el precio de combustible por encima de la inflación.

*B.1.3.2. Gastos de Mantenimiento de Equipo, Vías y Gastos Generales y Administrativos.*

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO	1994	1995	CAMBIO (%)
<i>Locomotoras</i>			
Materiales y Suministros	\$ 74	\$ 17	(76.5%)
Otros Costos de Locomotoras	115,	230	99.9
Sueldos	56	23	(58.1)
Prestaciones	57	25	(55.9)
<b>Total Locomotoras</b>	<b>\$ 304</b>	<b>\$ 296</b>	<b>(2.4)</b>
<i>Carros de Carga</i>			
Materiales y Suministros	\$ 39	\$ 24	(39.1%)
Otros Costos de Vagones	26	31	21.3
Sueldos	31	17	(43.6)
Prestaciones	31	18	(40.6)
<b>Total Carros de Carga</b>	<b>\$ 128</b>	<b>\$ 92</b>	<b>(28.3)</b>
<i>Otro Equipo</i>			
Otros (no mano de obra)	\$ 3	\$ 5	50.0%
Sueldos	4	3	(22.7)
Prestaciones	4	3	(16.6)
<b>Total Otro Equipo</b>	<b>\$ 12</b>	<b>\$ 12</b>	<b>0.9</b>
<b>TOTAL GASTOS DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO</b>	<b>\$ 445</b>	<b>\$ 401</b>	<b>(9.8%)</b>

TABLA VII.B-3 GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO 1995 VS 1994.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

MANTENIMIENTO DE VIAS	1994	1995	CAMBIO (%)
Materiales y Suministros	\$ 105	\$ 36	(65.1)%
Otros (no mano de obra)	36	28	(19.9)
Sueldos	151	132	(12.3)
Prestaciones	154	143	(7.6)
<b>TOTAL GASTOS DE MANTENIMIENTO DE VIAS</b>	<b>\$ 448</b>	<b>\$ 341</b>	<b>(23.8)%</b>

TABLA VII.B-4 GASTOS DE MANTENIMIENTO DE VIAS 1995 VS 1994.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	1994	1995	CAMBIO (%)
Otros (no mano de obra)	\$ 128	\$ 97	(24.1%)
Sueldos	71	61	(14.6)
Prestaciones	73	66	(10.1)
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>	<b>\$ 273</b>	<b>\$ 224</b>	<b>(17.9%)</b>

TABLA VII.B-5 GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS DE 1995 VS 1994.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

- a. MANTENIMIENTO Y EQUIPO: los gastos pertenecientes a este rubro ascendieron \$ 401 en 1995, lo que significó una reducción de \$ 43 (9.8%) en comparación con lo gastado en 1994. Dicha disminución se debe a mesurar los gastos en Materiales y Suministros en los Gastos de Mantenimiento de Locomotoras (\$ 57) y en los Sueldos y Prestaciones (93 en total). Lo anterior fue posible gracias al arrendamiento de los talleres de mantenimiento en el segundo semestre de 1994 y aumentos salariales por debajo de los niveles de inflación. Sin embargo, las caídas antes mencionadas fueron contrarrestadas por el aumento de \$ 115 en el rubro de Otros Costos de Locomotoras -el cual incluyó gran parte de los costos reducidos en otras partidas como parte del costo del servicio de los talleres de mantenimiento arrendados.
- b. MANTENIMIENTO DE VIAS: en esta categoría se presentó la disminución mas importante de los gastos de operación, el cual disminuyó de \$ 448 en 1994 a \$ 341 en 1995 (una reducción de \$ 106 o 23.8%). Para lograr esta reducción en los gastos de mantenimiento de vía se racionalizaron los recursos en los niveles de inventarios y se dió diferimiento al programa de rehabilitación de vías en 1995 por limitaciones presupuestales. Los costos de los rubros de Sueldos y Prestaciones también mostraron el mismo comportamiento que las otras categorías de gastos, alcanzando una disminución de \$ 30, debido a las mejoras en la productividad por empleado obtenidas por el mayor uso de cuadrillas mecanizadas para conservar la vía y por la reducción de los niveles salariales en términos reales.
- c. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS: éstos disminuyeron \$ 48 o 17.9% debido fundamentalmente a las reducciones de gastos en los rubros de Sueldos y Prestaciones por la caída en los niveles reales de salarios, y a las reducciones de los gastos no-laborales producto de la reorganización de las principales funciones de la Empresa en las áreas de administración, comercialización y operaciones.

## *B.2. Análisis de 1994 contra 1993.*

### *B.2.1. Análisis del Balance.*

Para el año de 1994 el FPN presentó las siguientes características:

- i. Una pérdida en sus operaciones de \$ 55 (una disminución de 181 en comparación con 1993. Lo anterior fue provocado por un incremento en los gastos de operación y menores ingresos.
- ii. Este comportamiento se reflejó en un aumento de la razón operacional de 92.7% en 1993 a 103.3% en 1994 (3.9% de aumento anual), sin presentar cambio importante en la longitud promedio del recorrido.

**B.2.2. Análisis de Ingresos.**

Para el mejor análisis de los ingresos, se calculó la siguiente información presentada en los cuadros siguientes:

PRODUCTO	TONELAJAS (MILLONES)			DISTANCIA MEDIA DE RECORRIDO (KILOMETROS)		
	1993	1994	cambio %	1993	1994	cambio %
Agrícola, Ganadero y Forestal	7.56	8.51	12.6%	801	759	(5.2%)
Minerales e Inorgánicos	8.36	8.28	(1.0)	359	346	(3.6)
Petróleo y Derivados	3.11	2.77	(11.0)	395	422	6.9
Fertilizantes	0.55	0.66	20.3	702	608	(13.4)
Industria Automotriz	0.86	0.82	(4.2)	350	360	2.7
Productos Siderúrgicos	0.89	0.97	9.1	488	457	(6.3)
Cemento	5.26	5.05	(3.9)	286	267	(6.6)
Otros Productos Industriales	3.17	3.62	14.4	770	815	5.9
<b>TOTAL</b>	<b>29.74</b>	<b>30.68</b>	<b>3.1</b>	<b>516</b>	<b>519</b>	<b>0.7</b>

PRODUCTO	INGRESO PROMEDIO (			TON-KM (MILLONES)		
	1993	1994	cambio %	1993	1994	cambio %
Agrícola, Ganadero y Forestal	9.88	9.12	(7.7%)	6,059	6,466	6.7%
Minerales e Inorgánicos	9.66	8.59	(11.2)	2,999	2,863	(4.5)
Petróleo y Derivados	14.88	10.09	(32.2)	1,229	1,169	(4.9)
Fertilizantes	12.36	10.65	(13.8)	383	399	4.2
Industria Automotriz	27.95	26.12	(6.5)	301	296	(1.6)
Productos Siderúrgicos	11.71	11.00	(6.1)	432	442	2.3
Cemento	11.70	10.24	(12.5)	1,502	1,349	(10.2)
Otros Productos Industriales	11.06	9.18	(17.0)	2,437	2,950	21.0
<b>TOTAL</b>	<b>11.26</b>	<b>10.37</b>	<b>(7.9)</b>	<b>15,342</b>	<b>15,935</b>	<b>3.9</b>

TABLA VII.B-6 ESTADÍSTICAS DE OPERACION 1994 VS. 1993.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

- i. **DESEMPEÑO GENERAL:** para 1994 los ingresos totales fueron de \$ 1,652, lo que significó una disminución de \$ 74 (4.3%) en comparación de 1993, como resultado de una reducción en términos reales de los ingresos por ton-Km obtenidos durante el año. En cuanto al ingreso real promedio obtenido por la Empresa durante 1994 fue de 10.37 centavos por ton-Km, es decir, que se tuvo una pérdida en términos reales de 0.9 centavos por ton-Km en comparación con 1993.

Lo anterior se debe a que durante 1994 las tarifas base no tuvieron cambios en términos nominales a consecuencia de una política general de control de la inflación que afectó a las empresas estatales, mientras que la inflación en el año alcanzó el 7.1%. Además en Octubre de 1993 se dieron descuentos nominales del 5 al 12% en todas las categorías de productos (como acuerdo del "PECE") que se mantuvieron durante 1994. Esto provocó la caída de los ingresos promedios por ton-Km en 1994 de 1% en términos nominales y de 8% en términos reales en comparación con 1993.

- ii. **PETROLEO Y DERIVADOS:** los ingresos provenientes de este rubro alcanzaron para 1994 los \$ 117, una disminución de \$ 65 (35.5%) comparados con 1993. Las tarifas por ton-Km cayeron en valor real, además los volúmenes transportados decrementaron a consecuencia del inicio de operaciones del oleoducto Salamanca-Guadalajara y a la falta de mantenimiento e inversiones en carros tanques, lo cuál resultó en que PEMEX incrementara su utilización de camiones y oleoductos durante 1994. El ingreso real promedio para esta categoría de productos fue de 10.09 centavos por ton-Km, es decir, se redujo 32.2% de 1993 a 1994, mientras que el volumen transportado disminuyó de 1,229 millones de ton-Km transportadas en 1993 a 1,169 millones de ton-Km en 1994.

- iii. **CEMENTO:** los ingresos para 1994 por transporte de cemento fueron de \$ 138, representando una caída del 21.4% (\$ 37) con respecto de 1993. Esta reducción se debió a los decrementos en los ingresos por ton-Km, en la distancia promedio recorrida y en los volúmenes transportados durante el año. Estas disminuciones se explican por la erosión generalizada de las tarifas reales obtenidas por la Empresa y por la reducción en los volúmenes de exportación de cemento hacia E.U. (la baja en la demanda se debe a las medidas "antidumping" en contra de las exportaciones mexicanas). El ingreso promedio para esta categoría de productos fue de 10.24 centavos por ton-Km, una reducción del 12.5% en términos reales en comparación con 1993. El volumen transportado se redujo 10.2% a 1,349 millones de ton-Km transportadas.
- iv. **MINERALES E INORGANICOS:** los ingresos ascendieron en 1994 a \$ 246, cifra que marca una disminución de \$ 44 (15.2%) desde 1993. Lo anterior se dió a consecuencia de ingresos reales promedio por ton-Km más bajos y a un menor volumen transportado durante el año. El ingreso real por ton-Km para esta categoría de productos fue de 8.5 centavos, un decremento de 11% en términos reales en comparación con 1993. El volumen transportado durante 1994 fue de 2,683 millones de ton-Km (una disminución del 4.5%) en comparación con 1993. En este caso la disminución de la distancia media recorrida (bajó un 3.6%) fue más significativa que la reducción de las toneladas transportadas (apenas cayeron un 1.0%).

### B.2.3. Análisis de Gastos.

- Para el año de 1994 los gastos de operación aumentaron \$ 107 (6.7%) a comparación de 1993. Este incremento se explica fundamentalmente por los aumentos en los Gasto de Mantenimiento de Equipo, Vías y por los Gastos Generales y Administrativos.

#### *B.2.3.1. Gastos de Transporte.*

GASTOS DE TRANSPORTE	1993	1994	CAMBIO (%)
<i>Patio</i>			
Combustible	\$ 18	\$ 19	4.8%
Otros (no mano de obra)	15	16	4.8
Sueldos	41	39	(4.5)
Prestaciones	44	40	(8.9)
<b>Total Patio</b>	<b>\$ 119</b>	<b>\$ 115</b>	<b>(3.5)</b>
<i>Camino</i>			
Combustible	\$ 243	\$ 148	(39.0)%
Otros (no mano de obra)	2	3	47.6
Sueldos	79	86	8.7
Prestaciones	85	88	3.6
<b>Total Camino</b>	<b>\$ 411</b>	<b>\$ 328</b>	<b>(20.3)</b>
<i>Otros Gastos de Transporte</i>			
No mano de obra	\$ 15	\$ 26	68.8%
Sueldos	28	35	25.8
Prestaciones	30	36	20.0
<b>Total Otros</b>	<b>\$ 73</b>	<b>\$ 97</b>	<b>32.4</b>
<b>TOTAL GASTOS DE TRANSPORTE</b>	<b>\$604</b>	<b>\$ 541</b>	<b>(10.5)%</b>

TABLA VII.B-7 GASTOS DE TRANSPORTE 1994 VS 1993.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

- Como se observa los Gastos de Transporte disminuyeron en un 10.5% (\$ 63) de 1993 a 1994. Esta reducción se debe principalmente a una caída importante en el gasto de combustible en el año (se rebajó 39.0% los gastos en este rubro). Este ahorro de recursos monetarios se debe a una resolución fiscal por parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la cuál otorgó una exención a Ferrocarriles Nacionales de México en el pago del Impuesto Especial Sobre Producción y Servicio, el cual era previamente incluido en el costo del combustible.



## B.2.3.1. Gastos de Mantenimiento de Equipo, de Vías y Generales y Administrativos.

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO	1993	1994	CAMBIO (%)
<i>Locomotoras</i>			
Materiales y Suministros	\$ 97	\$ 74	(23.7)%
Otros Costos de Locomotoras	30	115	282.0
Sueldos	65	56	(13.4)
Prestaciones	69	57	(17.4)
<b>Total Locomotoras</b>	<b>\$ 263</b>	<b>\$ 304</b>	<b>15.6</b>
<i>Carros de Carga</i>			
Materiales y Suministros	\$ 38	\$ 39	3.4%
Otros Costos de Vagones	16	26	55.2
Sueldos	31	31	(0.5)
Prestaciones	33	31	(5.0)
<b>Total Carros de Carga</b>	<b>\$ 120</b>	<b>\$ 128</b>	<b>7.3</b>
<i>Otro Equipo</i>			
Otros (no mano de obra)	\$ 3	\$ 3	6.0%
Sueldos	4	4	(6.3)
Prestaciones	4	4	(6.3)
<b>Total Otro Equipo</b>	<b>\$ 12</b>	<b>\$ 12</b>	<b>(3.0)</b>
<b>TOTAL GASTOS DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO</b>	<b>\$ 395</b>	<b>\$ 445</b>	<b>12.5%</b>

TABLA VII.B-8 GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO 1994 VS 1993.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE VIAS	1993	1994	CAMBIO (%)
Materiales y Suministros	\$ 73	\$ 105	43.5%
Otros (no mano de obra)	28	36	24.6
Sueldos	130	151	15.9
Prestaciones	140	154	10.6
<b>TOTAL GASTOS DE MANTENIMIENTO DE VIAS</b>	<b>\$373</b>	<b>\$448</b>	<b>20.0%</b>

TABLA VII.B-9 GASTOS DE MANTENIMIENTO DE VIAS 1994 VS 1993.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	1993	1994	CAMBIO (%)
Otros (no mano de obra)	\$ 80	\$ 128	59.1%
Sueldos	70	71	1.8
Prestaciones	75	73	(2.9)
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>	<b>\$ 226</b>	<b>\$ 273</b>	<b>20.6%</b>

TABLA VII.B-10 GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS DE 1994 VS 1993.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

- i. **MANTENIMIENTO Y EQUIPO:** éstos aumentaron \$ 50 (12.5%) alcanzando la cifra de \$ 445 en 1994. Como se puede ver en la tabla correspondiente (tabla VII.B-13) la partida de Otros Costos de Locomotoras incluyó por primera vez los pagos a los arrendadores de los talleres de mantenimiento de locomotoras que fueron arrendados a partir de 1994. Dichos pagos incluyeron la amortización de las rentas anticipadas e inversiones realizadas por los arrendatarios en los talleres después del contrato de arrendamiento.
- ii. **MANTENIMIENTO DE VIAS:** estos gastos aumentaron \$ 74 (20.0%) ya que en el año de 1994 se realizó la reconstrucción de más de 260 kilómetros de vías.

- iii. **GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:** los gastos Generales y Administrativos ascendieron a \$ 273, es decir, un incremento del 20.6% (\$ 46 millones) anual. La categoría más afectada es Otros (No mano de obra), producto de los gastos provenientes de la reestructuración de FNM.

### **B.3. Análisis de 1993 contra 1992.**

#### **B.3.1. Análisis del Balance.**

Haciendo un análisis de los balances de los estados de resultados de 1993 y 1992 se puede saber:

- i. Para 1993 el resultado de operación fue de \$ 126, que a comparación de los \$ 263 de pérdida que se tuvieron en 1992, marca un repunte del 148% (\$ 390). Este aumento se debió a una reducción importante de los gastos de operación, la cuál fue mayor que la caída de los ingresos durante el año.
- ii. La razón operacional disminuyó en 1993 hasta el 92.7%. La Empresa transportó 15,341 de ton-Km en 1993, un aumento del 5.8% en comparación con 1992 sin presentarse cambios importantes en la distancia promedio del recorrido.

#### **B.3.2. Análisis de Ingresos.**

Para el mejor análisis de los ingresos, se calculó la información presentada en los cuadros siguientes:

PRODUCTO	TONELADAS (MILLONES)			DISTANCIA MEDIA DE RECORRIDO (KILOMETROS)		
	1992	1993	cambio %	1992	1993	cambio %
Agrícola, Ganadero y Forestal	7.13	7.56	6.1%	767	801	4.5%
Minerales e Inorgánicos	8.77	8.36	(4.6)	320	359	11.9
Petróleo y Derivados	2.94	3.11	5.6	400	395	(1.1)
Fertilizantes	0.95	0.55	(42.4)	700	702	0.2
Industria Automotriz	0.67	0.86	29.0	340	350	3.0
Productos Siderúrgicos	0.93	0.89	(4.9)	593	488	(17.8)
Cemento	4.57	5.26	14.9	273	286	4.6
Otros Productos Industriales	3.07	3.17	3.1	768	770	0.3
<b>TOTAL</b>	<b>29.03</b>	<b>29.74</b>	<b>2.5</b>	<b>500</b>	<b>516</b>	<b>3.2</b>

PRODUCTO	INGRESO PROMEDIO (			TON-KM (MILLONES)		
	1992	1993	cambio %	1992	1993	cambio %
Agrícola, Ganadero y Forestal	9.98	9.88	(1.0)%	5,465	6,059	10.9%
Minerales e Inorgánicos	10.22	9.66	(5.4)	2,809	2,999	6.8
Petróleo y Derivados	14.69	14.88	1.3	1,177	1,229	4.4
Fertilizantes	12.98	12.36	(4.8)	664	383	(42.3)
Industria Automotriz	27.67	27.95	1.0	226	301	32.9
Productos Siderúrgicos	11.90	11.71	(1.6)	552	432	(21.8)
Cemento	11.72	11.70	(0.2)	1,250	1,502	20.2
Otros Productos Industriales	11.68	11.06	(5.3)	2,538	2,437	3.3
<b>TOTAL</b>	<b>11.98</b>	<b>11.26</b>	<b>(6.0)</b>	<b>14,501</b>	<b>15,342</b>	<b>5.8</b>

TABLA VII.B-11 ESTADÍSTICAS DE OPERACION 1993 VS. 1992.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

- i. DESEMPEÑO GENERAL: en 1993 los ingresos sumaron \$ 1,726 lo que significó una reducción de \$ 10 (0.6%) en comparación de 1992. Esta caída se explica fundamentalmente por un deterioro de los ingresos reales por ton-Km, los cuales cayeron 0.72 centavos (6.0%) a 11.26 centavos en 1993. Aunque las tarifas se elevaron 9.9% en términos nominales en febrero de 1993, por encima de la inflación del 8.0% en 1993, los ingresos disminuyeron. Sin embargo, se otorgaron descuentos en promedio del 1.5% en base a los volúmenes de carga y a las condiciones económicas y operativas particulares de los remitentes. Además de los descuentos antes mencionados, falta por mencionar los otorgados adicionalmente como parte del "PECE" y que equivalían al 10.0% en promedio para las diferentes categorías de productos transportadas, lo cual generó un deterioro de los ingresos reales por ton-Km
- ii. FERTILIZANTES: estos ingresos totalizaron \$ 47 en 1993, una disminución de \$ 38 (45.1%) en comparación con los obtenidos en 1992. Durante 1993, Fertimex fue privatizada, lo que disminuyó los volúmenes transportados debido a reducciones en la demanda de fertilizantes por problemas de financiamiento y comercialización de algunas cosechas y por deficiencias de la infraestructura ferroviaria de los distribuidores. Como se observa en las tablas anteriores (ver tabla VII.B-18) los volúmenes transportados cayeron dramáticamente con un 42.3% en términos reales a comparación de 1992.
- iii. PRODUCTOS SIDERURGICOS: para 1993 estos productos ascendieron a \$ 50, lo que significó un decremento del 23.1% (\$ 38.9 millones) con respecto a 1992. Esto se debió a disminuciones en el tonelaje transportado y en los ingresos reales por ton-Km. El volumen transportado en 1993 fue de 432 millones de ton-Km, una reducción del 21.8% en comparación con 1992. Esta disminución de envíos fue consecuencia de la privatización de Sidermex en 1992, empresa que dejó de transportar parte de su producción por ferrocarril. Además la reducción en las exportaciones a consecuencia de la aplicación de medidas anti-dumping en contra de las exportaciones de productos siderúrgicos mexicanos a los Estados Unidos. Por otra parte, PEMEX acumuló niveles excesivos de inventarios de tubería de hierro y acero en 1993, que posteriormente se vió obligado a vender en el mercado por lo que la industria siderúrgica experimentó una sobreoferta.
- iv. PRODUCTOS AGRICOLAS, GANADEROS Y FORESTALES: en 1993 se sumaron \$ 598, se manifestó un aumento del 9.7% (\$ 53), producto de crecimiento de las toneladas transportadas. Para 1993 el volumen transportado fue de 6,059 millones de ton-Km, lo que representó un incremento de 10.9% a comparación de 1992. Durante 1993 hubo factores climáticos que beneficiaron a las cosechas de maíz, trigo, sorgo y frijol, así como por el inicio de operaciones de algunos comercializadores privados, tales como el Grupo Contri y Ferropuerto Laguna, empresas que movieron más de 170 mil y 230 mil toneladas de granos en 1993. Por otro lado, el ingreso promedio cobrado por esta categoría fue de 9.88 centavos por ton-Km, una disminución del 1.0% en términos reales en comparación con 1992.
- v. PRODUCTOS MINERALES E INORGANICOS: \$ 289 se obtuvieron en 1993, un aumento del 1.0% (\$ 2), debido a un crecimiento en el tonelaje transportado ligeramente mayor a la disminución en los ingresos por ton-Km. Los envíos en 1993 fueron de 2,999 millones de ton-km, un aumento del 6.8% en comparación con 1992. El ingreso promedio en esta categoría de productos fue de 9.66 centavos por ton-km transportada, esto significó una disminución del 5.4% en comparación con 1992. La distancia media recorrida produjo aumentos en el ingreso promedio ya que creció 11.9% y esto compensó la caída de 4.6% en el número de toneladas transportadas; esta última caída fue consecuencia de la disminución de la producción de Altos Hornos de México, generada por la realización de labores de mantenimiento de sus hornos.

### **B.3.3. Análisis de Gastos.**

- Para 1993 los gastos de operación ascendieron de \$ 1,600, esto representó una disminución de \$ 399 (20.0%) de 1992 a 1993, como resultado de reducciones en los gastos de Mantenimiento de Equipo, Vía y de Transporte.

#### ***B.3.3.1. Gastos de Transporte (1993 vs 1992).***

GASTOS DE TRANSPORTE	1992	1993	CAMBIO (%)
<i>Patio</i>			
Combustible	\$ 19	\$ 18	(2.1)%
Otros (no mano de obra)	15	15	(2.1)
Sueldos	45	41	(10.5)
Prestaciones	64	44	(31.7)
<b>Total Patio</b>	<b>\$ 145</b>	<b>\$ 119</b>	<b>(17.9)</b>
<i>Camino</i>			
Combustible	\$ 242	\$ 243	0.2%
Otros (no mano de obra)	1	2	35.7
Sueldos	66	79	20.6
Prestaciones	133	85	(35.6)
<b>Total Camino</b>	<b>\$ 414</b>	<b>\$ 411</b>	<b>(7.3)</b>
<i>Otros Gastos de Transporte</i>			
No mano de obra	\$ 9	\$ 15	66.9%
Sueldos	35	28	(19.7)
Prestaciones	48	30	(37.9)
<b>Total Otros</b>	<b>\$ 92</b>	<b>\$ 73</b>	<b>(20.5)</b>
<b>TOTAL GASTOS DE TRANSPORTE</b>	<b>\$ 682</b>	<b>\$ 604</b>	<b>(11.4)%</b>

TABLA VII.B-12 GASTOS DE TRANSPORTE 1993 VS 1992.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

- Los gastos de transporte disminuyeron \$ 77 (11.4%) en el período 1992-1993. Esta reducción se explica en gran parte por la reducción en la fuerza laboral, producto de la implementación de los programas de retiro voluntario. Los gastos de combustible se mantuvieron, por el contrario, inalterados.

#### ***B.3.3.2. Gastos de Mantenimiento de Equipo, de Vías y Generales y Administrativos.***

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO	1992	1993	CAMBIO (%)
<i>Locomotoras</i>			
Materiales y Suministros	\$ 139	\$ 97	(29.5)%
Otros Costos de Locomotoras	25	30	16.9
Sueldos	97	65	(32.9)
Prestaciones	135	69	(48.4)
<b>Total Locomotoras</b>	<b>397</b>	<b>\$ 263</b>	<b>(33.8)</b>
<i>Carros de Carga</i>			
Materiales y Suministros	\$ 17	\$ 38	123.4%
Otros Costos de Vagones	12	16	32.1
Sueldos	57	31	(45.4)
Prestaciones	79	33	(57.8)
<b>Total Carros de Carga</b>	<b>\$ 166</b>	<b>\$ 120</b>	<b>(27.8)</b>
<i>Otro Equipo</i>			
Otros (no mano de obra)	\$ 4	\$ 3	(18.8)%
Sueldos	5	4	(22.9)
Prestaciones	5	4	(22.9)
<b>Total Otro Equipo</b>	<b>\$ 16</b>	<b>\$ 12</b>	<b>(21.8)</b>
<b>TOTAL GASTOS DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO</b>	<b>\$ 580</b>	<b>\$ 395</b>	<b>(31.8)%</b>

TABLA VII.B-13 GASTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO 1993 VS 1992.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE VIAS	1992	1993	CAMBIO (%)
Materiales y Suministros	\$ 83	\$ 73	(11.6)%
Otros (no mano de obra)	19	28	47.9
Sueldos	167	130	(21.8)
Prestaciones	231	140	(39.5)
<b>TOTAL GASTOS DE MANTENIMIENTO DE VIAS</b>	<b>\$ 501</b>	<b>\$ 373</b>	<b>(25.5)%</b>

TABLA VII.B-14 GASTOS DE MANTENIMIENTO DE VIAS 1993 VS 1992.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	1992	1993	CAMBIO (%)
Otros (no mano de obra)	\$ 52	\$ 80	52.4%
Sueldos	76	70	(8.4)
Prestaciones	106	75	(29.1)
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>	<b>\$ 236</b>	<b>\$ 226</b>	<b>(4.2)%</b>

TABLA VII.B-15 GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS DE 1993 VS 1992.

FUENTE: FNM

NOTA: PESOS CONSTANTES AL CIERRE DEL EJERCICIO 1995

- La reducción de los Gastos de Mantenimiento y Equipo y Mantenimiento de Vías en \$ 184 y \$ 128, respectivamente, explican la mayor parte de la caída de los gastos de operación durante el año. Las disminuciones en la fuerza laboral, debido a la implementación del programas de retiro voluntario forman en gran medida la reducción en los gastos anteriores. Además, la eliminación del servicio ferroviario exprés resultó en reducciones de gastos adicionales.
- La disminución de los costos de Sueldos y Prestaciones se contraponen al aumento del 52.4% de Otros (no mano de obra) en el rubro de Gastos Generales y Administrativos, éstos disminuyeron 4.2% en comparación con 1992.

## C. OBLIGACIONES PRINCIPALES (ARRENDAMIENTOS, DERECHOS DE PASO, ETC.).

### C.1. Arrendamiento Financiero.

Dentro del equipo motriz del FPN se incluyen 26 locomotoras. De éstas, 16 fueron contratadas por FNM como parte de un arrendamiento financiero de 100 locomotoras diesel General Electric Serie 14500 y las 10 restantes se contrataron de forma independiente. La empresa que proporcionó el financiamiento es Arrendadora Internacional S.A. de C.V. (Arrendadora), que es una subsidiaria de BITAL, S.A. de C.V., una institución financiera mexicana.

Se pretende celebrar contratos independientes de subarrendamiento para las 16 y 10 locomotoras entre FNM y FPN, bajo condiciones semejantes a los convenios respectivos celebrados entre FNM y la Arrendadora.

Los términos de arrendamiento se especifican dentro de la siguiente tabla:

TERMINOS DE ARRENDAMIENTO		
Locomotoras	16	10
Monto Original	US \$ 18,217,219.00	US \$ 10,028,721.00
Plazo	10 AÑOS	8.5 AÑOS
Monto Remanente	US \$ 12,611,920.84	US \$ 1,834,098.22
Tasa	11.23% ANUAL	LIBOR 6 MESES 2.125%
Pagos de Capital	SEMESTRAL	SEMESTRAL
Garantía	85% EXIMBANK	85% EXIMBANK
Aval	15% NACIONAL FINANCIERA	15% NACIONAL FINANCIERA

TABLA VII.C-1 TERMINOS DEL ARRENDAMIENTO DE LOCOMOTORAS PARA FNM.  
FUENTE: FNM.

Para el programa de pagos remanentes del arrendamiento se tiene lo siguiente:

	CAPITAL	1997	1998	1999	2000	2001
<b>16 Locomotoras</b>						
Principal	\$ 18,217,219	\$ 2,802,649	\$ 2,802,649	\$ 2,802,649	\$ 2,802,649	\$ 1,401,325
Interés <sup>5</sup>		1,566,154	1,190,177	824,200	459,226	92,246
Total		\$ 4,368,803	\$ 3,992,826	\$ 3,626,849	\$ 3,261,875	\$ 1,493,571
<b>10 Locomotoras</b>						
Principal	\$ 10,028,721	\$ 733,639	\$ 733,639	\$ 366,820		
Interés <sup>4</sup>		155,128	86,162	17,195		
Total		\$ 888,767	\$ 819,801	\$ 384,015		
<b>Total 26 Locomotoras</b>						
Principal		\$ 3,536,288	\$ 3,536,288	\$ 3,169,469	\$ 2,802,649	\$ 1,401,325
Interés		1,711,282	1,276,339	841,395	459,226	92,246
Total		\$ 5,247,571	\$ 4,812,627	\$ 4,010,863	\$ 3,261,875	\$ 1,493,571

TABLA VII.C-2 PROGRAMA DE PAGOS REMANENTES DE ARRENDAMIENTO DE 16 Y 10 LOCOMOTORAS.  
FUENTE: FNM.

CANTIDADES EN DOLARES ESTADOUNIDENSES.

<sup>4</sup> FUENTE: FNM, INFORMACION A DICIEMBRE DE 1996

<sup>5</sup> LOS PAGOS DE INTERES INCLUYEN LAS COMISIONES DE LAS GARANTIAS Y LOS IMPUESTOS DE VALOR AGREGADO ESTIMADOS.

### C.2. Contrato para la prestación de servicios de mantenimiento de locomotoras.

En 1994 se celebró un contrato de prestación de servicios con las empresas GIMCO y MK Gain/MK Rail (los mantenedores) y FNM. Dicho contrato es un arrendamiento de los talleres de mantenimiento de locomotoras y carros en Torreón y Chihuahua (operados por GIMCO), y en el taller de San Luis Potosí y Acámbaro (operado por MK Gain/MK Rail), y de esta forma se reciben servicios de mantenimiento, reparación y revisión del equipo tractivo y de arrastre.

Estos contratos comprometen a los mantenedores a elevar la productividad mediante la obras que sean necesarias y a cumplir con la normatividad que en materia de prevención de contaminación exijan las autoridades. Los contratos tienen una vigencia de 10 años, y a partir de 1994, la disponibilidad del equipo tractivo ha sido elevada por encima del mínimo del 90% establecido.

Con la privatización del FPN, el nuevo concesionario de la línea tendrá la posibilidad de negociar directamente con los mantenedores la continuación de los servicios de mantenimiento. En caso de no llegar a un acuerdo, el concesionario tiene la facultad de rescindir los contratos que él crea apropiado, asumiendo los costos correspondientes con el consecuente beneficio de seguir utilizando las instalaciones para el mantenimiento de equipos.

### C.3. Obligaciones ambientales.

Será obligación del concesionario asegurarse de que en un periodo no mayor de 90 días (contados a partir de la entrega de instalaciones del ferrocarril) se hayan tomado todas aquellas acciones y medidas preventivas para evitar el impacto de las operaciones del FPN en el medio ambiente, incluyendo la posible contaminación de los suelos, subsuelos y mantos freáticos. Antes de la concesión FNM e indirectamente el Gobierno Federal, será responsable de los convenios celebrados con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. FNM mantendrá la responsabilidad de remediación de suelos, subsuelos y mantos freáticos contaminados por la operación de los ferrocarriles.

### C.4. Obligaciones fiscales.

La Empresa registrará pasivos a favor del Gobierno Federal derivados del IVA que deberá cubrir por la compra venta de los activos y el otorgamiento del Título de Concesión. Dicho IVA se calculará en el primer caso sobre el valor de avalúo de los activos, y en el segundo, sobre el monto del aprovechamiento que el Participante fije en la propuesta económica. Dicho IVA será deducible a favor de la empresa.

La SCT tramitará la devolución inmediata del IVA y con el importe que la Empresa reciba con motivo de dicha devolución procederá a cubrir al Gobierno Federal los citados pasivos derivados del IVA.

### C.5. Derechos de paso.

Los términos y pagos correspondientes por todos los derechos de paso y arrastre, serán establecidos directamente entre los ferrocarriles respectivos. La SCT solo puede intervenir en caso de que las Empresas involucradas no concilien un acuerdo respecto a los términos y pagos respectivos.

Después de 20 años de vigencia de la concesión, la SCT podrá establecer derechos de paso y arrastre adicionales, en caso de que se demuestre que existe abuso de control de mercado por falta de competencia efectiva en alguno de los puntos atendidos por la Empresa. En dichos casos, la dependencia gubernamental determinará los derechos de paso en la ruta pertinente, los cuales serán dispuestos a punto y solo para los productos de que se trate. Los términos de los mismos serán determinados de acuerdo con la legislación vigente. De esta forma se controla la competencia entre las nuevas empresas ferroviarias.

A continuación en las tablas presentadas se describen los derechos de paso cedidos y otorgados al FPN:

DP*	DESCRIPCION
PN-1	El FPN concederá derecho de paso a los trenes de la línea corta Ojinaga-Topolobampo entre Tabalaopa y Chihuahua (kilómetros A-1608+052 y A-1615+000), con el fin de que esta línea corta tenga acceso al patio de maniobras y acceso a las vías del patio intermodal de FPN.
PN-5	El FPN concederá derecho de paso a los trenes de la línea corta Ojinaga-Topolobampo que requieren utilizar la báscula del patio de Sufragio entre los kilómetros T-741+000 y T-741+650. Este derecho tendrá vigencia de solo un año a partir del momento de la concesión de la línea corta, en tanto se instala una nueva báscula, propiedad de esta última, en vías de jurisdicción.
PN-7	El FPN concederá derecho de paso a los trenes del FNE entre Pedro C. Morales (Km M-477+000) y Cerro La Silla (Km M-500+000), para trenes consolidados, fundamentalmente de combustóleo.
PN-8	El FPN concederá derecho de paso a los trenes del FNE entre Topo Grande (Km M-528+000) y Chipinque (Km M-552+000) para efectuar movimientos entre el patio de Monterrey y Chipinque para la formación de trenes de la ruta de Torreón.
PN-9	El FPN concederá derecho de paso a los trenes unitarios automotrices del FNE entre Celaya (Km A-289+513) y Silao (Km A-385+000 y AE-7+000), para dar servicio a General Motors.
PN-10	El FPN concederá derecho de paso a los trenes consolidados del FNE entre Arbol Grande (Km M-4+128=L-672+419) y Altamira (Km M-27+571), para tener acceso a Ciudad Madero, Altamira y Miramar.
PN-11	El FPN concederá derecho de paso a los trenes del FNE entre Arellano (Km A-574+000) y Chicolate (Km L-14+320), para dar servicio a Nissan en Arellano por medio de trenes unitarios y realizar intercambio de carros en Aguascalientes.
PN-12	El FPN concederá derecho de paso a los trenes de FNE entre Viborillas (Km BC-8+756) y Huehuetoca (Km B-49+000), por un plazo de dos años, para operar trenes con doble estiba de contenedores y/o plataformas multiniveles (automotrices), en tanto se realiza la elevación de la catenaria de la electrificación en la doble vía México-Querétaro.
PN-13	El FPN concederá derecho de paso al Ferrocarril Coahuila-Durango, entre Piedras Negras (Km R-2+255) y Ciudad Frontera (Km R-239+000), para trenes unitarios de carbón, procedentes de Barroterán, Sabinas y Piedras Negras (importación) con destino a Piedras Negras (exportación), Rio Escondido, Barroterán o Ciudad Frontera. El derecho de paso considera adicionalmente los tramos RC-3+000 al R-145+299 (Barroterán), RB-3+000 al R-116+924 (Sabinas) y RD-3+250 al R-236+540 (Ciudad Frontera).
PN-14	El FPN concederá derecho de paso al Ferrocarril de Nacozari en los tramos comprendidos entre los kilómetros TA-0+000 al TA-0+500, y T-0+000 (línea divisoria Nogales, Sonora-Nogales, Az.) al Km T-8+000 (Nogales) para trenes de este último Ferrocarril que requieran realizar intercambio con el FPN en Nogales o intercambio en la frontera con el Ferrocarril Union-Pacific/Southern Pacific.
PN-15	El FPN concederá derecho de paso al Ferrocarril de Nacozari entre Nogales y Guaymas, a través de las líneas "TA" (tramo TA-0+000 al TA-0+500), "T" (tramo T-3+005 a T-414+165) y "TF" (tramo TF-0+000 a TF-7+966), para trenes unitarios de ácido sulfúrico y de productos minerales de exportación.
PN-17	El FPN concederá derecho de paso a los trenes unitarios de mineral de hierro del Ferrocarril Coahuila-Durango entre Torreón (A-1131+750) y Escalón (A-1298+130=RD-338+174). Este derecho de paso incluye los tramos DA-251+000 a DA-252+800=A-1136+123 (Torreón) y RD-337+350 a RD-338+174=A-1298+130.

TABLA VII.C-3 DERECHOS DE PASO QUE OTORGA EL FPN.

FUENTE: FNM.

\* DERECHO DE PASO

DP*	DESCRIPCION
N-1	El FNE concederá derecho de paso a los trenes del FPN, en el tramo Topo Grande (Km M-528+000) -Patio Monterrey Carga - Cerro La Silla (Km M-500+000), con el fin de que este último ferrocarril tenga acceso al patio Monterrey y conexión de sus líneas que corren a Torreón y a Tampico.
N-2	EL FNE concederá derecho de paso a los trenes del FPN en el tramo Apodaca (Km F-17+000) - Conexión Distrito Matamoros (Km F-0+000=B-1029+026) - kilómetro B-1027+080, con el fin de que este último Ferrocarril pueda dar servicio a la zona industrial de Lagrange y Apodaca, con trenes consolidados.
N-3	El FNE concederá derecho de paso a los trenes del FPN entre Monterrey Carga, Km B-1027+060 y Leona, Km B-1009+000, con el fin de que este último Ferrocarril pueda dar servicio a la zona industrial de Leona, con trenes consolidados.
N-4	El FNE concederá derecho de paso a los trenes del FPN en el tramo Tampico (Km L-665+000) -Arbol Grande (Km L672++719=M-4+128) -Doña Cecilia (Km L-674+000), para trenes consolidados con origen o destino a Tampico y Doña Cecilia.
N-5	El FNE concederá derecho de paso a los trenes del FPN, entre Ramos Arizpe, Km B-929+007=R-424+650 y Encantada, Km B-892+875, por las líneas "B" y "BS", para trenes unitarios con origen o destino a Rojas, Saltillo y Encantada.
N-6	El FNE concederá derecho de paso a los trenes del FPN por las vías Juárez y Morelos de la doble vía electrificada, entre la Griega (km. Morelos-227+438=B-251+535) y Mariscalá (Km B-285+922=A-263+922), para dar continuidad a los tráfico de éste último Ferrocarril.



DI*	DESCRIPCION
N-7	El FNE concederá derecho de paso a los trenes del FPN entre, Celaya (Km NB-68+692) y Escobedo (Km B-315+000), para tener acceso al patio de intercambio de Escobedo.
N-9	El FNE concede derecho de paso a los trenes consolidados del FPN entre San Juan del Río (Km Juárez 1+000) y Huehuetoca (Juárez 43+724/Morelos 43+724), que tengan por origen o destino a Buenavista, Pantaco, Terminal del Valle de México y Lechería.
N-17	El FNE concederá derecho de paso a los trenes consolidados del FPN entre San Juan del Río (Km AL-0+000) y San Nicolás (Km AL-11+245=B-213+000), así como en el tramo comprendido entre los kilómetros A-184+000 y A-203+000, con el fin de que este último ferrocarril tenga acceso a la zona industrial de San Juan del Río.
N-18	El FNE concederá derecho de paso a los trenes del FPN entre La Griega (Km B-251+535=Morelos 227+438) y Huehuetoca (Km Juárez-43+724/Morelos 43+724), durante un periodo de dos años, en forma tal que, en reciprocidad por el derecho de paso PN-12, el FPN pueda utilizar la doble vía electrificada en los casos en que se sature la capacidad de la línea "B".
TVM-6	El Ferrocarril Terminal del Valle de México concederá derecho de paso al FPN en los tramos A-2+576 al A-43+969 y B-7+715 al B-49+000, para tráfico con origen o destino en Pantaco, Valle de México y Lechería, que requieran circular por las vías "A" y "B".
D-1	El Ferrocarril Coahuila-Durango concederá derecho de paso a los trenes unitarios de combustóleo del FPN entre Torreón (Km DA-251+000) y Villa Juárez (Km DA-238+000).

TABLA VII.C-4 DERECHOS DE PASO OTORGADOS AL EL FPN.

FUENTE: FNM.

\* DERECHO DE PASO

Con el fin de fomentar la competencia entre los Ferrocarriles del Noreste y Ferrocarril del Pacífico-Norte, se acordaron los siguientes derechos de paso largos:

DI*	DESCRIPCION
DPL-1	El FPN concederá derecho de paso al FNE entre Mariscala (Km A-263+992) y Guadalajara (Km I-259+500), así como en el tramo comprendido entre los kilómetros T-1763+960 y T-1760+000, para trenes consolidados de este último Ferrocarril con origen o destino en el patio y la zona industrial de Guadalajara, con el fin de elevar el nivel de competencia intraferrocarriles.
DPL-2	El FNE concederá derecho de paso al FPN entre Viborillas (Km BC-8+756) y Encantada (Km B-892+875), con lo cual, mediante el uso adicional del derecho de paso N-5, este último ferrocarril tendrá paso por la línea "B" para atender tráficos en Querétaro y México con trenes consolidados, con el fin de elevar el nivel de competencia intraferrocarriles.

TABLA VII.C-5 DERECHOS DE PASO LARGOS ENTRE FPN Y FNE.

FUENTE: FNM.

\* DERECHO DE PASO

## CAPITULO VIII. CONCLUSIONES.

### Consideraciones generales sobre los Ferrocarriles.

Como hemos observado a través de los últimos años del desarrollo del ferrocarril, el papel de éste ha cambiado en los años recientes y es de prever que lo siga haciendo en el futuro contemorable. En la actualidad intervienen diversos factores que influyen en el desempeño de los ferrocarriles y que serán decisivos en el futuro de éstos:

FACTOR	DESCRIPCION
La carretera	<p>Originalmente el ferrocarril fue un gran avance tecnológico en su época, y tuvo dos efectos principalmente en los países donde fue utilizado: integró a nivel nacional e internacional las economías y el comercio de los países donde fue utilizado y contribuyó a la aparición de ciudades industriales, como concentradoras de insumos y elaboradoras de productos acabados. También participó con importancia en el transporte de pasajeros con un nivel hasta ese entonces, nunca visto. Sin embargo, en el siglo XX surgieron las carreteras y como medio de transporte mostró más flexibilidad que el ferrocarril además de otras ventajas evidentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores costos de inversión en infraestructura física y de equipos.</li> <li>• Mayor posibilidad de penetración territorial.</li> <li>• Facilidad de operación y mantenimiento.</li> <li>• Operación posible para cualquier ciudadano.</li> </ul> <p>El transporte carretero se manifestó más activo que el ferrocarril en su capacidad de contribuir al desarrollo regional, local y puntual de las economías, relegando a los sistemas ferroviarios como desarrolladores regionales, confinando su rol de comunicadores de grandes centros industriales con sus centros de abasto. Estas circunstancias debilitaron la participación del ferrocarril en los mercados del transporte. Sin embargo el ferrocarril tiene muchas ventajas sobre el transporte carretero:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las vías permiten la carga de mayores tonelajes que las autopistas.</li> <li>• Los desarrollos tecnológicos incrementaron la capacidad de arrastre, sacando toda la ventaja de la característica inherente al tren de poder llegar a ser altamente eficiente en consumo de energía por tonelada movida.</li> <li>• Desarrollo de carros de carga y pasajeros altamente especializados.</li> <li>• Uso intensivo de señalización y comunicaciones, para permitir la operación con eficiencia, seguridad y puntualidad.</li> </ul>
Desarrollo del comercio mundial	<p>El comercio mundial se ha intensificado no solo en volumen, sino en distribución geográfica. Como consecuencia, en la actualidad es necesario transportar constantemente grandes volúmenes de mercancías a través de largas distancias, que justifican en muchos lugares inversiones tan grandes como las que requiere una vía de ferrocarril moderna para ser competitiva.</p>
Las inversiones	<p>Una de los principales factores que influyen en un proyecto es el costo del dinero, y las enormes posibilidades de inversión de capitales. Esto significa que la tendencia actual es la de invertir en negocios que no representen almacenamientos, inventarios, excesivos tiempos de recorrido, falta de confiabilidad, etc. Si el ferrocarril cuenta con la infraestructura, tecnología y personal capacitado suficiente, será capaz de satisfacer las demandas de rapidez, confiabilidad y eficiencia, necesarias para ser un negocio rentable. Por otro lado, la construcción de un ferrocarril moderno requiere de gigantescas inversiones, dada la naturaleza del diseño de los diferentes componentes que lo conforman. Si las inversiones son altas en cualquier caso, se multiplican intensamente en terrenos escarpados y accidentados, donde las pendientes de diseño y las necesidades de estructuras adicionales (puentes, túneles, cortes y alcantarillas) del ferrocarril moderno son difíciles de lograr.</p>



FACTOR	DESCRIPCIÓN
Tecnología	La aplicación de la tecnología a todos los niveles, ha proporcionado al ferrocarril la nueva oportunidad para constituirse como una base del transporte terrestre: Los desarrollos tecnológicos en infraestructura ferroviaria, que permiten movilizar volúmenes considerables de mercancías con un bajo consumo de energía por tonelada movida, el desarrollo de carros de carga y pasajeros altamente especializados, el uso intensivo de señalización y comunicaciones que permiten la operación de los trenes con una eficiencia, seguridad y puntualidad antes no conocidas, las virtudes ecológicas de este medio de transporte. Todo lo anterior condiciona el papel actual y futuro del ferrocarril en el transporte moderno.
Intermodalismo	En la actualidad existe una tendencia a integrar los distintos medios de transporte (terrestre, marítimo y aéreo), adecuando la organización de cada cadena de transporte a sus necesidades. Una forma de borrar las características excesivamente resaltantes de los medios de transporte es el contenedor, que es un envase diseñado para manejar la carga en forma automatizada, segura, eficiente y prácticamente amodal, en el sentido de que le es indiferente si es movido por camión o por tren.
Naturaleza del ferrocarril	El ferrocarril es el medio de transporte natural para manejar cargas de gran masa, a prácticamente cualquier distancia; específicamente, granos, productos minerales, polvos y líquidos. En las vías es posible manejar mucho más volumen de carga con un consumo de combustible cuatro veces inferior al que tiene el autotransporte, con menores costos de mantenimiento y rehabilitación y con bajos niveles de contaminación. Dentro del contexto de México, donde las empresas compiten para disminuir sus costos de operación y donde será necesario satisfacer la demanda de trasladar bienes por los 21,750 millones de Km cuadrados del territorio de los países miembros del TLC, el ferrocarril tiene la capacidad y el alcance a los distintos mercados para proporcionar el servicio de transporte con eficiencia. Debido a este acuerdo y a la capacidad instalada de la infraestructura ferroviaria, las ventajas comparativas de los ferrocarriles pueden ser aprovechadas exitosamente.

Como ejemplo actual del desarrollo que ha presentado el ferrocarril y en donde también influyen los factores mencionados en el cuadro anterior, se cita el ferrocarril de los Estados Unidos, donde a partir de la década de los ochentas, el gobierno permitió establecer contratos con los usuarios y la flexibilidad para fijar precios y condiciones de servicio en mercados sujetos a presiones competitivas e inter e intramodales. Al mismo tiempo se facilitó que los ferrocarriles adquirieran o se integraran con empresas de transporte carretero, fluvial o marítimo para ofrecer servicios conjuntos. Tal es el caso analizado en este trabajo de Union Pacific Corporation, que integra dentro de su corporación a dos grandes empresas transportistas, cada una dentro de su medio, un ferrocarril y una compañía autotransportista, para proporcionar el servicio de transporte de carga a cualquier punto de los Estados Unidos.

Otro ejemplo que ilustra la situación del ferrocarril a nivel mundial, es el caso de Canadá, donde la participación de éste asciende a 86% de los 306 mil millones de toneladas métricas por kilómetro que transitan en su red de transporte terrestre.

### *La Ingeniería Civil en el desarrollo de los Ferrocarriles.*

Como se mencionó en los párrafos anteriores, el ferrocarril requiere de fuertes inversiones para la construcción de nueva infraestructura, por eso, la participación de la Ingeniería Civil dentro del desarrollo de los ferrocarriles será un factor decisivo para la expansión del sistema ferroviario en México y en el mundo. Para poder ofrecer un servicio ferroviario eficiente, seguro y confiable se deberá contar con infraestructura capaz de satisfacer las necesidades del ferrocarril de una manera eficaz, constante y al costo más bajo posible; y para expandir la red ferroviaria a otros mercados, será necesario crear las obras correspondientes, bajo criterios de diseño que cumplan con las especificaciones requeridas por un ferrocarril al menor costo.

Entre estas especificaciones se encuentran la eficiencia y la mayor vida útil posible de las obras, con trabajos de mantenimiento mínimos y lo más esporádicos que sea posible, disminuyéndose así, los costos de mantenimiento y operación. Todas las áreas que conforman la Ingeniería Civil participarán en el crecimiento de los ferrocarriles en México, auxiliándose de otras carreras para lograr múltiples objetivos. Para la rehabilitación del ferrocarril en México destacarán en una primera instancia las siguientes áreas:

1. Construcción: aportará conocimientos sobre los procedimientos constructivos de vías e infraestructura más eficientes y económicos para la reconstrucción y mejoramiento de las actuales, reflejándose en una mayor eficiencia y confiabilidad del servicio ferroviario.
2. Mecánica de Suelos: esta área que interactúa estrechamente con la construcción, proporciona los conocimientos necesarios para mejorar los métodos constructivos de las obras que intervienen en el ferrocarril (túneles, puentes, cortes, terraplenes, etc.) desde el punto de vista de los suelos y rocas que conforman el terreno sobre el cual se construirá la vía y las obras de infraestructura, para de esta manera cumplir con los estrictos diseños de pendiente y geometría en los alineamientos horizontal y vertical, y de estabilidad en las terracerías, túneles, puentes y demás obras requeridas por el ferrocarril.
3. Impacto Ambiental: rama de la Ingeniería que proporcionará medidas económicas y eficaces de prevención y mitigación de contaminación para las fuentes emisoras de contaminantes relacionadas con el ferrocarril.
4. Planeación: esta rama de la Ingeniería Civil planteará las metas a alcanzar en los ferrocarriles y determinará la mejor forma de alcanzarlas. No es suficiente tener proyectos técnica y económicamente factibles, se debe tener la capacidad de realizarlos y llevarlos hasta la final ejecución con un beneficio razonable para el financiador del proyecto.

Aunque se resaltan en importancia algunas áreas de especialización de la Ingeniería Civil en este trabajo de tesis, cabe aclarar que todas las ramas de conocimiento de la carrera interactúan en el ferrocarril. No será sano pensar en un proyecto ferroviario sin contemplar los puntos de vista de vías terrestres, estructuras e hidráulica, o sin tomar en cuenta los aspectos de ciencias auxiliares como la administración, el análisis financiero y la sociología. Todos los puntos de vista son importantes pero no absolutos, y debe encontrarse un equilibrio en el cual contemplarlos a todos y proporcionar una política de acción que tome en cuenta a los más importantes, recordando que no todos los beneficios o deterioros de un proyecto dado se pueden cuantificar en moneda.

### *Oportunidades, perspectivas y potencial del FPN.*

Como se ha tratado en los capítulos anteriores de este trabajo de investigación, la Empresa posee una red integrada de transporte que tiene las siguientes características:

- Opera la red de transporte terrestre de mayor cobertura geográfica del sistema ferroviario mexicano.
- Tiene comunicación directa con la Cd. de México, Guadalajara y Monterrey, que son centros urbanos donde se concentra la mayor parte de la actividad económica del país.
- Conecta entre sí a 18 entidades federativas que en su conjunto agrupan el 70% del PIB (Producto Interno Bruto).
- Cuenta con cuatro puntos de intercambio con los ferrocarriles norteamericanos en la frontera norte: Piedras Negras, Ciudad Juárez, Nogales y Mexicali.
- Se presta servicio al puerto industrial de Tampico-Altamira en el Golfo de México y a Mazatlán, Guaymas y Manzanillo en el Pacífico.
- Cuenta con el principal acceso ferroviario, a través de la ruta Guadalajara-Manzanillo, para exportar y abastecer al país con mercancías del Lejano Oriente con destino a la Ciudad de México, Monterrey y las principales ciudades del Bajío.
- Sirve a través del puerto de Tampico-Altamira todo el norte de México y constituye una alternativa viable de fletes canalizados actualmente a través del puerto Galveston (E.U.).
- Cuenta con acceso exclusivo al mercado ferroviario de y hacia la costa Oeste de los Estados Unidos.
- A través del cruce de Piedras Negras puede competir abiertamente por el tráfico actualmente canalizado por la frontera de Nuevo Laredo.

## Cobertura del FPN.

El FPN realiza el 40.9% del total de la ton-km transportadas en México y cubre 6,521 Km de vía principal. Este ferrocarril tiene acceso principalmente a gran parte del centro y el norte del país, así como toda su costa occidental. Con la reestructuración del ferrocarril, estas zonas del país se verán beneficiadas al contar con un mejor servicio ferroviario que ofrecerá mejoras en la infraestructura, operaciones y servicios ofrecidos por el ferrocarril.

## Puntos potenciales del FPN.

Entre los puntos a explotar del FPN se encuentran los cuatro puntos fronterizos que conectan con los ferrocarriles estadounidenses: Piedras Negras, Cd. Juárez, Nogales y Mexicali; los enlaces con los puertos mexicanos: Altamira (Golfo de México), Mazatlán (Sinaloa), Guaymas (Sinaloa) y Manzanillo (Colima).

## Cruces fronterizos.

El contar con cuatro fronteras estratégicamente ubicadas, permite al FPN, importar y exportar bienes a cualquier sitio de los Estados Unidos y Canadá. Además es importante resaltar que el FPN tiene acceso exclusivo al mercado de transporte ferroviario de y hacia la costa Oeste de esos dos países. Para el tráfico internacional hacia el Este de los Estados Unidos, la frontera de Piedras Negras, por su localización y con inversiones moderadas en infraestructura, puede competir abiertamente con la frontera de Nuevo Laredo, que pertenece al FNE, sobre todo al contar con el derecho de paso obligatorio entre Ramos Arizpe y Ahorcado, lo que le da acceso directo a la ciudad de México.

La rehabilitación de vías en estos tramos será de vital importancia para aumentar la capacidad de carga y aumentar la velocidad del tren, pues a través de estos puntos estratégicos se moverán importantes flujos de carga de exportación e importación, motivados por el Tratado de Libre Comercio entre México, E.U. y Canadá.

## Puertos.

Los puertos mexicanos han sido reestructurados en forma de API's (Administración Portuaria Integral) y mediante la privatización de los servicios portuarios, se espera que el tráfico a través de los puertos se incremente considerablemente, oportunidad que el ferrocarril debe aprovechar para canalizar los flujos de mercancía de importación y exportación.

- Manzanillo es el principal puerto comercial del Pacífico, el cual conecta con Guadalajara a través de una línea ferroviaria perteneciente al FPN. Esta ruta constituye el principal acceso ferroviario para exportar y abastecer de mercancía del Lejano Oriente, con destino a la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y las principales ciudades del Bajío. Asimismo, tiene el potencial de convertirse en un eslabón de un corredor ferroviario internacional competitivo con Long Beach, para el transporte de contenedores al Sur de los Estados Unidos.
- El puerto industrial de Altamira, en el Golfo de México, es un puerto en pleno desarrollo, con un enorme potencial, que junto con el puerto de Tampico, sirve a la Cd. de Monterrey y todo el Norte de la República. Este mercado es atendido en exclusiva por el FPN y constituye una alternativa viable a fletes que actualmente están siendo canalizados por el puerto de Galveston. Los dos puertos mencionados anteriormente, cuentan con terminales de contenedores que recientemente fueron concesionados.

En los últimos años los puertos de Manzanillo y Altamira se han consolidado como dos de los cuatro principales puertos en movimiento de contenedores, el cual constituye uno de los tráficos de mayor rentabilidad y potencial de crecimiento para el FPN. Por ejemplo, el puerto de Altamira cuenta con 6 terminales en operación y 3 en proyecto, a través de la cuales se mueve un volumen importante de productos químicos y petroquímicos. En 1996 se movieron más de 100 mil cajas lo que representó cerca de 10% de crecimiento en comparación con 1995. Hoy en día existen más de 15 plantas instaladas en la zona, la cuales representa una inversión superior a cuatro millones de dólares.

De igual forma, empresas multinacionales con BASF, Alfa, Dupont, Hércules, Cydsa y Shell realizan operaciones continuas en este puerto.

El tráfico de mercancías desde y hacia a los puertos, representará una de las principales fuentes de ingreso de la Empresa, y el incremento del tráfico dependerá de las inversiones realizadas para mejorar las condiciones de la vía que proporcionen la eficiencia con que deberán operar los tramos que unen al puerto con las troncales. Para estas líneas será de vital importancia la rehabilitación de las vías actuales en el corto plazo (nivelación, alineamiento y rehabilitación del riel son las principales acciones a realizar), de esta forma se incrementará la capacidad de carga de la vía y se aumentará la velocidad del tren, reflejándose en menores tiempos y costos de operación y además alentando a los usuarios de los puertos a utilizar más el ferrocarril como medio para movilizar sus mercancías. A largo plazo deberá pensarse en incrementar aún más la capacidad de la vía en los tramos que unen a los puertos, entre estas acciones se incluyen: tramos de doble vía, aumento del calibre del riel, construcción de escapes. También debe considerarse la construcción de obras que faciliten la operación de carga/descarga del puerto al ferrocarril, de forma que los tiempos de manipulación de la carga sean mínimos y eficientes, generando una mayor fluidez en los almacenamientos del puerto y las vías de ferrocarril.

### Beneficios del TLC.

Los beneficios del Tratado de Libre Comercio de América del Norte entre los Estados Unidos, Canadá y México se han hecho evidentes desde su inicio en enero de 1994. Las exportaciones de México a los Estados Unidos crecieron a una tasa promedio anual de 18.9% de 1994 a 1996, mientras que las importaciones los hicieron en 4.1%. La eliminación progresiva de aranceles estipulada por el TLC en sectores tales como textiles, autopartes, productos petroquímicos secundarios, productos agrícolas y otros ofrece un potencial de incremento substancial del comercio entre los Estados Unidos, Canadá y México. La Empresa se encuentra en una magnífica posición para aprovechar este incremento en el comercio transfronterizo debido a sus ventajas de ruta sobre la infraestructura carretera y a su potencial para prestar un servicio de bajo costo y alta calidad.

Para aprovechar las aperturas de nuevos mercados de transporte para el ferrocarril que ofrece el TLC, será de vital importancia la rehabilitación de las vías troncales, sobre todo aquellas rutas que conducen los principales tráfico hacia la frontera con E.U., sobre las cuales se traslada la gran mayoría de los flujos de carga de exportación e importación. Debido a las expectativas que ofrece el TLC, en algunas rutas del FPN será necesario incrementar la capacidad de carga de la vía (mejoramiento de terracerías, de trazos geométricos, aumento del calibre del riel, etc.). Por otro lado, se deberá contar con el equipo de arrastre y motriz suficiente para responder al aumento de tráfico de carga, para lo cual será necesario adquirir equipo nuevo y/o la rehabilitación de carros y locomotoras que estén dentro de las posibilidades de seguir proporcionando servicio.

### Mercado interno.

Las categorías de las cuales se esperan que aumenten sus tráfico a través del ferrocarril son: la agricultura, los minerales y productos inorgánicos, el cemento, el hierro y acero, los productos industriales, el automotriz y el intermodal. Actualmente estos tráfico representan más del 90% del total de ton-km transportadas, y se espera que sean estas mismas categorías las que aumenten en buena medida el movimiento de carga a través del FPN. Entre las principales acciones a ejecutar para motivar el uso del ferrocarril en el mercado de transporte terrestre se encuentran:

- Mejoramiento de las condiciones actuales de la vía en rutas troncales y las secundarias de más importancia.
- Implementación de programas eficientes y constantes de mantenimiento de vía y equipo.
- Construcción de obras de carga/descarga especializadas para cada tipo de industria.
- Recuperar los tráfico desviados al autotransporte, mediante prácticas administrativas más sanas y políticas comerciales más efectivas.
- Adquisición de nuevos procedimientos y tecnologías que hagan más eficientes las operaciones de la línea ferroviaria, entre las que destacan:
  - Mayor productividad del combustible, mediante mecanismos de control de suministro, equipo de control de tráfico y detectores de paso.
  - Productividad de la fuerza laboral, mediante la reestructuración de la planta laboral, reducción de la especialización de la mano de obra, así como programas de capacitación.
  - Mejor utilización de locomotoras y otros activos.
  - Menor uso de materiales y suministros y sus respectivos gastos.

En otra perspectiva, el mercado el Petróleo y Derivados disminuirá el tráfico de sus productos a través del ferrocarril, pues PEMEX ha realizado cuantiosas inversiones en obras de conducción de líquidos. En cuanto al transporte de pasajeros, se considera un mercado que presenta un gran potencial de explotación, sin embargo, serán muy importantes las inversiones en infraestructura y equipo necesarios para proveer de un sistema de transporte ferroviario seguro, rápido y eficiente.

### La privatización de los ferrocarriles.

El Plan Nacional de Desarrollo plantea los siguientes fundamentos para lograr un crecimiento económico sano y sostenido:

“Que la infraestructura básica y los servicios de comunicaciones y transportes sean adecuados, modernos y suficientes. Señala también, que esa infraestructura condiciona la competitividad y la productividad de la economía; el impulso al desarrollo regional; y la integración de los mercados.”

De lo anterior se entiende que en el desarrollo económico de México, el transporte tiene un papel muy importante, como enlace entre las distintas economías regionales de un país y como medio de comunicación entre países. La poca capacidad y eficiencia del transporte terrestre de un país puede ser un obstáculo para el desarrollo económico de éste. Por las razones anteriores es necesario dar solución a la problemática del transporte terrestre en México, pues se sufren algunos atrasos en la construcción, operación y mantenimiento de las carreteras; y los ferrocarriles por su parte han disminuido su participación en los mercados en gran medida. Durante décadas, la longitud de la red ferroviaria no se ha incrementado, a pesar de los crecientes subsidios públicos que, durante años, se han destinado a su operación. Aunado a lo anterior, la prestación exclusiva del servicio ferroviario, por parte del Estado, limitó la posibilidad de asignar mayores recursos para su expansión, provocando un rezago en la reconstrucción y modernización de la infraestructura y en la capacidad de los equipos, situación que se tradujo en una baja productividad y competitividad del ferrocarril.

La privatización de FNM dará un nuevo impulso a los ferrocarriles en México, los cuales han visto disminuida su participación en los mercados de transporte terrestre por causas de diversa índole, entre las que más adolecen son: el auge del transporte carretero, la falta de recursos propios y las deficiencias administrativas principalmente. El funcionamiento del Ferrocarril como empresa privada proporcionará un nuevo enfoque a la administración de los bienes de la Empresa y la explotación de sus potenciales. La Empresa será capaz de responder de forma más flexible ante los cambios que sufre el mercado y la Economía, se implementarán nuevas tecnologías y procedimientos que mejorarán las condiciones de operación de la línea ferroviaria, se realizarán inversiones en infraestructura y equipo, se explotarán nuevos mercados y se reforzará el transporte terrestre, que forma uno de los pilares de la economía de un país.

Dada la naturaleza del Ferrocarril (gran capacidad de carga con poco esfuerzo) y a las tendencias actuales de las economías (reducir al máximo los costos), el servicio ferroviario tiene un gran potencial para establecerse como la base del transporte terrestre en el mercado de transporte de bienes, para lo cual deberá competir con el autotransporte, cuyas características lo proponen como un medio de transporte más eficaz en distancias cortas y capacidad menor a la del ferrocarril. El transporte de pasajeros a través del ferrocarril tiene posibilidades para competir con el autotransporte (el cual absorbe la mayoría del mercado), sin embargo requiere de fuertes inversiones de infraestructura y equipo.

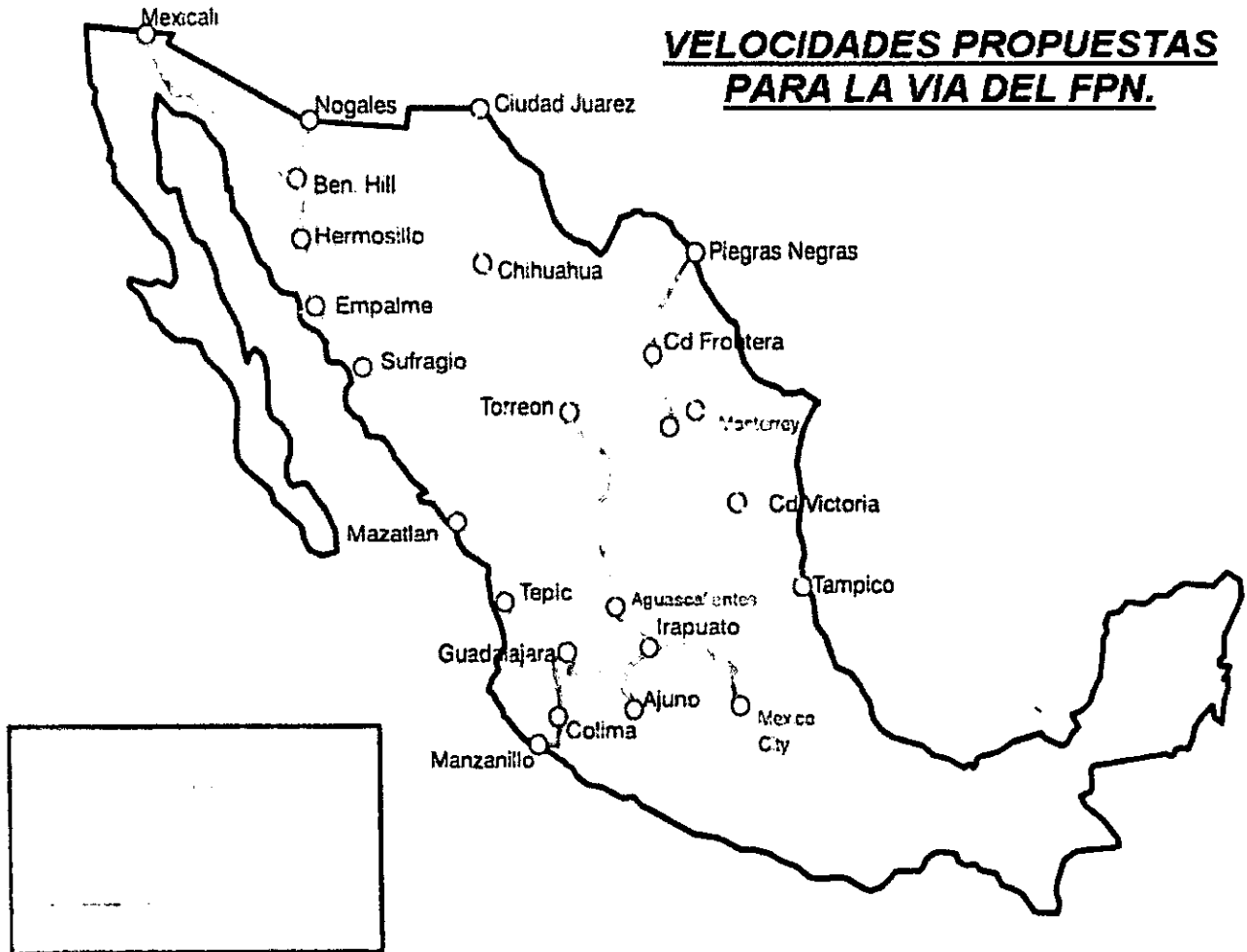
El sector ferroviario debe obtener un nivel de competencia en comparación con los demás modos de transporte y para lograrlo debe mejorar el servicio que ofrece, aumentando la seguridad, eficientando sus operaciones, reduciendo tiempos de recorrido, ampliar, mejorar y modernizar la infraestructura. El ferrocarril debe formar parte del transporte intermodal para ser más rentable. Por esto necesitará infraestructura adecuada para realizar intercambio de mercancías con otros tipos de transporte (marítimo y autotransporte principalmente). En Estados Unidos y Canadá, la reestructuración del transporte en torno a los ferrocarriles está conduciendo a la consolidación de super-empresas transportistas multimodales (mega-carriers), que integran en grandes consorcios a importantes terminales marítimo-portuarias, terminales interiores de carga especializadas, ferrocarriles y empresas de autotransporte, para ampliar con ello su acceso a mercados más grandes y diversificados, cuya conquista se basa en las economías de escala, la integración de servicios inter y multimodales y un mayor alcance geográfico.



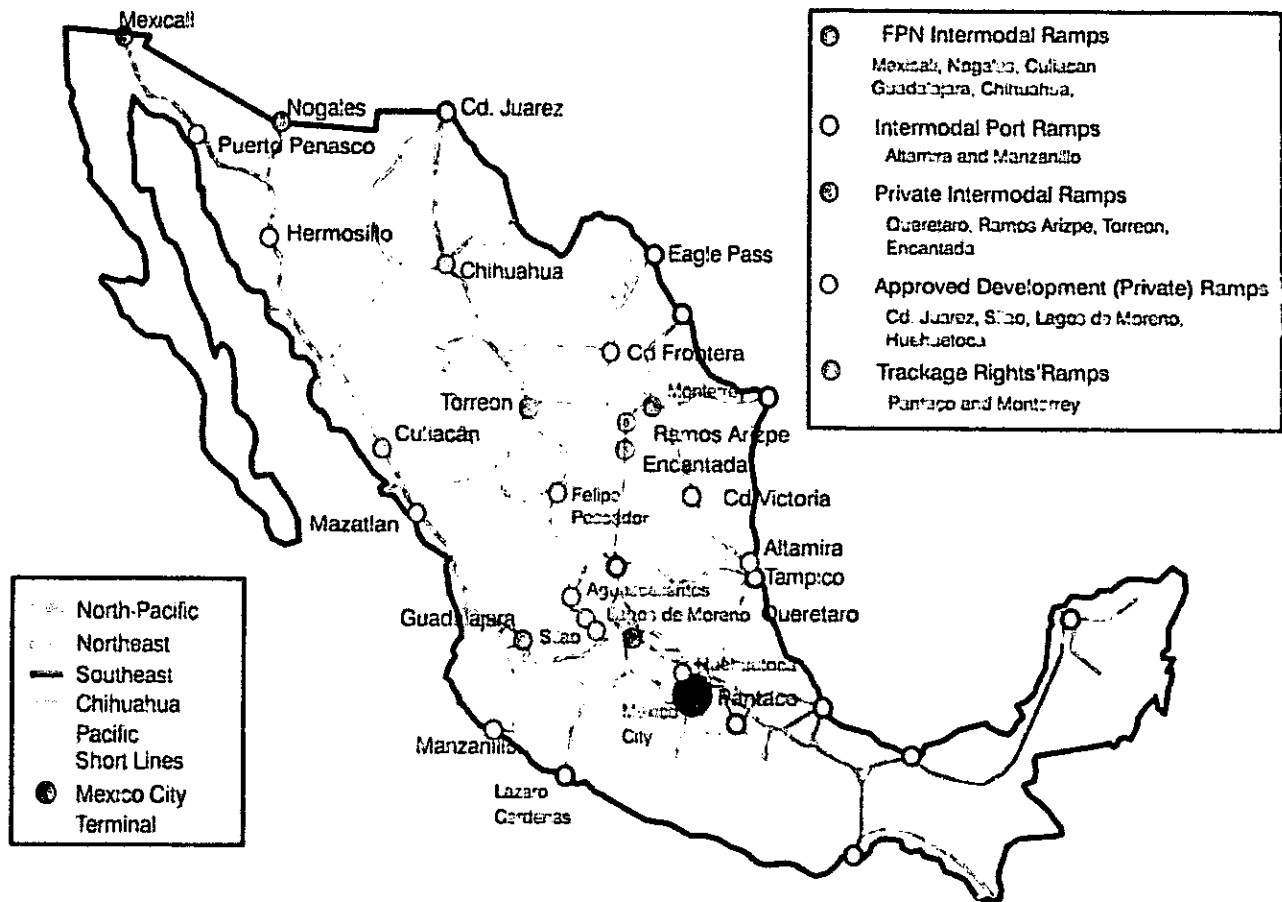




**3. MAPA DE VELOCIDADES PROPUESTAS PARA EL FPN.**

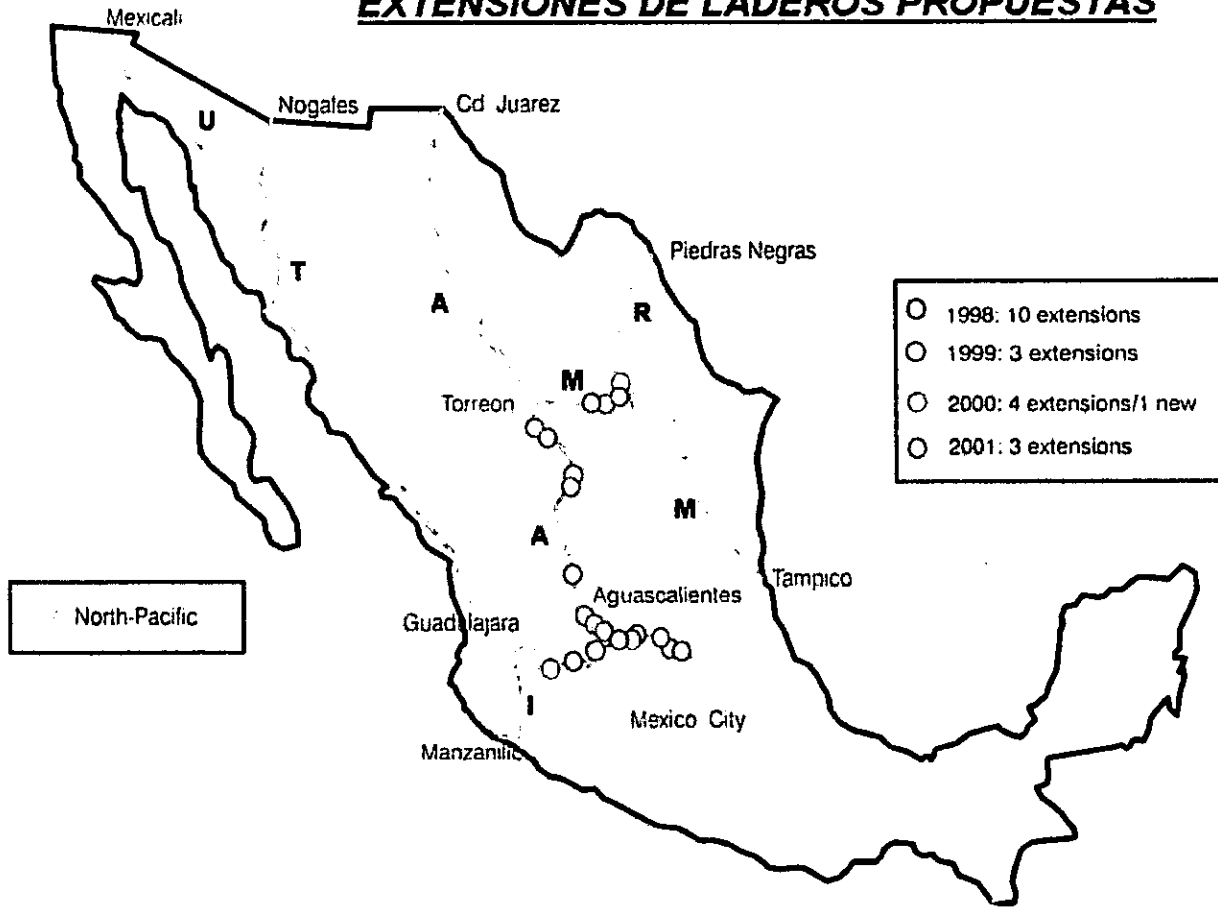


### 4. RAMPAS INTERMODALES DEL FPN.

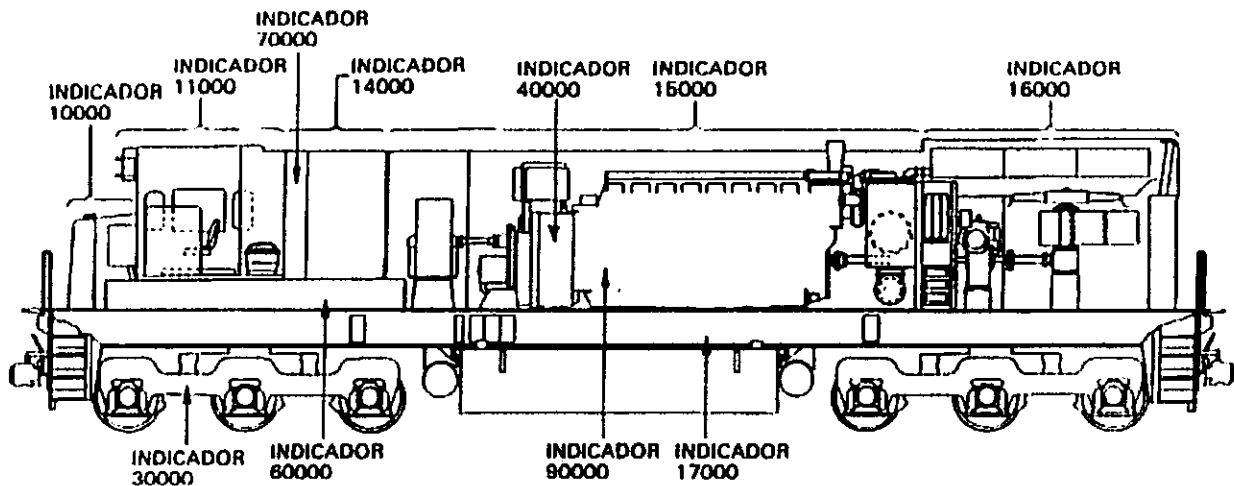


### 5. AMPLIACION DE LADEROS DEL FPN.

#### EXTENSIONES DE LADEROS PROPUESTAS



## 6. PARTES QUE CONFORMAN A LA LOCOMOTORA.



INDICADOR 10000	Cabina Corta (Nariz Corta)
INDICADOR 11000	Cabina del Mecánico
INDICADOR 14000	Cabina Auxiliar
INDICADOR 16000	Cabina del Motor Diesel
INDICADOR 18000	Cabina del Radiador
INDICADOR 17000	Partes de la Tarima (Plataforma)
INDICADOR 19000	Calentadores, Aire Acondicionado y Enfriador del Agua
INDICADOR 20000	Freno del Aire (sin ref.)
INDICADOR 30000	Truck ó Bogie
INDICADOR 40000	Generadores de Tracción, Alternadores de Tracción y Toma de Fuerza
INDICADOR 60000	Compartimiento del Equipo de Control (Alto Voltaje)
INDICADOR 70000	Compartimiento del Control Auxiliar (Bajo Voltaje)
INDICADOR 80000	En General -- Cables, Alambres, Terminales, Tuberías, Mangueras, etc. (sin ref.)
INDICADOR 90000	Motor Diesel

Localización de Equipos Principales (Locomotora Tipo "C")

**TABLA 1.**

**PESO BRUTO DE CARROS DE 4 EJES QUE SE PUEDEN ACEPTAR EN LAS LINEAS DE LA RED FERREA DE ACUERDO A LA CAPACIDAD DE LA VIA Y DE LOS PUENTES DEL FPN.**

TRAMO	CAPACIDAD ton	LONGITUD km	% DEL TOTAL
Huehuetoca Km B-265+015	120	216.02	3.31%
Mariscala-Irapuato	120	90.59	1.39%
Irapuato- Rivas	120	609.70	9.35%
Chihuahua-Ciudad Juárez	120	359.00	5.51%
Cd. Juárez- Méndez	120	23.99	0.37%
Salamanca-Salamanca	120	0.80	0.01%
Silao-Noche Buena	120	15.83	0.24%
Felipe Pescador-Felipe Pescador	120	0.97	0.01%
Irapuato-Manzanillo	120	630.70	9.67%
Yurécuaro-Yurécuaro	120	0.80	0.01%
Ocotlán-Ocotlán	120	0.70	0.01%
Pénjamo-Ajuno	120	134.80	2.07%
Zapotilic-Tolteca	120	9.23	0.14%
Km M-4+128 aKm M-500+000	120	495.87	7.60%
Monterrey-Hipólito	120	148.00	2.27%
Hipólito-Gómez Palacio	120	221.23	3.39%
Calles-Calles	120	1.00	0.02%
Altamira-Puerto Altamira	120	19.80	0.30%
San Juan-Lobos	S/O	17.76	0.27%
Piedras Negras-Ramos Arizpe	120	424.65	6.51%
Allende-Allende	120	3.38	0.05%
Sabinas-Sabinas	120	3.00	0.05%
Barroterán-Barroterán	120	3.00	0.05%
Cd. Frontera- Cd. Frontera	120	3.25	0.05%
Mazatlán-Guadajajara	120	590.00	9.05%
Hermosillo- Km TD 0+400	120	0.40	0.01%
Hermosillo- Km TE 17+000	120	17.00	0.26%
Navojoa-Huatabampo	120	42.00	0.64%
Mazatlán-Muelles	120	4.65	0.07%
SUBTOTAL (120 TON)		4088.13	62.69%
Tampico-Monterrey	110	503.16	7.72%
Rivas-Chihuahua	110	640	9.81%
Cadena-Cadena	110	0.30	0.00%
Torreón-Torreón	110	1.80	0.03%
Escalón-Escalón	110	0.82	0.01%
Jiménez-Jiménez	110	0.69	0.01%
Nogales-Sufragio	110	745.80	11.44%
Sufragio-Mazatlán	110	433.00	6.64%
Nogales-Nogales	110	0.50	0.01%
Empalme-Guaymas	110	7.97	0.12%
Naranjo-Guasave	110	25.97	0.40%
Culiacán-Navolato	110	28.05	0.43%
Pascualitos-Benjamín Hill	110	524.78	8.05%
Línea Divisoria-Pascualitos	110	13.97	0.21%
SUBTOTAL (110 TON)		2926.81	44.88%
Emp. Orendain- Km TL 1+100	100	1.00	0.02%
SUBTOTAL (100 TON)		1.00	0.02%
Emp. Línea AJ-Emp. Dto. Viesca	80	1.15	0.02%
Emp. Dto. Viesca- KmJ-12+656	80	4.13	0.06%
SUBTOTAL (80 TON)		5.28	0.08%
TOTAL		7021.22	91.22%

TABLA 2.

RIELES POR DIVISION EN LA VIA PRINCIPAL.

TRAMO	LONG	DIVISION	136	115	112.3	101.25	100	90	85	80	75	70	de 70	TOTAL
Huetuero Km B-265-015	216.015	Irapuato (B)	0.000	205.214	10.801	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	216.015
Matucana-Irapuato	90.594	Irapuato (A)	90.594	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	90.594
Salamanca-Salamanca	0.8	Irapuato (AC)	0.000	0.016	0.784	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.800
Irapuato- Felipe Pescador	456.5	Centro (A)	90.594	205.230	11.585	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	307.409
Silao-Noche Buena	15.831	Centro (AE)	0.000	0.000	15.831	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.831
Felipe Pescador-Felipe Pescador	0.972	Centro (DC)	0.000	0.000	0.972	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.972
Felipe Pescador-Cd. Juárez	1160.406	Torreón (A)	0.000	0.000	0.000	0.000	1160.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1160.406
Cadena-Cadena	0.3	Torreón (AK)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.300	0.000	0.000	0.000	0.300
Torreón-Torreón	1.15	Torreón (AD)	0.000	0.000	0.000	1.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.800
Emp. Línea A1-Emp. Dio. Viesca	4.13	Torreón (J)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.130	0.000	0.000	0.000	4.130
Hipódromo-Gómez Palacio	221.232	Torreón (M)	0.000	8.849	212.383	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	221.232
Cd. Juárez-Méndez	23.994	Ciudad Juárez (QA)	0.000	3.119	212.383	1.800	1160.406	0.000	0.000	4.430	0.000	0.000	0.000	1389.018
Llombé-Villanueva	0.685	Ciudad Juárez (P)	0.000	0.000	0.685	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.685
Irapuato-Manzanillo	630.703	Guadalajara (I)	0.000	624.396	6.307	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	630.703
Yurécuaro-Yurécuaro	0.8	Guadalajara (IB)	0.000	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.800
Ocotlán-Ocotlán	0.7	Guadalajara (IC)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.700
Penjamo-Ajuno	134.8	Guadalajara (IN)	0.000	0.000	105.144	0.000	28.656	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	134.800
Zapotillo-Toluca	9.232	Guadalajara (IO)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.832	2.400	0.000	0.000	0.000	9.232
Km M-4+128 skKm M-500+000	495.872	Guaflo (M)	0.000	625.196	111.451	0.000	30.356	0.000	6.632	2.400	0.000	0.000	0.000	776.235
Monterrey-Hipódromo	148	Guaflo (N)	0.000	485.872	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	485.872
Calles-Calles	1	Guaflo (MA)	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
Altamira-Puerto Altamira	19.8	Guaflo (MB)	0.000	19.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	19.800
San Juan-Lobos	17.755	Guaflo (MF)	0.000	0.000	0.000	0.000	17.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	17.755
Piedras Negras-Ramos Arizpe	424.65	Manchova (R)	0.000	663.672	1.000	0.000	17.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	682.427
Alberde-Alberde	3.377	Manchova (RA)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	0.000	0.777	0.000	2.567	0.000	3.377
Sabinas-Sabinas	3	Manchova (RB)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.420	0.000	0.000	1.230	0.000	0.000	0.000	3.000
Barroterán-Barroterán	3	Manchova (RC)	0.000	0.000	1.290	0.000	0.060	0.000	0.000	1.650	0.000	0.000	0.000	3.000
Cd. Frontera-Cd. Frontera	3.25	Manchova (RD)	0.000	0.000	0.000	0.000	3.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.250
Escaroh-Escaroh	0.824	Manchova (RD)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.824	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.824
Nogales-Surraglo	745.804	Senora (T)	0.000	199.586	9.783	0.000	221.159	0.000	0.000	3.657	1.350	2.567	0.000	438.101
Surraglo-Guadalupe	1018.156	Senora (T)	0.000	89.496	0.000	0.000	656.308	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	745.804
Nogales-Nogales	0.5	Senora (TA)	0.000	0.000	0.000	0.000	40.728	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1018.156
Hermosillo-Km TD 0+400	0.4	Senora (TD)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500
Hermosillo-Km TE 17+000	7.866	Senora (TE)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.866
Empalme-Guaymas	42	Senora (TG)	0.000	0.000	0.000	0.000	6.651	0.000	0.000	1.115	0.000	0.000	0.000	17.000
Navolato-Hualahampo	1005.897	Senora (TH)	0.000	61.089	0.000	0.000	711.945	0.000	0.000	1.115	0.000	0.000	0.000	42.000
Navolato-Guaymas	25.97	Senora (TH)	0.000	0.000	0.000	0.000	11.945	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.100
Culiacán-Navolato	28.053	Senora (TI)	0.000	0.000	0.000	0.000	25.970	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1831.826
Mezcalán-Muñetas	4.654	Senora (TI)	0.000	0.000	0.000	0.000	4.654	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	25.970
Emp. Oréndun-Km TL 1+100	1	Senora (TI)	0.000	0.000	0.300	0.000	0.870	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.654
Pascualitos-Benjamín Hill	524.782	Baja California (U)	0.000	0.000	0.130	0.000	33.577	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	59.677
Línea Divisoria-Pascualitos	13.967	Baja California (UA)	0.000	0.000	0.000	0.000	524.782	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	524.782
		SUBTOTAL	90.594	3122.339	470.559	1.800	536.235	0.838	0.000	1.678	0.000	2.567	0.000	13.967
		TOTAL	1.39%	47.88%	7.22%	0.03%	41.58%	1.49%	0.10%	0.20%	0.02%	0.04%	0.05%	100.00%



**TABLA 3.****I. RIEL SOLDADO CONTINUO SOBRE DURMIENTE DE CONCRETO BIBLOCK**

DIVISION	TRAMO	Línea	Dist. (Km)	Durmientes
GOLFO	San Juan Lobos	MF	15.859	26421
Subtotal			15.859	26421
MONTERREY	Monterrey (patio)	B	2.1	3499
Subtotal			2.1	3499
TOTAL			17.959	29920

**TABLA 4.****II. RIEL SOLDADO CONTINUO SOBRE DURMIENTE DE CONCRETO MONOBLOCK.**

DIVISION	TRAMO	Línea	Dist. (Km)	Durmientes
CENTRO	Irapuato-Mira	A	125.891	209734
	Mira-Felipe Pescador	A	312.399	520457
Subtotal			438.29	730191
IRAPUATO	San Sebastián-Asasco	B	10	16660
	Coachiti-Irapuato	A	89.39	148924
Subtotal			99.39	165584
GUADALAJARA	Patio Irapuato	I	0.56	933
	Irapuato-La Mula	I	87.838	146338
	La Mula	I	1.377	2294
	La Mula-Yurécuaro	I	25.577	42611
	Yurécuaro Camcel	I	54.512	90817
	Camcel-Cd. Guzmán	I	248.187	413480
	Huescalapa- Zapotiltic	I	4.813	8018
	Zapotiltic-Quito	I	17.625	29363
	Quito-Alzada	I	28.194	46971
	Alzada-Tepalcates	I	96.895	161427
	Tepalcates-Manzanillo	I	20.312	33840
Subtotal			585.89	976092
TORREON	Patio Felipe Pescador	A	1.11	1849
	Chihuahua-Ojo Laguna	A	93.28	155404
	Ojo Laguna-Mocho	A	15.1	25157
	Ciudad Juárez	A	1.998	3329
Subtotal			111.488	185739
GOLFO	Monterrey-Paredón	M	86.691	144427
	Ciudad Madero-Paras	M	387.989	646390
	Paras-Lindavista	M	97.839	163000
	Lindavista-Monterrey	M	10.804	17999
Subtotal			583.323	971816
MONCLOVA	San Fernando-Obayos	R	41.812	69659
	Tapado-Agustín Espinoza	R	16.72	27856
	Zertuche-Río	R	9.076	15124
	Ciudad Frontera-Espinazo	R	82.72	137812
Subtotal			150.328	250451
SONORA	Línea Divisoria-Nogales	T	4.7	7830
	Casita-Pierson	T	28.655	45848
	Santa Ana-Llano	T	12.709	20334
	Zamora-Hermosillo	T	1.915	3190
	Masiaca-Francisco	T	51.97	83152
Subtotal			99.949	160354
SINALOA	Sufragio-Guamúchil	T	96	153600
	Retes-Culiacán	T	51.624	82598
	Dimas-Redo	T	50.48	84100
	Redo-Mazatlán	T	15	25200
	Mazatlán-Roseta	T	262.137	419419
	Mango	T	3.09	5148
	Tepic-Costilla	T	16.7	26720
	Compostela-Conde	T	37.269	59630
	Ahuacatlán-Ixtlán	T	8.14	13024
	La Quemada-Cuervo	T	15.34	24544
	Cuervo-Tequila	T	9.09	14544
	Tequila Amatitlán	T	12.42	19872
	Amatitlán-Arenal	T	6.08	9728
	Arenal	T	13.402	21443
La Venta-Guadalajara	T	21.12	33792	
Subtotal			618.018	993362
B. CALIFORNIA	Pascualitos	U	6.933	12604
	Rito-Los Pioneros	U	32.5	59085
	Sánchez Islas-Caborca	U	260.65	473862
	Caborca-La Ventana	U	23.6	42905
	La Ventana-Benjamín Hill	U	99.73	181309
Subtotal			423.413	769765
TOTAL			3110.089	5037770

**TABLA 5.****III. RIEL SOLDADO CONTINUO VIA CLASICA CLAVADA EN DURMIENTE DE MADERA COMUN.**

DIVISION	TRAMO	Línea	Dist. (Km)	Durmientes Madera	Durmientes	
					Sep	Concreto
GOLFO	Linares	M	1.265	2560	0.49	2108
	Paras-Emilio Carranza	M	7.908	16006	0.49	13180
	Subtotal		9.173	18566	0.49	15288
IRAPUATO	Huehuetoca-San Sebastián	B	1.75	3542	0.49	2917
	Apaxco-Aragón	B	70.5	142692	0.49	117500
	Aragón-Nopala	B	5.36	10849	0.49	8933
	Nopala-Mejía	B	8.58	17366	0.49	14300
	Mejía-Mercader	B	45.245	91576	0.49	75408
	Subtotal		131.435	266025	0.49	219058
CENTRO	Corral Blanco-Loma	A	4.369	8843	0.49	7282
	Mira-Los Salas	A	1.301	2633	0.49	2168
	San Juan de los Lagos-El Tigre	A	11.852	23968	0.49	19753
Subtotal		17.522	35444	0.49	29203	
TORREON	Alberto-Chihuahua	A	10	20240	0.49	16667
Subtotal		10	20240	0.49	16667	
GUADALAJARA	Irapuato	I	0.269	544	0.49	448
	La Mula	I	0.568	1136	0.50	947
	Nicolás-Ciudad Guzmán	I	10	20000	0.50	16667
	Ciudad Guzmán	I	2	4000	0.50	3333
	Ciudad Guzmán-Zapolitic	I	5.5	11000	0.50	9167
	Tepalcates	I	1.971	3942	0.50	3285
	Comanja-Lomitas	IN	32.2	65173	0.49	53667
	Lomitas-Ajuno	IN	5.454	11039	0.49	9090
Subtotal		57.962	116834	0.50	96603	
MONCLOVA	Allende-Sabinas	R	64	129536	0.49	106667
	Obayos-Tapado	R	31.24	63230	0.49	52067
	Adjuntas-Ciudad Frontera	R	10.04	20321	0.49	16733
	Joya-Espinazo	R	1.387	2807	0.49	2312
Subtotal		106.667	215894	0.49	177778	
SONORA	Casita	T	1.595	2948	0.54	2658
	Santa Ana-Llano	T	0.973	1798	0.54	1622
	Selva-Zamora	T	48.47	89573	0.54	80783
	Hermosillo	T	1.285	2375	0.54	2142
	Don-Francisco	T	5.9	10903	0.54	9833
Subtotal		58.223	107597	0.54	97038	
SINALOA	Guamúchil-Acatita	T	5.53	10219	0.54	9217
	Acatita-Reyes	T	39.95	73828	0.54	66583
	Quila-Abuya	T	28.94	53481	0.54	48233
	Mora-Tepic	T	7.1	14200	0.50	11833
	Costilla-Compostela	T	15.982	29535	0.54	26637
	Valle Verde-Ahuacatlán	T	26.41	48806	0.54	44017
	Ixtlán-La Quemada	T	52.37	96780	0.54	87283
Subtotal		176.282	326849	0.54	293803	
TOTAL			567.264	1107449	0.51	945440

**TABLA 9.**

**PROYECCIONES DE VOLUMEN: SERVICIO DE CARGA.**

CATEGORIA	AÑO															
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Toneladas transportadas (miles)																
Agricultura, ganadería y forestal	7,128	7,563	8,514	7,442	7,362		7,730	8,117	8,522	8,949	9,396	9,866	10,359	10,877	11,421	11,992
Minerales y productos inorgánicos	8,765	8,361	8,279	8,606	9,793		10,185	10,592	11,016	11,456	11,915	12,391	12,887	13,402	13,938	14,496
Petróleo y derivados	2,944	3,109	2,768	2,578	2,067		1,964	1,865	1,772	1,684	1,599	1,519	1,443	1,371	1,303	1,238
Fertilizantes	948	546	657	701	1,178		1,237	1,299	1,364	1,432	1,503	1,579	1,658	1,740	1,827	1,919
Industria automotriz	666	859	823	793	896		986	1,084	1,193	1,312	1,443	1,587	1,746	1,921	2,113	2,324
Productos de hierro y acero	931	885	966	1,157	1,595		1,723	1,878	2,065	2,313	2,521	2,774	3,106	3,386	3,725	4,172
Cemento	4,574	5,255	5,052	4,486	5,527		5,859	6,269	6,770	7,176	7,679	8,293	8,791	9,406	10,159	10,768
Otros productos industriales	3,072	3,166	3,621	3,986	4,823		5,305	5,836	6,419	7,061	7,767	8,544	9,399	10,339	11,372	12,510
<b>TOTAL</b>	<b>29,028</b>	<b>29,744</b>	<b>30,678</b>	<b>29,748</b>	<b>33,241</b>		<b>34,987</b>	<b>36,939</b>	<b>39,122</b>	<b>41,383</b>	<b>43,824</b>	<b>46,553</b>	<b>49,389</b>	<b>52,442</b>	<b>55,858</b>	<b>59,418</b>
Distancia promedio recorrida (K.ms)																
Agricultura, ganadería y forestal	767	801	759	723	615		615	615	615	615	615	615	615	615	615	615
Minerales y productos inorgánicos	320	359	346	382	384		384	384	384	384	384	384	384	384	384	384
Petróleo y derivados	400	395	422	429	507		507	507	507	507	507	507	507	507	507	507
Fertilizantes	700	702	608	737	718		718	718	718	718	718	718	718	718	718	718
Industria automotriz	340	350	360	354	334		334	334	334	334	334	334	334	334	334	334
Productos de hierro y acero	593	488	457	394	412		412	412	412	412	412	412	412	412	412	412
Cemento	273	286	267	363	370		370	370	370	370	370	370	370	370	370	370
Otros productos industriales	768	770	815	688	713		713	713	713	713	713	713	713	713	713	713
<b>TOTAL</b>	<b>500</b>	<b>516</b>	<b>519</b>	<b>518</b>	<b>500</b>		<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>
Ton-Km transportadas (millones)																
Agricultura, ganadería y forestal	5,465	6,059	6,466	5,381	4,528		4,754	4,992	5,241	5,503	5,779	6,067	6,371	6,689	7,024	7,375
Minerales y productos inorgánicos	2,809	2,999	2,863	3,283	3,701		3,911	4,067	4,230	4,399	4,575	4,758	4,949	5,147	5,352	5,566
Petróleo y derivados	1,177	1,229	1,169	1,107	1,048		996	946	899	854	811	770	732	695	660	627
Fertilizantes	664	383	399	517	846		888	932	979	1,028	1,079	1,133	1,190	1,250	1,312	1,378
Industria automotriz	226	301	296	281	239		329	362	398	438	482	530	583	641	706	776
Productos de hierro y acero	552	432	442	456	657		710	774	851	953	1039	1143	1280	1395	1535	1719
Cemento	1,250	1,502	1,349	1,627	2,046		2,168	2,319	2,505	2,655	2,841	3,068	3,253	3,480	3,759	3,984
Otros productos industriales	2,368	2,437	2,950	2,944	3,439		3,783	4,161	4,577	5,035	5,538	6,092	6,701	7,371	8,109	8,919
<b>TOTAL</b>	<b>14,501</b>	<b>15,342</b>	<b>15,935</b>	<b>15,397</b>	<b>16,622</b>		<b>17,538</b>	<b>18,553</b>	<b>19,680</b>	<b>20,866</b>	<b>22,144</b>	<b>23,563</b>	<b>25,058</b>	<b>26,669</b>	<b>28,456</b>	<b>30,345</b>

# BIBLIOGRAFIA.

## LIBROS.

### Libros editados por Ferrocarriles Nacionales de México.

- Curso gratuito por correspondencia sobre conservación de vía.
- Sistemas constructivos de vía elástica.
- Normas para la construcción y conservación de vía elástica.
- Estudio comparativo entre la vía clásica y elástica.
- Terracerías.
- Obras de arte.
- Balasto.
- Durmientes.
- Rieles.
- Accesorios de vía.
- Conservación de las terracerías.
- Renovación de durmientes y balasto.
- Conservación de rieles y accesorios de vía.
- Alineamiento y nivelación.
- Conservación de alineamiento y sobreelevación de las curvas.
- Series Estadísticas 1995.  
Los ferrocarriles de México. Una visión social y económica. Tomos I y II. 1988.
- Breve reseña histórica (1987)
- Ferrocarriles mexicanos (1982)
- Vía y estructura de la vía elástica (1990).
- Vía y estructura- conservación y rehabilitación.
- Vía elástica 1995.
- Riel Tendido 1995.
- Conservación y rehabilitación de vía 1995.
- Caminos de Hierro 1996.

### *Libros editados por la S.C.T.*

- Vías férreas 1984.
- Norma para vía continua.
- Programa de Desarrollo del Sector Comunicaciones y Transportes 1995-2000.
- México, atlas de comunicaciones y transportes 1995.
- Mapa de ferrocarriles de México 1992.
- Mapa de ferrocarriles de Norteamérica 1994.

### *Libros especializados.*

- Vías de Comunicación. Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos. 3a. edición. Ing. Carlos Crespo Villalaz. Ed. Limusa-Noriega editores.
- Investigación sobre mantenimiento de infraestructura ferroviaria. C.N.M.F. 1994.
- Transporte Multimodal en ferrocarriles. Comisión Nacional Mexicana de Ferrocarriles (C.N.M.F.). 1992.
- Ferrocarriles. Ing. Francisco M. Togno. Representaciones y servicios de Ingeniería, S.A.
- Railroad Engineering. William Hay. Chapman and Hall.
- Trains, track and travel. W. Van Meter. Simmons-Boardman Publishing Corporation.
- La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Carreteras, ferrocarriles y aeropistas. Volúmenes 1 y 2. Alfonso Rico Rodríguez y Hermilo del Castillo. Ed. Limusa 1978.
- Mecánica de Suelos. Volúmenes 1 y 2. Eulalio Juárez Badillo y Alfonso Rico Rodríguez. Ed. Limusa.
- Manual de Taller. American Railroad Engineering Association. 1997.

### *REVISTAS.*

#### *Revistas del Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C.*

- Modernización y reestructuración de los Ferrocarriles. Ingeniería Civil No. 308. Diciembre de 1994.
- Excavaciones subterráneas. Ingeniería Civil No. 328. Agosto de 1996.
- Ingeniería Estructural. Ingeniería Civil No. 333. Enero de 1997.
- Ingeniería de túneles. Ingeniería Civil No. 337. Mayo de 1997.

### Otras revistas.

- Construcción y tecnología. Volumen IX. Núm. 107. Abril de 1997.
- Planes, proyectos y avances de ASA, CAPUFE, FNM, SEPOMEX, TELECOMM Y PUERTOS. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 1995.
- Modernización del sistema ferroviario nacional. Ingenieros Civiles Asociados (ICA). Enero-Febrero 1989.
- Refurbishing locomotives and cars. ICA. Mayo-Junio-1989.

### TESIS.

- Conservación de vías férreas. José Luis Padilla Chávez. México, D.F. 1996. U.N.A.M.
- Planeación hacia la privatización de F.N.M. Jesús Zepeda Arce. México, D.F. 1995. U.N.A.M.
- Aspectos importantes de conservación de vía y análisis del proceso de establecimiento de un programa de rehabilitación de vías. Alejandro Bello Ozuna. México, D.F. 1989. U.N.A.M.
- El transporte ferroviario como transporte. Raúl Casarrubias Alvarado. México, D.F. 1989. U.N.A.M.
- Generalidades sobre construcción y operación de sistemas carreteros y ferrocarriles. Jorge Chávez Rosiles. México, D.F. 1986. U.N.A.M.
- Conservación de ferrocarriles. Jorge A. Vázquez Cisneros. México, D.F. 1988. U.N.A.M.
- Vías férreas. Vicente Escobedo Campos. México, D.F. 1994. U.N.A.M.
- Vía elástica. Julio César Cortés Lira. México, D.F. 1994. U.N.A.M.
- Vía elástica continua. Ernesto Fuentes Mata. México, D.F. 1995. U.N.A.M.

### OTRAS FUENTES.

Aunque las referencias bibliográficas a las que se hace mención en las páginas anteriores pueden llegar a considerarse numerosas, la información más valiosa fue la recolectada mediante múltiples entrevistas con expertos en el tema de ferrocarriles. Esta tesis es en buena parte reflejo de las experiencias y opiniones de Profesionistas que han dedicado su trabajo a la administración y desarrollo de los ferrocarriles en México. Entre las entrevistas que más destacan se encuentran las realizadas a personal de la antigua Empresa Ferrocarriles Nacionales de México, los cuales brindaron información vital para el desarrollo de este trabajo; Gec Alsthon, empresa dedicada al mantenimiento de locomotoras y equipo de arrastre y que proporcionó una amplia visión del tema correspondiente; y la recién creada empresa Ferrocarriles Mexicanos, cuyo personal compartió sus experiencias en materias de Impacto Ambiental, Mantenimiento de Vía y Rehabilitación de infraestructura.