

3



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERIA

**EL FERROCARRIL Y EL TRANSPORTE  
MULTIMODAL EN MEXICO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**I N G E N I E R O C I V I L**

**P R E S E N T A:**

**VICTOR ALBA LOPEZ**



MEXICO. D. F.

2000

28/10/00



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

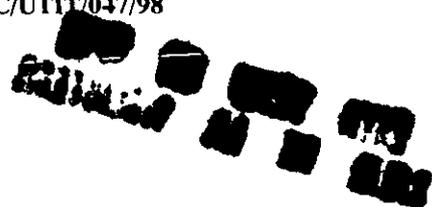
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/047/98



Señor  
**VICTOR ALBA LOPEZ**  
Presente

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

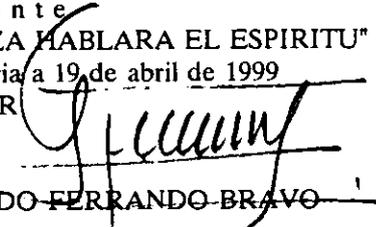
**"EL FERROCARRIL Y EL TRANSPORTE MULTIMODAL EN MEXICO"**

- INTRODUCCION**
- I. ANTECEDENTES**
  - II. INGENIERIA DEL PROYECTO MULTIMODAL FERROVIARIO**
  - III. CARACTERISTICAS DE LOS MODOS DE TRANSPORTE Y SU PARTICIPACION EN EL TRAFICO MULTIMODAL**
  - IV. PARTICIPACION DEL FERROCARRIL**
  - V. ANALISIS DE LA CAPACIDAD Y EXPECTATIVAS PARA EL MOVIMIENTO INTERMODAL EN EL FERROCARRIL**
  - VI. 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 19 de abril de 1999  
EL DIRECTOR

  
ING. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/GMP/mstg.

# INTRODUCCION

Pensar en una sociedad moderna, es proyectarse en una sociedad dinámica, una sociedad en movimiento tanto de personas como de mercancías por ello el transporte es y seguirá siendo de primordial importancia.

Por definición se puede establecer que "El transporte es el movimiento de personas y mercancías por los medios que conocemos para tal fin"<sup>1</sup> este posee además características y atributos que determinan sus funciones e importancia específicos.

Una función primordial es la de relacionar los factores población y uso de suelo; como factor de integración y coordinación en una sociedad altamente compleja e industrializada y en donde tiene gran importancia la distribución de mercancías ya que estas carecen de valor a menos que sean útiles, esto es a menos que se puedan satisfacer necesidades, por lo tanto el transporte es útil en dos aspectos: utilidad del lugar y utilidad del tiempo, términos económicos que significan sencillamente, contar con las mercancías en el lugar y en el momento en que se necesitan, funciones esenciales que también se aplican al transporte de pasajeros.

Así mismo encontramos que existen diferentes modalidades, entre ellas las principales son: terrestre, por carretera y ferrocarril, marítima y aérea. Modalidades que a su vez tienen diferentes características que las distinguen y las relaciones entre ellas no son de causa-efecto, sino funcionales.

Ahora bien, si un sistema se define como un grupo de partes y elementos que se utilizan para un propósito común, tan interrelacionado, que el cambio de o en una de las componentes causa un efecto de retroalimentación en las otras.

Entonces partiendo de este concepto "El sistema de transportes es un conjunto de modalidades interrelacionadas, organizadas, coordinadas y jerarquizadas según el valor de sus atributos, tratando de lograr una eficaz acción recíproca entre los componentes".

De esta manera se puede hablar de un sistema ferroviario, sistema carretero, etc. siendo estos a su vez, subsistemas del sistema de transporte. Y las componentes del sistema de transportes pueden ser: vehículos, terminales, fuerza motriz, camino, infraestructura, entre otros.

Dada la ocurrencia simultánea entre las modalidades de transporte se necesita conjugadas mediante una integración y coordinación, para que se llegue a la integración total, se tiene entonces que tratar al transporte como un todo, en una base sólida y con proyecciones hacia el futuro.

El desarrollo del intermodalismo ha transformado en forma irreversible al transporte, sobre todo en ciertos mercados y regiones geográficas.

Por lo que toca al equipo, los desarrollos más significativos son el contenedor y los equipos para su manejo, el equipo de arrastre ferroviario y para uso combinado ferrocarril-carretera..

---

<sup>1</sup> Ing. Oscar Martínez Prof. FI UNAM

Desde el punto de vista de la infraestructura, los principales efectos del intermodalismo se han sentido en los puertos, en los que terminales completas se han tenido que equipar y reconstruir para manejar contenedores y para atender transbordadores. Otras instalaciones fundamentales para el intermodalismo son las terminales interiores de transferencia de contenedores entre ferrocarril y autotransporte. Para la infraestructura carretera, el desarrollo de tráficos ha generado presiones para aceptar mayores pesos y dimensiones de los vehículos en circulación; en el transporte ferroviario, las acciones más notables son la rectificación de curvas y el aumento de gálibos en algunos puentes y túneles en las rutas terrestres..

En México para la modernización del Sistema de Transporte Nacional, debe brindarse atención prioritaria a la conservación y mantenimiento de la infraestructura, especialmente de tramos y terminales que atienden el comercio internacional; a la ampliación de los segmentos carreteros del tráfico intenso; al fomento del intermodalismo del transporte, a la promoción del uso del contenedor y al equipamiento adecuado de los puntos de traslado a modificar algunos de los reglamentos de operación de los distintos medios a fin de flexibilizar y hacer más eficiente su servicio; a sanear financieramente y reorganizar la operación del ferrocarril; a promover y elevar la calidad de los servicios de apoyo al transporte, especialmente la creación de infraestructura y el fomento a la investigación.

Este trabajo pretende analizar la situación en que se encuentran los ferrocarriles actualmente y las posibilidades de inversión y requerimiento de equipo e infraestructura en el apoyo al transporte multimodal. Sin dejar a un lado la ingeniería con que se realiza.

# EL FERROCARRIL Y EL TRANSPORTE MULTIMODAL EN MEXICO

## INTRODUCCION

### I. ANTECEDENTES

- 1.1 TRANSPORTE
- 1.2 EVOLUCION HISTORICA DEL FERROCARRIL
- 1.3 INICIOS DEL INTERMODALISMO
- 1.3.1 ANTECEDENTES ECONOMICOS DEL TRANSPORTE INTERMODAL EN LOS FERROCARRILES
- 1.3.2 MULTIMODALISMO E INTERMODALISMO
- 1.4 LOGISTICA DEL TRANSPORTE
- 1.4.1 CADENA LOGISTICA
- 1.4.2 CADENA DE TRANSPORTE
- 1.5 LA TERMINAL DE CONTENEDORES DE PANTACO

### II. INGENIERÍA DEL PROYECTO MULTIMODAL FERROVIARIO

- 2.1 INFRAESTRUCTURA BASICA DEL FERROCARRIL
  - 2.1.1 ESTRUCTURA DE LA VIA
  - 2.1.2 GEOMETRIA DE LA VIA
  - 2.1.3 TUNELES Y PUENTES
  - 2.1.4 LOCOMOTORAS Y VEHICULOS DE CARGA
  - 2.1.5 ESTACIONES, PATIOS Y TERMINALES
- 2.2 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO BASICO DEL TRANSPORTE MULTIMODAL
  - 2.2.1 CONTENEDOR
  - 2.2.2 VEHICULOS Y EQUIPOS DE ARRASTRE
- 2.3 OPERACION DE UNA TERMINAL INTERMODAL
  - 2.3.1 LA TERMINAL INTERMODAL PANTACO

### III. CARACTERISTICAS DE LOS MODOS DE TRANSPORTE Y SU PARTICIPACION EN EL TRAFICO MULTIMODAL

- 3.1 TRANSPORTE MARITIMO
  - 3.1.1 PUERTOS
- 3.2 TRANSPORTE AEREO
  - 3.2.1 AEROPUERTOS
- 3.3 TRANSPORTE TERRESTRE
  - 3.3.1 AUTOTRANSPORTE
  - 3.3.2 REPARTO DE CARGA ENTRE EL AUTOTRANSPORTE Y EL FERROCARRIL
- 3.4 TRANSPORTE MULTIMODAL

### IV. PARTICIPACION DEL FERROCARRIL

- 4.1 TRANSPORTACION POR FERROCARRIL
- 4.2 PARTICIPACION ECONOMICA DEL FERROCARRIL
- 4.3 LA REESTRUCTURACION FERROVIARIA Y LAS NUEVAS EMPRESAS

### V. ANALISIS DE LA CAPACIDAD Y EXPECTATIVAS PARA EL MOVIMIENTO INTERMODAL EN EL FERROCARRIL

- 5.1 MOVIMIENTO DE CONTENEDORES EN LOS LAS PRINCIPALES TERMINALES
- 5.2 ANALISIS DEL MOVIMIENTO DE CONTENEDORES PARA LA TERMINAL DEL VALLE DE MEXICO (PANTACO)
  - 5.2.1 REQUERIMIENTOS DE LA TERMINAL PANTACO

## CONCLUSIONES

# INTRODUCCION

Pensar en una sociedad moderna, es proyectarse en una sociedad dinámica, una sociedad en movimiento tanto de personas como de mercancías por ello el transporte es y seguirá siendo de primordial importancia.

Por definición se puede establecer que "El transporte es el movimiento de personas y mercancías por los medios que conocemos para tal fin"<sup>1</sup> este posee además características y atributos que determinan sus funciones e importancia específicos.

Una función primordial es la de relacionar los factores población y uso de suelo; como factor de integración y coordinación en una sociedad altamente compleja e industrializada y en donde tiene gran importancia la distribución de mercancías ya que estas carecen de valor a menos que sean útiles, esto es a menos que se puedan satisfacer necesidades, por lo tanto el transporte es útil en dos aspectos: utilidad del lugar y utilidad del tiempo, términos económicos que significan sencillamente, contar con las mercancías en el lugar y en el momento en que se necesitan, funciones esenciales que también se aplican al transporte de pasajeros.

Así mismo encontramos que existen diferentes modalidades, entre ellas las principales son: terrestre, por carretera y ferrocarril, marítima y aérea. Modalidades que a su vez tienen diferentes características que las distinguen y las relaciones entre ellas no son de causa-efecto, sino funcionales.

Ahora bien, si un sistema se define como un grupo de partes y elementos que se utilizan para un propósito común, tan interrelacionado, que el cambio de o en una de las componentes causa un efecto de retroalimentación en las otras.

Entonces partiendo de este concepto "El sistema de transportes es un conjunto de modalidades interrelacionadas, organizadas, coordinadas y jerarquizadas según el valor de sus atributos, tratando de lograr una eficaz acción recíproca entre los componentes".

De esta manera se puede hablar de un sistema ferroviario, sistema carretero, etc. siendo estos a su vez, subsistemas del sistema de transporte. Y las componentes del sistema de transportes pueden ser: vehículos, terminales, fuerza motriz, camino, infraestructura, entre otros.

Dada la ocurrencia simultánea entre las modalidades de transporte se necesita conjugarlas mediante una integración y coordinación, para que se llegue a la integración total, se tiene entonces que tratar al transporte como un todo, en una base sólida y con proyecciones hacia el futuro.

El desarrollo del intermodalismo ha transformado en forma irreversible al transporte, sobre todo en ciertos mercados y regiones geográficas.

Por lo que toca al equipo, los desarrollos más significativos son el contenedor y los equipos para su manejo, el equipo de arrastre ferroviario y para uso combinado ferrocarril-carretera.

---

<sup>1</sup> Ing. Oscar Martínez Prof. FI UNAM

Desde el punto de vista de la infraestructura, los principales efectos del intermodalismo se han sentido en los puertos, en los que terminales completas se han tenido que equipar y reconstruir para manejar contenedores y para atender transbordadores. Otras instalaciones fundamentales para el intermodalismo son las terminales interiores de transferencia de contenedores entre ferrocarril y autotransporte. Para la infraestructura carretera, el desarrollo de tráficos ha generado presiones para aceptar mayores pesos y dimensiones de los vehículos en circulación; en el transporte ferroviario, las acciones más notables son la rectificación de curvas y el aumento de gálibos en algunos puentes y túneles en las rutas terrestres.

En México para la modernización del Sistema de Transporte Nacional, debe brindarse atención prioritaria a la conservación y mantenimiento de la infraestructura, especialmente de tramos y terminales que atienden el comercio internacional; a la ampliación de los segmentos carreteros del tráfico intenso; al fomento del intermodalismo del transporte, a la promoción del uso del contenedor y al equipamiento adecuado de los puntos de traslado a modificar algunos de los reglamentos de operación de los distintos medios a fin de flexibilizar y hacer más eficiente su servicio; a sanear financieramente y reorganizar la operación del ferrocarril; a promover y elevar la calidad de los servicios de apoyo al transporte, especialmente la creación de infraestructura y el fomento a la investigación.

Este trabajo pretende analizar la situación en que se encuentran los ferrocarriles actualmente y las posibilidades de inversión y requerimiento de equipo e infraestructura en el apoyo al transporte multimodal. Sin dejar a un lado la ingeniería con que se realiza.

# I. ANTECEDENTES

## 1.1 TRANSPORTE

El desarrollo económico tanto en las sociedades, como entre las naciones es parte de una secuencia de fases que se considera esta determinado por la evolución de fuerzas productivas, estas llevan a su vez implícitas la acumulación de capital y progreso técnico, es por ello que el desarrollo social es considerado como un componente del orden natural, en el mismo sentido y tendencia natural del hombre a economizar sus fuerzas y multiplicar sus necesidades.

Existen en las sociedades etapas de crecimiento, en donde como primer acontecimiento es la acumulación de la riqueza. Esta, en un principio se basó en la esclavitud y en la entrega compulsiva e incondicionada de su excedente de producción de un grupo social a otro. Esta acumulación de riqueza, en donde, en la mayoría de los casos los recursos obtenidos no fueron utilizados para aumentar la capacidad productiva, pero si, por lo menos sirvieron para elevar el nivel de consumo de los grupos parasitarios, propiciando un papel positivo en el proceso de crecimiento, ya que la elevación del consumo permitió la diversificación, esta búsqueda en la diversificación constituyó la base de las actividades comerciales.

Los beneficios del aumento de la productividad tienden a concentrarse en manos de los comerciantes, esta riqueza concentrada, asume la forma de activos líquidos y medios de TRANSPORTE en manos de intermediarios, creando condiciones para nuevas expansiones del comercio.

Así en este desarrollo como secuencia de fases se podría expresar lo siguiente:

1era etapa; aparecen los factores exógenos, provocando la creación ocasional o permanente de un excedente de producción.

2da etapa; apropiación del excedente por grupos minoritarios parásitos

3era etapa; dadas las condiciones existen los patrones de consumo más elevados propios de los grupos minoritarios que crean la necesidad de intercambio con otras comunidades.

4ta etapa; intercambio, este posibilita la especialización geográfica, la mayor división del trabajo y el aumento de la productividad en las diferentes comunidades

5ta etapa; concentración de la riqueza, permitida por el intercambio.

Finalmente, surge la posibilidad de incorporar al proceso productivo los recursos acumulados por los comerciantes, ya que este era el medio por el cual los intermediarios podían aumentar la corriente del comercio, incrementando sus ingresos.

Es importante hacer énfasis en la manera y forma de la utilización del excedente de producción y la posición social del grupo que hará uso del mismo. Porque constituye en si mismo un elemento básico en el proceso social generador del desarrollo.

Lograr un desarrollo económico pleno, significa en primer lugar, lograr un excedente económico, ya que a partir de ahí se pueden canalizar los recursos que permitan aumentar la productividad y el crecimiento.

Cualquier empresa de transporte debe estar consiente que, para lograr un desarrollo económico pleno, implica no sólo un desarrollo tecnológico, sino que también se debe dar un desarrollo en todas las áreas y actividades del ser humano, además de trabajar conjuntamente con profesionistas de diversas especialidades, en donde el transporte pasa a ser un elemento más en la interrelación de la sociedad.

En general la evolución de los transportes es de origen económico. Se puede afirmar que, por lo menos el 10 o 15% del precio de cualquier producto se debe a los costos de transporte y distribución.

La ingeniería de transporte al paso del tiempo va resolviendo problemas tecnológicos, ya que se necesita contar con vehículos más rápidos y seguros, con mayor capacidad para el transporte de carga y unidades más pequeñas y flexibles para el transporte urbano. A su vez se requieren mejores carreteras que puedan soportar mayores cargas y proporcionar la posibilidad de una capacidad mayor.

Así mismo se tiene que hacer un cambio en los trazos y curvas del tendido del riel que permita alcanzar mayores velocidades y también en la organización de las terminales para eficientar los tiempos de entrega y la permanencia en almacén.

## 1.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL FERROCARRIL

Es común pensar en el ferrocarril como un medio de transporte, tanto de carga como de pasajeros. No es raro escuchar, que está en una etapa de privatizaciones, la cual lo está sacando de la crisis en la que había caído. Sin embargo, haber pensado en este medio de transporte un siglo atrás, era relacionarlo con un desarrollo económico favorable y un gran auge comercial que estaba viviendo el país.

Poco se ha reflexionado sobre la evolución que ha tenido, desde su origen hasta nuestra época, y cómo se ha ido conformando hasta ser lo que es hoy: un medio de transporte que busca recobrar el sitio que una vez tuvo en la economía del país.

No se puede hablar de la fecha exacta del origen del ferrocarril. Sus componentes tales como las vías y las locomotoras, fueron inventadas en épocas distintas.

La rueda y el vehículo guiado parece que tuvieron su origen en los principios de Mesopotamia. Restos prehistóricos encontrados, parecen orientar hacia la idea de que también los indios, los persas y egipcios utilizaban tales caminos. Incluso, en las pirámides de Gizeh y en el istmo de Suez se han hallado restos de carriles de bronce.

En el siglo XVI, se tuvo la idea de utilizar vías en las minas. Remolcar una vagoneta por el suelo desigual de una mina, resultaba casi imposible; por esta razón se tendieron sobre el piso dos filas paralelas de tabloncillos para que las ruedas pudiesen rodar con facilidad. Para que la vagoneta se mantuviera sobre los tabloncillos se colocaba una barra vertical que se deslizaba por el espacio central. Muy pronto se inventaron los carriles de madera, los cuales se utilizaban como vías.

El concepto de tren se forma al comprobar que si bien sobre un camino de tierra, un caballo puede tirar de una vagoneta cargada de material, cuando se dispone la rodadura sobre el carril, se observa que aquel caballo puede arrastrar ya varias vagonetas, lo cual empieza a conformar el concepto de la técnica operacional del tren.

Por otro lado, en 1698 un ingeniero inglés, Thomas Savery construyó una máquina de vapor que extraía el agua creando el vacío en una cámara situada en la parte superior de una tubería. Se conseguía el vacío llenando la cámara de vapor y enfriándola luego, de este modo el vapor se condensaba en unas pocas gotas de agua. El vacío aspiraba el agua hacia arriba, hasta cierto nivel de la tubería. Luego se utilizaba la presión del vapor para extraer el agua por completo. Todo se controlaba mediante válvulas.

Para 1712, Thomas Newcomen, ingeniero inglés, creó una bomba de vapor mejorada. Funcionaba bajo el mismo principio que la anterior, pero la presión del vapor y del vacío se utilizaban para mover un pistón hacia arriba y hacia abajo. El pistón estaba unido a un extremo de un balancín oscilante, y el otro extremo estaba conectado a una bomba de agua.

La creación de estas máquinas de vapor fueron importantes, no obstante, el avance lo dio James Watt, ingeniero escocés, en 1764, al darse cuenta de la ineficacia de la máquina de Newcomen. El vapor en el cilindro debía ser enfriado en cada recorrido del pistón y se necesitaban cantidades enormes de vapor para calentarlos de nuevo. Watt construyó una máquina con un condensador separado. De esta manera, el cilindro se mantenía siempre caliente. Como mejora posterior, en lugar de utilizar el vacío, ideó un sistema para mover el pistón introduciendo vapor primero en lado y luego en el otro. Añadió, además, un sistema mecánico de bielas y manivelas para convertir el movimiento de vaivén del pistón en movimiento rotatorio de una rueda.

Esto posibilitó el transporte con máquina de vapor. Se unieron los motores de vapor y los carriles de hierro. De esta forma, con la construcción en 1765 de la máquina de vapor de Watt, comienza un proceso de evolución técnica que desemboca en el transporte ferroviario como lo conocemos en la actualidad.

Así, en 1825 Robert Stephenson construye la primera locomotora ferroviaria, llamada "Rocket". En 1825 se inaugura en Inglaterra la primera línea de ferrocarril entre Liverpool y Manchester. A partir de ese momento, los diversos países europeos se van incorporando al tráfico ferroviario: Irlanda en 1834; Francia en 1837; España en 1848, etc.

El origen del ferrocarril en México se puede resumir de la siguiente manera:

La historia de los ferrocarriles se remonta a los primeros tiempos del México independiente. Por medio del decreto presidencial del 22 de agosto de 1837, el general Anastasio Bustamante, en su segundo mandato de presidente de la República le otorgó a Francisco de Arrillaga, acaudalado comerciante radicado en el puerto de Veracruz, privilegios exclusivos para establecer un "camino de hierro" desde Veracruz hasta la capital.

Así las primeras concesiones ferroviarias otorgadas por el gobierno federal mexicano fueron para un rico comerciante de Veracruz, quien a cambio de ejercer un monopolio de 30 años sobre la ruta Veracruz-México, prometió conducir el correo en forma gratuita y pagar 50 mil pesos anuales al erario nacional, cumplidos los primeros 10 años del funcionamiento de la línea. Sin embargo, las violentas luchas políticas y la intervención extranjera evitaron la realización de este proyecto.

Fue hasta 1873 cuando la Ciudad de México finalmente quedó unida por el riel con Veracruz. El Ferrocarril Mexicano, como se le denominaba a la línea había costado 12 veces más que los cinco millones de pesos calculados por el primer concesionario. Más de la mitad del costo de la construcción de la línea había sido cubierta con subsidios del gobierno federal.

Es en el porfiriato, cuando los ferrocarriles consiguen tener su mayor auge y se construyen, en promedio, 20 mil kilómetros de vías. En 1880, se autorizaron dos concesiones a grupos competidores de empresarios estadounidenses para la líneas troncales principales, que comunicaban a la ciudad de México con el norte del país.

Después que hubo transporte barato, la industria minera resurgió. El capital extranjero transformó la industria, trasladó la producción cada vez más hacia los minerales industriales (especialmente el cobre); modernizó los métodos mediante novedosos procesos técnicos para extraer mena de bajo grado, y construyó una nueva industria de fundición.

México se volvió casi autosuficiente en algodón y comenzó a exportar grandes volúmenes de henequén, café, caucho, ganado y otros productos. Las industrias que producían para el mercado interno, también se desarrollaron rápidamente durante el porfiriato: textiles, bebidas alcohólicas, procesamiento de alimentos y otras industrias ligeras de bienes de consumo. Modernizadas con financiamiento externo, acabaron por desplazar la producción artesanal, recurriendo a operaciones más eficientes y con mayor escala, que se servían del nuevo sistema de transporte para llegar a los mercados en ambos extremos del país.

Sin embargo, llegó la Revolución y tuvo graves repercusiones en la empresa Ferrocarriles Nacionales de México (FNM) y en otros ferrocarriles del país. Pues de la contienda armada, los ferrocarriles fueron los que resultaron más dañados de los bienes nacionales, dado que eran un instrumento que todos querían destruir en su lucha contra los grupos enemigos. Los cuantiosos daños hicieron que la situación física y económica se tornara más crítica para la empresa: volcaduras de trenes, vías destruidas, estaciones incendiadas y saqueadas, trenes asaltados, locomotoras y puentes dinamitados; en general, la destrucción del material rodante y la ausencia casi total del flete y de pasajeros, predominaron en el panorama del servicio ferroviario nacional, hasta que en 1914 Venustiano Carranza controló la situación en la Ciudad de México y dictó un acuerdo para que los ferrocarriles fueran controlados por el gobierno. Pero esta disposición no fue posible llevarla a la práctica.

Cuando los caudillos sonorenses asumieron el mando del país, la Revolución se hizo gobierno. Lo que seguía, inexorablemente, era la etapa de la reconstrucción nacional; Alvaro Obregón tenía clara certidumbre respecto del poderío estadounidense, cuya vecindad imponía la urgencia de arreglar cuentas pendientes.

Por ello, el entonces secretario de hacienda ordenó la causa de reclamaciones económicas y la evaluación de las indemnizaciones para propietarios estadounidenses cuyos bienes habían sido confiscados o destruidos.

Entre ellos se hallaban tenedores de bonos de la deuda exterior mexicana, cuyos intereses se acumulaban desde el principio de la lucha constitucionalista, y quienes además tenían la opción de embargar los bienes ferrocarrileros.

En contrapartida, la situación de los Ferrocarriles, en 1922 era de absoluta normalidad : se habían restablecido vías y servicios, y la administración oficial de FNM funcionaba eficazmente. La propuesta mexicana fue sencilla: pagar los adeudos y devolver los Ferrocarriles a los inversionistas privados.

Asimismo, el presidente Plutarco Elías Calles pretendió pagar los créditos adeudados, sanear la administración de los Ferrocarriles, mantener las vías y aumentarlas.

Para el 23 de julio de 1937, el Presidente Lázaro Cárdenas decretó la expropiación de bienes de FNM, y el 25 de junio del mismo año expidió un decreto por medio del cual se creó el Departamento Autónomo de Ferrocarriles. Simultáneamente, se constituyó la empresa Líneas Férreas de México, la cual se encargó de construir algunas líneas que complementarían, más tarde, la red ferroviaria nacional.

Finalmente, en mayo de 1938, el Presidente Cárdenas decidió entregar la administración de los Ferrocarriles a los obreros, con la certidumbre de que ellos eran los expertos conocedores del servicio, de su capacidad, de sus vicisitudes y estaban conscientes del necesario progreso del país.

Acontecimientos ajenos, una mala toma de decisiones, disminución de los recursos económicos nacionales y consecuencias de la inexperiencia; temores y compromisos de la administración obrera se acumularon para que Manuel Avila Camacho, al asumir la presidencia en diciembre de 1940, revocara en forma inmediata la gestión de los trabajadores y estableciera un organismo público descentralizado con la encomienda de asumir el control del sistema ferroviario llamado nuevamente Ferrocarriles Nacionales de México.

En 1942, México se involucra en la Segunda Guerra Mundial, la cual ejerce gran influencia en la grave situación de FNM. El estado físico de las instalaciones ferroviarias cumplía, a costa de muchas deficiencias, las necesidades del país. Sin embargo, el país, como miembro del bloque de las Naciones Unidas, no podía rehusarse a cooperar en el común esfuerzo de la guerra. En tal virtud, las líneas ferroviarias mexicanas tuvieron que desplegar su máximo esfuerzo, que rebasaba en mucho su capacidad de transportación.

Al término de esa guerra, hacia finales de 1945 e inicios de 1946, las condiciones de las instalaciones y equipamiento de Ferrocarriles Nacionales de México eran críticas, debido al desgaste sufrido por el equipo y vías férreas durante la guerra, que aunada a la obsolescencia que ya padecía, no sólo tornó más crítica la situación, sino que la puso al borde del colapso.

Para redondear la desoladora situación de FNM, es preciso considerar las crecientes necesidades que afrontaba la industria y la agricultura nacional, cuyo crecimiento se iniciaba en forma impetuosa, y requería de un servicio de transporte eficiente y rápido, el cual no era posible ofrecer por las condiciones de desgaste y destrucción en que habían quedado las instalaciones y equipos al término de la guerra.

Desde ese momento, y ya en la administración del presidente Miguel Alemán Valdés, se inició la reconstrucción de FNM.

Los ferrocarriles con el transcurso de los años perdieron competitividad, disminuyeron el número de corridas, el número de vagones, de locomotoras y de personal. En las últimas décadas, un factor que afectó la situación del ferrocarril fue el desarrollo de las carreteras y el autotransporte, esto aunado con el deterioro que se vino

ejerciendo en su infraestructura, hizo que se tomarán medidas, que a muchos parecieron drásticas, pero que han venido a beneficiar la situación del transporte ferroviario nacional.

Para 1992 se puso en marcha el Programa de Cambio Estructural de los Ferrocarriles Nacionales de México, cuyo objetivo principal era consolidar el servicio de carga, aumentar la competitividad con autosuficiencia financiera liberando al Estado de transferencias para su operación. Como estrategia, se planteó que FNM continuara con la infraestructura de la vía como único responsable de su uso, así como del control directo e integral del despacho de trenes.

En este nuevo esquema de privatizaciones, para finales de 1993, FNM ya planea incluir la comercialización en áreas del servicio de carga y pasaje, la inversión directa en los sistemas de control de tráfico y en la operación y mantenimiento del sistema de telecomunicaciones, así mismo rentar los talleres de mantenimiento y reparación. Se otorgan tres concesiones para mantenimiento de locomotoras, en tres regiones: la región Noroeste, con los talleres de San Luis Potosí y Acámbaro es otorgada al grupo constituido por Morrison Knudsen, de Estados Unidos; la región Noreste-Centro-Este, con los talleres de Monterrey, Jalapa y Valle de México, es otorgada al grupo Olmecca; la región Norte-Centro, con los talleres de Torreón y Chihuahua es otorgada al Grupo Industrial Monclova.

A finales de 1995, el gobierno estudia la posibilidad de ceder la operación de la terminal ferroviaria del Distrito Federal. Para 1996 se anuncia la concesión de Ferrocarriles Nacionales, y a la vez su desincorporación. Para desincorporarse FNM se dividió en tres rutas troncales, una terminal central y 23 líneas cortas como lo muestra el mapa de la página siguiente:

Para 1998 la red ferroviaria nacional funciona con tres empresas privadas importantes; Ferrocarril Mexicano (FXE), Transportes Ferroviarios Mexicanos (TFM), y Ferrosur, y con la participación de la paraestatal FNM. Además de las mencionadas concesiones en los talleres de reparación, manejo de terminales, etc.

Las concesiones actuales del ferrocarril no son hechos aislados ya que obedecen a las actuales necesidades del mercado a nivel mundial y participan en las más novedosas formas de de transporte multimodal.

El potencial de los ferrocarriles en el traslado de grandes volúmenes de carga es muy importante, por ello es de interés internacional el que México cuente con buena infraestructura de transporte en todas sus modalidades más aún con la implantación del Tratado de Libre Comercio. En definitiva los ferrocarriles tienen que ser competitivos y complementarios con los diferentes modos de transportación.

### 1.3 INICIOS DEL INTERMODALISMO

Hablar del intermodalismo o del tráfico intermodal es remontarse al uso del contenedor y el transporte en modos combinados. Tales elementos fueron concebidos a finales del siglo pasado por el transporte marítimo para su uso.

Los movimientos de transporte en carga contenerizada comenzaron en los Estados Unidos a finales de los años 50 y principios de los 60, con la introducción de entrega de mercancía a domicilio a lo largo del río Mississippi y a través de las costas de los Estados Unidos.



La introducción del contenedor produjo ventajas notables tales como: limpieza en los barcos, racionalización de espacio en la estiba, eliminación de hurtos en barcos y muelles, facilidad de mantenimiento y transbordo de la mercancía entre otras.

A partir de los 70's este tipo de transportación se hizo extensible a los países comerciantes con los Estados Unidos, un gran porcentaje de este intercambio se lleva a cabo en Asia antes que en Europa.

La adaptación del contenedor y su ensamble al modo de transporte ferroviario crean por sí mismos un nuevo producto vendible que ahora se expande por todo el mundo. Esto hace que el ferrocarril pueda ser más competitivo frente al autotransporte, el cual ha terminado por adaptarse a la sociedad actual.

En esta nueva tecnología y en una evolución lógica del contenedor, entre otros ámbitos se crea en el llamado transporte combinado la utilización de la caja completa del camión-trailer, en la plataforma ferroviaria.

Para los años de 1975 y 1976 en Alemania se introduce la caja móvil o semirremolque, el semirremolque integra las ventajas de vagón completo en volumen y rentabilidad, y como contenedor le permite ser accesible en los acarreo propios de autotransporte.

En un inicio la utilización del contenedor en el sistema ferroviario no presentaba ventajas tan notables como las del tráfico marítimo. El implantarlo suponía la realización de importantes inversiones, así como el cambio de mentalidad operativa.

A medida que el comercio internacional de mercancías se fue incrementando, el transporte de las mismas se convirtió en una compleja red de operaciones técnicas y administrativas, entre 1960 y 1976 las exportaciones mundiales tuvieron un crecimiento anual promedio de 9.5% a valores constantes, esta situación y otras motivaron a la creación y desarrollo de las terminales intermodales.

En 1973 se iniciaron en México diversos estudios respecto a la operación del transporte combinado; sus repercusiones, y la problemática del transporte nacional.

Se constituyó un grupo de trabajo por el pleno de la Comisión Nacional Coordinadora de Puertos, con la participación de todos los sectores interesados: dependencias gubernamentales, maniobristas, transportistas, usuarios, aseguradoras y almacenes de depósito.

Entre las cuestiones de carácter básico que se plantearon, se consideró necesario contrarrestar la influencia de las empresas transnacionales de transporte combinado, mediante la implantación de estructuras que protegieran los intereses del transporte nacional y permitieran evitar su dependencia de operadores extranjeros.

Años después la S.C.T. en coordinación con la Dirección General de Asuntos Jurídicos lograron la constitución del Reglamento para el Transporte Multimodal Internacional mediante el uso de contenedores.

Entre 1973 y 1979 los países en desarrollo conscientes de su capacidad productiva necesitaban un instrumento que los protegiera contra los efectos que en sus economías pudiera ocasionar el transporte multimodal, México formó parte de este grupo, para el 24 de mayo de 1980 se adopta el Convenio para el

Transporte Multimodal de Mercancías y para el 10 de octubre de ese mismo año se ratifica, publicándose el Decreto de Promulgación en el Diario Oficial de la Federación el 27 de abril de 1982.

Actualmente en nuestro país el auge del contenedor en el sistema de transporte intermodal ha tenido impactos significativos en y a la vez se ve limitado por: la infraestructura, el equipo de transporte, el equipo para manejo de carga la organización y la reglamentación.

### 1.3.1 ANTECEDENTES ECONOMICOS DEL TRANSPORTE INTERMODAL EN LOS FERROCARRILES

La eficiencia económica de los ferrocarriles descansa esencialmente en las economías de escala. Los ferrocarriles están obligados a mover grandes volúmenes de carga para repartir los costos fijos entre las unidades transportadas. Es por eso que el ferrocarril se ha ido especializando en el movimiento de materias primas a granel y de productos intermedios, pesados como el acero, y que se abandonó poco a poco el manejo de la carga fraccionada, sobre todo porque el autotransporte resultaba más eficiente y práctico.

Los patios tradicionales dejaron de ser funcionales. La entrega de la carga al ferrocarril o su recepción en el destino final resultaba más eficiente aprovechando una espuela o escape privado. Se trataba de una inversión cuantiosa que se justificaba sólo para mover trenes unitarios<sup>2</sup> o lotes de muchos carros. Esta lógica de suministro restringía el mercado de los ferrocarriles, excluía a los usuarios modestos que pertenecían a la industria manufacturera en pleno auge, porque sus exigencias logísticas eran indiferentes a las economías de escala. Se entiende porqué, en los años ochenta, se estaba llegando a la idea de que el ferrocarril se había convertido en un medio de transporte obsoleto.

Además de su falta de adecuación a la demanda, los ferrocarriles padecían múltiples problemas. La construcción, el mantenimiento y la operación de las redes ferroviarias se enfrentaban a costos fijos muy altos. Por otra parte la baja rentabilidad frenaba la modernización de la infraestructura, la revisión de los métodos de empresas ferroviarias estaban cayendo en un círculo vicioso y estaban amenazadas por la quiebra.

Comparado con el autotransporte, los costos fijos y la rigidez en la operación de este modo de transporte parecían obstáculos insuperables. No cabría duda que los ferrocarriles seguirían perdiendo participación en el mercado de los servicios de transporte, limitándose a los movimientos de granos, del carbón y en general de los minerales. La evolución del aparato productivo de los países industrializados llevaba a una disminución inevitable de la demanda de servicios ferroviarios.

Las ventajas inherentes de los ferrocarriles, que descansan esencialmente en sus economías de escala, no coincidían con los requerimientos de los usuarios. Los cambios en la localización de los complejos industriales se acentuaron en los setenta, al mismo tiempo que cambiaba el tamaño de estos complejos. La inversión de una espuela se volvía a menudo un costo demasiado alto ante el riesgo de tener que cambiar de localización o de escala de producción.

---

<sup>2</sup> Trenes integrados de 30 o más carros, generalmente del mismo tipo que transporta mercancía de un sólo cliente de un punto de origen a otro con tarifas especiales. Estos trenes tienen ciertas ventajas como preferencia de paso, abaten tiempo de recorrido y por ende en las terminales asegurándose así las entregas puntuales.

El potencial del mercado de los ferrocarriles dependía de sus aptitud para captar la demanda de usuarios que no eran sensibles a sus ventajas. Para superar esta contradicción, los ferrocarriles tenían que proporcionar un servicio flexible. Se necesitaba inventar otras modalidades de servicios para responder a los nuevos requerimientos de calidad de los usuarios.

La oportunidad surgió en Estados Unidos, cuando el autotransporte se enfrentó a la necesidad de reducir sus costos de operación en el momento en que los recorridos largos registraban un alto crecimiento. Se crearon así las condiciones para que ambos modos se acercaran en busca de una complementariedad. Era factible para el autotransporte aprovechar las economías de escala del ferrocarril. La solución resultó ser el transporte combinado.

La alianza entre ambos modos representó una revolución tecnológica en sí, presentando varias etapas, en las que se pasó del transporte combinado tradicional al transporte intermodal. Los servicios terrestres, aprovecharon los adelantos del transporte multimodal, la contenerización de la carga y las técnicas de consolidación.

El transporte intermodal ha modificado la operación y la gestión de los movimientos de los trenes, así como el manejo de la carga, y tuvo amplias consecuencias en los equipos de arrastre, en la tracción y en los sistemas de información electrónica, rastreo, posicionamiento y otros.

### 1.3.2 MULTIMODALISMO E INTERMODALISMO

En la introducción, se hizo referencia a la ocurrencia simultánea entre las modalidades de transporte, y que se necesitaban conjugarlas mediante una integración y coordinación para poder tratar al transporte como un todo.

Es precisamente en la coordinación donde se puede hablar de operaciones de desplazamiento ya sea de personas o mercancías, y que si bien hay un origen y un destino, también intervienen varias modalidades o empresas de transporte.

Ahora bien existen factores que determinan la coordinación de los transportes, los cuales atienden las siguientes órdenes: De extensión de servicios y económicos.

Los tipos de coordinación también son dos:

**INTRAMODAL.-** es decir, entre vehículos pertenecientes a la misma modalidad de transporte.

**INTERMODAL.-** Cuando el transbordo se realiza entre dos vehículos de distintas modalidades de transporte.

El objeto de estudio al que se enfoca esta tesis es principalmente al transporte intermodal de contenedores, que es por mucho el transporte con mayor competitividad tanto en los productos que en el se manejan, como en el valor agregado que representan.

A continuación se hacen algunas diferencias entre el transporte intermodal y el transporte multimodal.

No existe una definición estricta para cada tipo de transporte pero si se pueden establecer algunas características asociadas a estos términos, por ejemplo:

**TRANSPORTE INTERMODAL**

El movimiento de bienes guardados o estibados en uno y la misma unidad de transporte intermodal la cual es usada sucesivamente en varios transportes o modos de transporte sin que los bienes sean manejados por el mismo operador de transporte en el cambio de modos.

**TRANSPORTE MULTIMODAL**

Transporte de bienes en por lo menos dos diferentes modos de transporte los bienes siguen en custodia aún cuando cambian de modo.

**UNIDADES DE TRANSPORTE INTERMODAL**

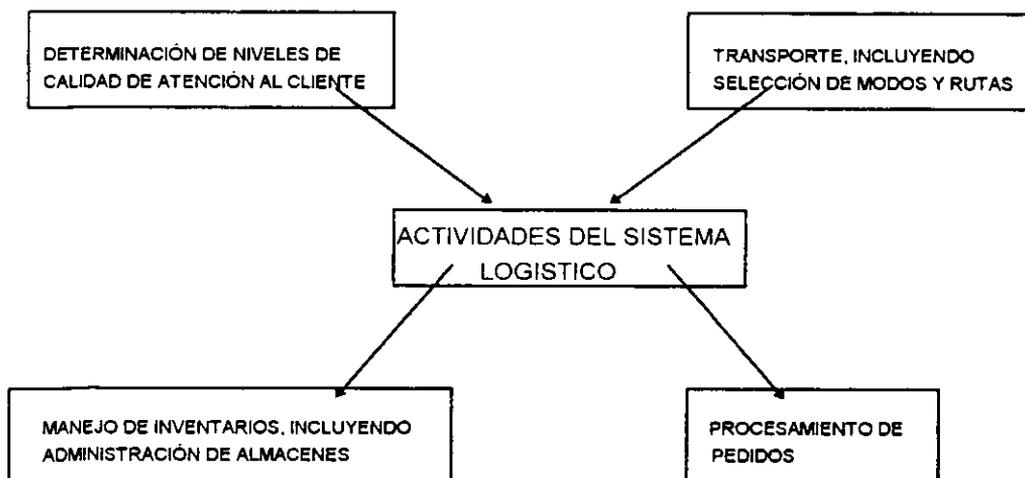
Las unidades de transporte intermodal son definidas como unidades para la carga (contenedor, cambio de cuerpos) o semi trailers apropiados para el transporte intermodal.

Sin embargo cuando se estudian los tráficos de carga no se hace una referencia específica entre si es transporte multimodal, intramodal, plurimodal o intermodal, por lo tanto se analizará como un todo.

**1.4 LOGISTICA DEL TRANSPORTE**

La logística consiste en administrar todas las actividades de movimiento y almacenaje, y otras relacionadas con ellas, que ocurren entre puntos de adquisición y consumo. Incluye el abastecimiento de materias primas y la distribución de productos terminados.

Es decir la logística se ocupa de todas las actividades que intervienen en el flujo de producción, ventas y distribución de un producto. Las actividades que están presentes en cualquier sistema logístico son las siguientes:



La inclusión del transporte de carga entre las actividades de los sistemas logísticos de las empresas obliga a considerarlo dentro de una óptica diferente. Al empresario le interesa la contribución del transporte a su sistema logístico y no su rendimiento como actividad aislada. En consecuencia, busca un transporte que, integrado a la logística de sus productos, le permita manejar o mantener sus niveles de competitividad. Desde un punto de vista de costo, tratará de minimizar los costos de su sistema logístico, ya no sólo los costos de transporte.

En una terminal intermodal si se analiza la recepción distribución y almacenamiento de carga en conjunto como un sistema también se puede establecer una apreciación logística parecida a la de una empresa pero con características y elementos que la hacen diferente, en donde también existen desplazamientos físicos internos, en donde operan distintas empresas contratadas y subcontratadas a su vez por las grandes empresas operadoras multimodales.

### 1.4.1 CADENA LOGISTICA

Cadena logística es la implantación de la logística para la realización y control de un segmento de la circulación. Entonces estamos hablando de que la distribución de los productos y el aprovisionamiento de materiales definen familias de cadenas logísticas.

La materialización de la circulación física en una cadena de transporte implica la creación de una cadena logística<sup>3</sup>. Se asegura que dos mercancías se desplacen entre dos puntos del espacio.

### 1.4.2 CADENA DE TRANSPORTE

La estructuración de la cadena de transporte en términos de selección de modos y su combinación, determinación de la calidad de servicios, adopción de una unidad de carga, especificación del acondicionamiento de la carga, frecuencia de transferencia física, determinación de la capacidad de la cadena, y decisión sobre el empleo de medios propios o de prestatarios, es resultado de la logística de la empresa, y específicamente de la cadena logística donde la cadena de transporte se inserta.

A manera de conclusión la logística es una tecnología muy elaborada de la circulación física de mercancías que se basa en el control de la información asociada a la mercancía circulante, lo cual no puede ser plenamente comprendido e interpretado si no es en referencia al concepto de circulación.

## 1.5 LA TERMINAL DE CONTENEDORES DE PANTACO

Para hablar en términos y situaciones reales se estudiará y analizará la Terminal de Contenedores de Pantaco (TCP).

Esta terminal se encuentra en la Ciudad de México y está ubicada al norte de la Ciudad, tiene alrededor de 40 años de existencia y vio entrar contenedores por primera vez en la década de los 80's.

---

<sup>3</sup> Recepción, acondicionamiento, transferencia física, recepción no terminal o recepción destino y gestión.

Se concibió para atender los tráficos contenerizados que reclamaba el comercio internacional. Al respecto, una gran influencia la tuvo la firma del TLC de América del Norte, pues es cuando México entra en un proceso de redefinición de su espacio productivo, una modificación de la dirección de flujos de materias primas y mercancías, así como cambios en la composición de los productos intercambiados que favorecen los movimientos de productos industrializados.

En este contexto económico, en abril y mayo de 1990, Ferrocarriles Nacionales de México, inicia en Pantaco y en el país, un nuevo servicio sin precedentes en su historia: el servicio contenerizado de doble estiba.

El servicio comienza con movimientos de una sola línea de contenedores, pero pronto hizo su aparición otra más y así fueron apareciendo otras, haciendo de este servicio intermodal un buen competidor y desviando cargas que bimodalmente le eran exclusivas al sistema marítimo-autotransporte.

En ese tiempo el servicio intermodal de FNM estaba organizado así (desde la perspectiva de Pantaco): servicio de importación y exportación, tres líneas navieras (dos japonesas y una mexicana), sus contenedores, tres transportistas ferroviarios (FNM y otros dos transnacionales a quien FNM les hacía los arrastres en territorio nacional), un operador de la Terminal de Contenedores de Pantaco y los autotransportistas nacionales, con una flotilla variable pequeña.

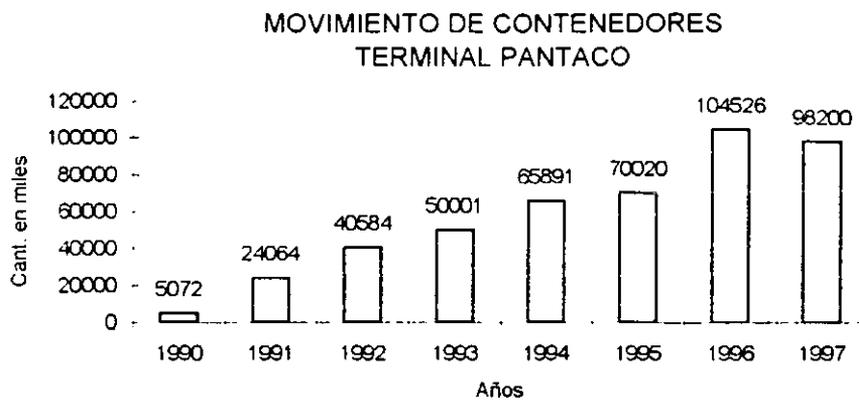
Aunque el servicio era bueno y se estaba desviando la carga, había intereses afectados, que a su vez impedían que la Terminal de Pantaco se desarrollara sanamente, sin embargo, FNM en un año y medio decididamente resolvió esa situación, con el buen apoyo de los demás actores mencionados.

La situación de 1992, prácticamente se vivía desde finales de septiembre de 1991, en que FNM decidió someter a concurso y luego subcontratar la mayor parte de la operación a la empresa mexicana Terminales Intermodales Mexicanas (TIM), ya antes había subcontratado la operación de contenedores vacíos a Terminales Mexicanas de Carga, (TMC).

En este año, el esquema operativo de Pantaco era esencialmente igual al del pasado en cuanto a los actores que intervenían, sólo que había más de cada tipo: servicio internacional, cuatro transportistas ferroviarios, entre diez y quince líneas de contenedores, TIM y TMC como operadores neutrales de la TCP y cinco autotransportistas principales independientes entre sí.

El principal problema que tenía la TCP era la limitación de espacio y saturación física de la terminal, debida básicamente a dos cosas: la estación estaba siendo remodelada por FNM, y el volumen crecía a tasas muy elevadas. Sin embargo, es importante mencionar, que su servicio permitió a una importante ensambladora de automóviles trabajar con el sistema "just in time", con autopartes que llegaban desde Chicago diariamente y que entraban, sin ningún problema, directamente a la línea de producción.

Para 1995, se reconoce que la única terminal que proporciona un servicio público de calidad y registra movimientos de contenedores relevantes es precisamente la de Pantaco. En prácticamente poco tiempo sus movimientos se han incrementado de manera significativa, como se puede constatar:



Fuente: IMT. Secretaría de Comunicaciones y Transportes

## II. INGENIERIA DEL PROYECTO MULTIMODAL FERROVIARIO

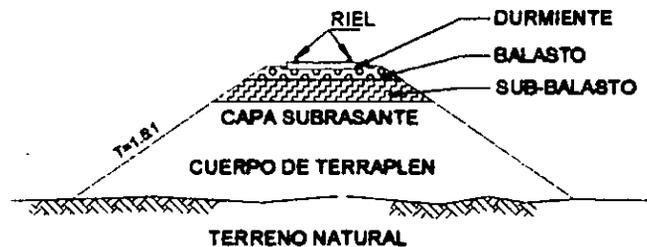
### 2.1 INFRAESTRUCTURA BASICA DEL FERROCARRIL

La utilización de las vías férreas ha puesto de manifiesto la necesidad de conocer los elementos que se requieren para el funcionamiento del ferrocarril. Principalmente son tres sus componentes: la vía; la locomotora y el equipo de arrastre; así como los patios, terminales y estaciones que son instalaciones necesarias para dar fluidez al servicio ferroviario.

#### 2.1.1 ESTRUCTURA DE LA VIA

El concepto de vía se puede dividir en tres partes fundamentales: la manera en que se estructura la vía férrea, su geometría, y las construcciones como puentes y túneles que hacen posible su tránsito por los diversas formas de terreno que existen en un territorio.

La forma en la que está estructurada una vía férrea se puede observar en la siguiente figura:



CUERPO DE TERRAPLEN Fig. 2.1

Las finalidades de esta parte de la estructura de una vía férrea son las siguientes: alcanzar la altura necesaria para satisfacer principalmente las especificaciones geométricas (sobre todo en lo relativo a la pendiente longitudinal), resistir las cargas del tránsito transmitidas por las capas superiores y distribuir los esfuerzos a través de su espesor para transportarlos en forma adecuada al terreno natural, de acuerdo con su resistencia.

Los suelos gruesos o granulares,<sup>4</sup> son ideales para formar terraplenes, cuando además de estar bien graduados, tienen buenos valores relativos a las siguientes características:

**ORIGEN:** petrográfico de roca dura y densa

**FORMA:** con aristas vivas adecuadas a elevados ángulos de fricción interna

**SUPERFICIE:** rugosa en sus caras

**CEMENTACIÓN:** químicamente favorable al reaccionar con el agua y con la consolidación, drenaje, humedad propia, etc.

<sup>4</sup> Los suelos gruesos (o granulares) no son cohesivos y se les llama bien graduados signo convencional de Well (W) cuando los vacíos de las gravas, son llenados por arenas y los estos por limo produciendo máxima densidad, en contraste con los suelos malgraduados (P) de Poor (pobre).

## CAPA SUBRASANTE Y CAPA DE SUB-BALASTO

Las capas superiores de la subestructura de una vía férrea, deben reunir diversas características de resistencia e impermeabilidad, que les permitan cumplir sus funciones drenantes y estructurales. El drenaje superficial se realiza por el escurrimiento del agua pluvial sobre las pendientes transversales de la corona de la formación, impidiendo su filtración a las terracerías. Como elementos estructurales, estas capas distribuyen las presiones transmitidas por la carga viva, a través de los rieles, durmientes y balasto. Para lograr esas cualidades, se emplean dos procesos diferentes, que dan lugar a dos tipos de capas: la capa subrasante o capa de mejoramiento de las terracerías y la capa de sub-balasto.

La capa subrasante se forma con el mismo material de las terracerías, al cual se le da un tratamiento especial que las mejora, este mejoramiento se obtiene, en algunos casos, agregando antes de compactar algunos materiales que modifiquen favorablemente la granulometría; en otros casos, dándole únicamente un mayor grado de compactación que el resto de las terracerías. El espesor de la capa subrasante varía de 30 a 50 centímetros y se construye generalmente como apoyo del sub-balasto en terracerías de materiales poco resistentes o en la parte superior de la subestructura, cuando se considera innecesario al sub-balasto.

La capa de sub-balasto está constituida por materiales procedentes de suelos, depósitos naturales o rocas alteradas, generalmente sin ningún tratamiento previo a su utilización. Además de una buena granulometría, contracción lineal reducida y alto valor cementante, se exige de los materiales que van a formar parte de esta capa un valor relativo de soporte estándar mínimo de 30%. Si se considera que a las funciones estructurales y de drenaje, se ha de agregar que este material debe impedir la incrustación del balasto, al que sirve de apoyo, resulta de particular importancia este requisito, ya que el valor relativo de soporte puede considerarse como una medida de la resistencia a la penetración de un material saturado, cuando previamente ha sido compactado a la humedad óptima.

Aunque siempre se recomienda construir el sub-balasto sólo un poco antes del tendido de la vía, para evitar su deterioro con el tránsito del equipo de construcción; no es posible impedir que sirva de superficie de rodamiento a los vehículos de aprovisionamiento y de supervisión.

### MATERIAL DE LA CAPA SUBRASANTE

SUELO <sup>5</sup>	VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR MÁS FRECUENTE	ESPESOR DEL SUB-BALASTO REQUERIDO
GW, GP, SW	Mayor de 40%	No se requiere

<sup>5</sup> GW: Gravas o mezclas de grava y arenas de buena gradación con poco o nada de material fino.  
 GP: Gravas o mezclas de grava y arena de gradación deficiente con poco o nada de material fino.  
 SW: Arenas o mezclas de arena y grava de gradación apropiada, con poco o nada de material fino.  
 GC: Mezclas de grava, arena y arcilla de gradación apropiada.  
 SP: Arenas de mala gradación con poco o nada de material fino.  
 SC: Mezclas de arena y arcilla de buena gradación.  
 CL: Arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad; arcillas arenosas y limosas.  
 ML: Limos inorgánicos; arenas muy finas; moho, polvo de roca, arenas finas con limo o arcilla.  
 OL: Limos o arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.  
 MH: Arenas finas o limosas que contengan mica o material diatomáceo; limos elásticos.  
 CH: Arcillas inorgánicas muy plásticas.

GC, SP, SC	De 20 a 40%	No se requiere
CL, ML	De 8 a 20%	30 cms.
OL, MH, CH	Menor de 8%	40 cms

## BALASTO

Es el nombre genérico dado a los fragmentos angulosos de roca impermeable y no porosa, seleccionados en su dureza, dimensiones, granulometría, forma, homogeneidad, limpieza y es resistente a la abrasión y al intemperismo, proveniente de la trituración de bloques extraídos de las canteras de roca dura. Sus principales objetivos son:

- Confinar los durmientes, oponiéndose a sus desplazamientos longitudinal y transversal, originados por el frenaje o la tracción del equipo, por las fuerzas centrífugas o por sobreelevación excesiva en las curvas y en las vías soldadas, por los considerables esfuerzos que se desarrollan con los cambios de temperatura.
- Transmitir presión a la subestructura y amortiguar las vibraciones
- Proporcionar una rodadura suave y permitir el drenaje de agua pluvial
- También sirve de elemento niveador para la conservación de la rasante (nivelación y trazo).

Las dimensiones del material que forma el balasto, pueden variar desde 2 hasta 7.5 centímetros, aunque generalmente se exige que no pasen de 4 ó 5 centímetros. Esta limitación se debe a las dificultades que presenta el material grande, para la precisión con que deben ser niveladas las vías.

Estos materiales se obtienen de la trituración de rocas o de escorias de fundición y en algunas ocasiones por la trituración parcial de conglomerados extraídos de depósitos naturales. También pueden utilizarse gravas de mina o de río, cribadas únicamente y algunas veces lavadas, siendo conveniente combinarlas con materiales triturados. El caso más frecuente, y también el más complicado, es el de la trituración de la roca.

En cuanto al espesor que debe de tener, estudios realizados coinciden en que la intensidad de las presiones disminuye a medida que el espesor del balasto aumenta, hasta llegar a un espesor en que las presiones se distribuyen uniformemente. Las experiencias que se tienen en este concepto en las vías férreas nacionales, nos muestran líneas con tránsito ligero en las que un espesor de balasto de 30 centímetros han dado un buen resultado, y para líneas principales se usan 45 cm. Aunque el espesor se determina de acuerdo con la práctica regional, en general se pueden hacer consideraciones teóricas como las siguientes:

Para encontrar la presión que los durmientes transmiten al balasto existen formulas empíricas, la de mayor utilización es la de la American Railway Engineering Association (AREA).

$$h = (17P_0 / P)^{1/1.25}$$

Donde:

h = espesor del balasto

P<sub>0</sub> = presión de la base del durmiente

P = esfuerzo permisible en la capa subrasante

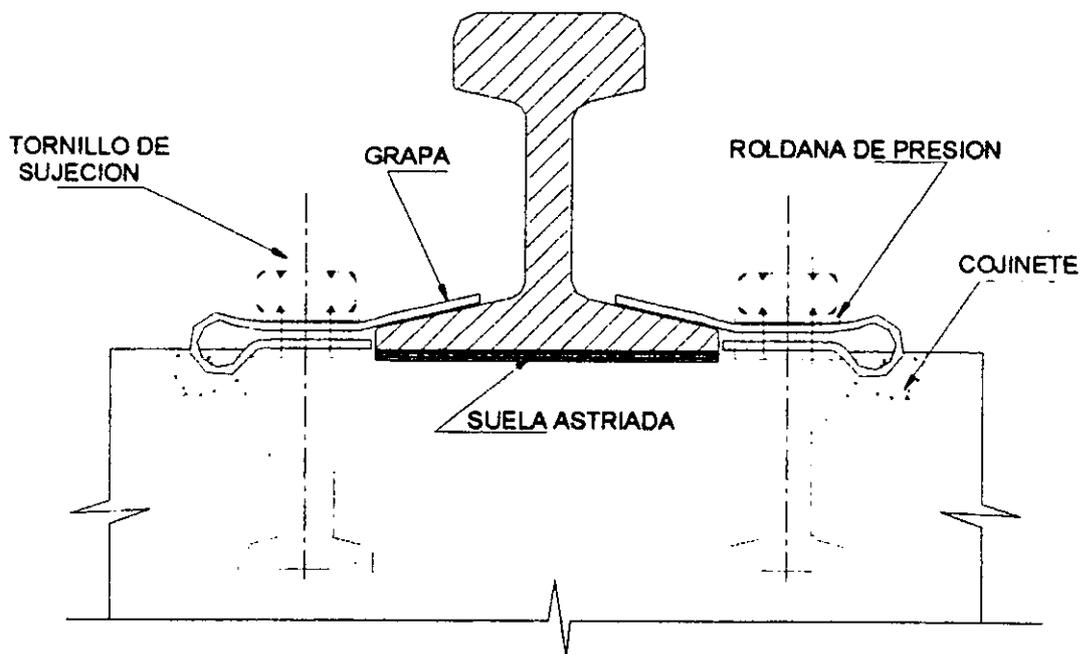
La fórmula de AREA supone que la presión se distribuye según el ángulo de  $45^\circ$ .

La circulación de vehículos ferroviarios origina sobre la vía una onda de avance que da lugar a la elevación de los durmientes situados delante del vehículo en el sentido de su marcha.

## RIELES

Los rieles son dos secciones de acero colocadas de manera paralela, a una distancia entre sus costados interiores llamada escantillón. Estos forman el elemento de rodamiento del equipo móvil y requieren una precisión máxima a su alineamiento horizontal y vertical. Las velocidades del equipo someten los rieles a grandes esfuerzos, por lo que es necesario que estén perfectamente sujetos para evitar, en lo posible, movimientos y amortiguar la vibración de los impactos.

La sección del riel es de una viga I fabricada de una sola pieza, en cuyo patín superior (denominado hongo o cabeza) se apoya el equipo de manera directa. Esta sección tiene un desgaste muy fuerte y cuenta con alma y placa inferior, con la cual se sujeta al durmiente por medio de los accesorios correspondientes.



SECCION TRANSVERSAL DE UN RIEL PARA VIA DE FERROCARRIL CON LOS ADITAMENTOS DE SUJECION Fig. 2.2

Los esfuerzos a los que está sujeto el riel y por lo tanto su vida útil, dependen de las cargas y las velocidades del equipo rodante, de su calibre (peso por longitud), del área de apoyo y espaciamiento de los durmientes, la calidad del balasto, la eficacia de la sujeción del riel al durmiente y de éste en el balasto la longitud normal de los rieles será de 11.89 m a la temperatura de  $16^\circ\text{C}$ .

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DE RIELES

PESO NOMINAL DEL RIEL, LB/YARDA	70-80	81-90	91-120	121 Y MAYORES
Carbono %	0.55-0.68	0.64-0.77	0.67-0.80	0.69-0.82
Manganeso %	0.60-0.90	0.60-0.90	0.70-1.00	0.70-1.00
Fósforo, máximo %	0.04	0.04	0.04	0.04
Silicio %	0.10-0.23	0.10-0.23	0.10-0.23	0.10-0.23

La influencia de los elementos químicos citados sobre las características físicas del acero del riel son las siguientes:

El carbono aumenta la dureza y la resistencia al desgaste, aunque un exceso de este elemento es causa de fragilidad en el acero.

El silicio mejora la calidad del acero gracias a que, debido a su afinidad por el oxígeno, colabora a la eliminación de gases durante la elaboración del mismo y facilita la laminación del carril. Además, aumenta la dureza y la resistencia al desgaste.

El azufre no se especifica en la tabla anterior, ello es debido a que confiere fragilidad al acero en frío, sin embargo es imposible su eliminación completa, y exige que sea mantenido dentro de límites aceptables.

El manganeso aumenta la dureza, la resistencia al desgaste y la tenacidad, proporcionando una adecuada viscosidad al acero durante la fabricación, pero dificulta la soldabilidad.

El peso del riel está ligado a la carga por eje, velocidad de circulación y densidad de tráfico de las líneas. Las cargas por eje, históricamente, han aumentado. La locomotora Rockett de Liverpool-Manchester (1830), construida por Stephenson, pesaba 4,3 Tm y su carga por eje máxima era de 3 Tm, mientras que su rueda motriz tenía un diámetro de 140 cm. Las locomotoras construidas en 1854 ya pesaban 48 Tm y tenían una carga por eje de 12 Tm. Se llegó después a un estancamiento en el crecimiento de las cargas por eje, provocado por la desconfianza de los ferroviarios sobre la capacidad de resistencia de la vía, pero vencidos estos temores, actualmente la carga por eje de locomotoras suele ser de 25 Tm, y la de vagones también alrededor de 25 Tm para un diámetro de rueda de 910 mm.

## DURMIENTES

Son parte integral de las vías férreas, y están situados en dirección transversal al eje de la vía, y sobre ellos se colocan los rieles. las principales funciones que debe desempeñar un durmiente son: servir de soporte a los carriles, fijando y asegurando su posición; conseguir y mantener la estabilidad de la vía en el plano horizontal tanto longitudinal como transversal, además permiten la estabilidad vertical. Pueden ser de madera, acero o de concreto.

El uso de los durmientes de madera tiende a desaparecer por la escasez de recursos naturales, actualmente su uso es constante principalmente en vías secundarias. Presentan una elevada elasticidad, proporcionan la facilidad de aplicar distintos calibres de riel sin variación en la sección y además un elevado aislamiento eléctrico. La sección tipo de los durmientes de madera es de 18 cm x 20 cm x 2.40 m.

Otro tipo de durmiente es el de acero, denominado concha; éste es hueco y requiere una colocación cuidadosa para introducirlo y clavarlo en el balasto. Este durmiente proporciona un excelente anclaje útil en zonas sinuosas o donde hay riel soldado; se daña en forma mínima por descarrilamiento y puede habilitarse por medio de soldadura.

En la Tabla 2.3 se encuentran las características básicas de los durmientes.

## 2.1.2 GEOMETRÍA DE LA VÍA

Como bien se sabe debido a la cercanía con los Estados Unidos, el intercambio del equipo ferroviario así como la disponibilidad del equipo, ha hecho que en México se tengan que seguir las recomendaciones de la American Railway Engineering Association (AREA) adoptándose como escantillón estándar en el sistema la distancia de 1.435 m medida entre caras internas del hongo de los rieles que forman una estructura y a 14 mm por abajo del plano de rodadura.

En relación con el trazado de las líneas, se deberá considerar su alineamiento tanto en los planos horizontal como vertical, para compaginar la geometría de la vía con la circulación del equipo, se reflejan tanto en el alineamiento en planta, como en alzado.

Los tipos de curvas existentes son: curvas simples, curvas compuestas, curvas verticales, sobreelevaciones y las curvas espirales.

Las curvas simples se caracterizan por el ángulo sexagesimal subtendido en el centro por una cuerda de 100 ft de longitud (30.48 m).

Las curvas compuestas pueden ser cuando se llevan en el mismo sentido dos o más curvas sencillas con diferentes grados de curvatura y radios, considerando además que entre ellos se tienen puntos de tangencia comunes.

Las curvas verticales son necesarias para el paso paulatino de una pendiente a otra, para lograrlo se enlazan curvas verticales parabólicas, eliminándose choques y tirones entre las unidades que forman el convoy incluyendo la locomotora; mientras más desarrollo tengan estas curvas, mayor será la reducción que se logre en efecto de cambio entre pendientes.

En primer término surge el concepto de sobreelevación como medio para disminuir el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre la vía, sobre los pasajeros y sobre la carga, con mayor efecto cuando en dicha carga se encuentran líquidos. Se tiene el concepto de curva de transición para lograr una variación gradual tanto del peralte como de las aceleraciones centrífugas, esto nos capacita para dar un tránsito con mayor

comodidad y seguridad y llevan a otro adicional como es el sobreancho del escantillón en las curvas dentro de la fase constructiva de la vía para facilitar el paso del equipo.

La SOBREELEVACIÓN o peralte de la vía: es la diferencia de nivel que deberá existir entre los dos rieles que forman la vía en una curva, para una sección normal al eje de la misma. La elevación del riel externo de una curva en relación con el riel interno es deseable en la vía de una línea principal. La cantidad de elevación depende del grado de curvatura y la velocidad de operación deseada a lo largo de la curva. Sin embargo, la cantidad de elevación está limitada usualmente a 6 pulg. para evitar la inclinación indebida del tren, si se detiene en la curva. Para curvas pronunciadas, puede ser necesario restringir la velocidad del tren, de manera que no exceda mucho la velocidad para la que se diseña la elevación de la curva. Se define entonces, la velocidad de equilibrio como aquella velocidad con que la fuerza centrífuga debida a la curvatura está balanceada por la componente hacia dentro del peso del carro debida a la elevación de la curva.

Para un grado dado de curva y elevación, tenemos:

$$V = \sqrt{E/0.0007D}$$

Donde:

V = velocidad de equilibrio en mph

E = elevación del riel externo en pulg

D = grado de curva

La CURVA ESPIRAL: Es la curva en la que gradualmente se disminuye su radio desde el infinito en la recta hasta el valor de la curva circular que presente en su principio, mismo procedimiento a la salida de la misma. Una espiral aumenta gradualmente la curvatura, eliminando en esta forma un cambio abrupto en la velocidad de desplazamiento lateral de los carros. La longitud de la espiral debe ser tal, que dé a los pasajeros tiempo para adaptarse a la fuerza centrífuga desbalanceada, sin sentir un jalón al entrar o salir de la curva. La longitud mínima deseada de la espiral de la espiral, en pies, es la mayor de las longitudes determinadas a partir de:

$$L = 1.63E_u V; \quad L = 62E_a$$

Donde

V=velocidad máxima del tren en la curva, en mph

$E_u$ =elevación desbalanceada, en pulg.

$E_a$ =elevación del riel externo, en pulg.

### 2.1.3 PUENTES Y TUNELES

Debido al hecho de que las líneas férreas cruzan materialmente el paisaje, es muy frecuente la necesidad de salvar obstáculos, naturales o creados por el hombre, para lo cual es preciso recurrir a obras de cruce.

#### PUENTES

Los puentes ferroviarios sirven de soporte a la estructura de la vía, al mismo tiempo de permitir el paso bajo ellos de una vía de tráfico natural o artificial que en otro caso interferiría con el ferrocarril.

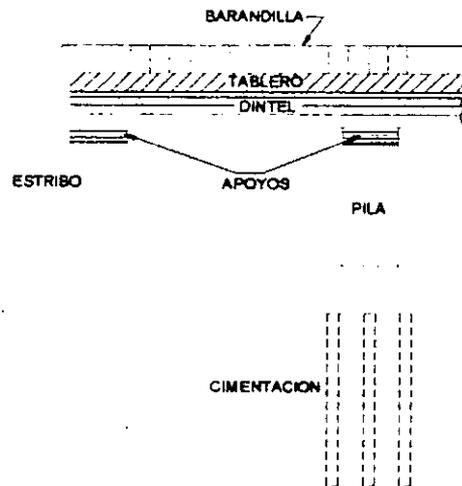
El desempeño de estas funciones que se acaban de exponer exige que los puentes ferroviarios presenten ciertas características de tipo general, de las que se pueden destacar las siguientes:

Presentar adecuada robustez para soportar las acciones, tanto estáticas, debidas al peso propio, como dinámicas, generadas por la circulación de los trenes, los elementos atmosféricos y de carácter térmico.

Estar dotados de las dimensiones convenientes para permitir el libre paso del tráfico en conflicto con el ferrocarril.

Haber sido objeto de un correcto proceso de proyecto y dimensionamiento que sea compatible con la morfología, luces máximas, material y exigencias mecánicas a que se verá sometido.

De una forma general, la estructura de un puente está constituida de acuerdo con la siguiente figura.



ESTRUCTURA GENERAL DE UN PUENTE Fig. 2.4

En relación con su proyecto y de forma general, podemos establecer una serie de características diferenciales básicas entre los puentes ferroviarios y los de carretera, se pueden resumir en las siguientes:

Un puente ferroviario está solicitado por una sobrecarga muy importante, lo que determina que la relación entre los esfuerzos producidos por ésta y los de carga permanente sea elevada.

En lo que se refiere a su distribución transversal sobre el tablero, la sobrecarga está fijada en unas líneas determinadas, al contrario de lo que ocurre en un puente de carretera, en el cual la sobrecarga puede distribuirse de forma aleatoria.

## LA VÍA Y EL PUENTE

Se pueden adoptar diversas variantes de como la estructura de la vía se relaciona con el tablero del puente, éstas se pueden sintetizar en la siguiente tabla:

**DIVERSAS POSIBILIDADES DE COLOCACIÓN  
DE LA VÍA SOBRE PUENTES**

VÍA SOBRE BALASTO	PUENTES METÁLICOS	BALASTO SOBRE CUBETA METÁLICA
		Balasto sobre cubeta de concreto
	Puentes de concreto	Balasto sobre cubeta
		Balasto sobre el piso del tablero
VÍA SIN BALASTO	Puentes con tablero liso o con piso	Piso de concreto
		Piso de chapa
	Puentes con tablero calado o sin piso	Fijación a elementos auxiliares

El caso de la vía con balasto sobre puentes, es el más extendido y la opinión general es que la colocación de la vía se efectúa según los mismos principios que en vía normal. Se estima que antes de disminuir la capa de balasto sobre el puente es preferible eliminarla por completo si existen problemas de altura, colocando entonces la vía sobre el concreto o el acero directamente por intermedio de apoyos elásticos.

La vía sin balasto sobre puentes se justifica fundamentalmente por dos razones: en base a la penalización económica que el peso del balasto representa en luces de importancia, y a causa de los problemas del gálibo o rasantes que pueden exigir una cota mínima de la superficie de rodadura de la vía.

Cuando existe una fijación directa del carril al puente, incluso con interposición de placas de caucho, la reflexión acústica da lugar a un notorio aumento del nivel del ruido en comparación con una estructura de balasto.

Los puentes largos, especialmente los de acero, pueden generar ruido al paso de las circulaciones. Por ello, los puentes deben tender a construirse en concreto, pero existen, sin embargo, múltiples casos en los que la estructura debe ser de acero y entonces se deben tomar medidas anti-ruido colocando elementos aislados vibratoriamente de la estructura del puente. Las estructuras protegidas contra el ruido presentan problemas de conservación y por ello es mejor introducir estructuras completas de concreto y acero.

## TUNELES

La esencia de la misión de un túnel de ferrocarril consiste en proporcionar un camino para el paso de las circulaciones ferroviarias a través del terreno, por lo que, a pesar de que los túneles normalmente sólo se construyen en casos extremos, cuando la profundidad de una trinchera resultaría excesiva, también las limitaciones de curvas y perfil longitudinal los imponen con cierta frecuencia.

En relación con el tipo de equipamientos interiores de los túneles ferroviarios, sus diferencias con los de carretera son substanciales, sobre todo en los situados en plena línea. En efecto, no suelen presentar en absoluto problemas de iluminación, salvo en contadas ocasiones. Respecto a los problemas de ventilación y de control de agua, deben en general ser tenidos en cuenta, si bien en especial los de primer tipo no presentan ninguna dificultad en el caso de la tracción eléctrica. Por lo que se refiere a los problemas de circulación de agua en el interior de los túneles se adoptan, en general, soluciones similares a las de los túneles de carretera, si bien en ocasiones el tipo puede diferir en forma considerable, debido a la presencia de la estructura de la vía.

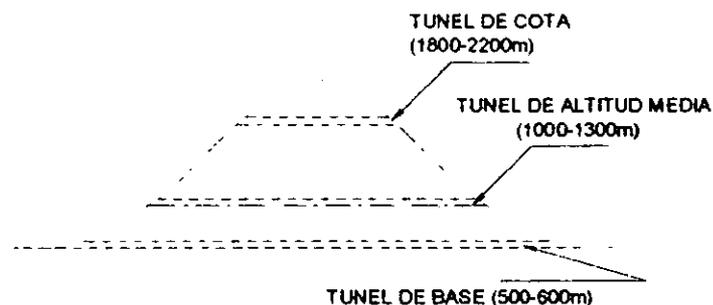
La ventilación y la iluminación de los túneles de carretera es habitual a partir de determinadas condiciones de su trazado. Generalmente, en el marco ferroviario y para túneles en plena vía, la experiencia en su explotación pone de manifiesto que excepto en los casos de túneles de gran longitud, cuyo trazado sea curvo o esté mal orientado con relación a los vientos dominantes, no sea necesaria la ventilación artificial.

Otros temas característicos de los túneles ferroviarios de plena línea pueden resultar derivados de la necesidad de colocar señales, fijaciones para el hilo de contacto en el caso de tracción eléctrica, y la instalación de paseos y refugios para protección del personal que debe circular por ellos.

Otra característica importante es la presencia de efectos aerodinámicos, tanto en lo que respecta al abocinamiento de entradas, como el del movimiento de las ondas en su interior, para simple vía y para el cruce de trenes en los de doble vía.

Tomando como elemento tipológico la situación relativa a la que se halla el túnel con referencia a la base de la montaña, se puede distinguir entre:

Túneles de COTA, túneles de ALTITUD MEDIA, túneles de BASE



TIPOS DE TUNELES EN FUNCION DE SU ALTITUD Fig. 2.5

Los del primer grupo, en general, son túneles de corta longitud, característicos de los trazados de carreteras de montañas, cuya geología incluye generalmente zonas rocosas más o menos descompuestas, con presencia de grandes bolsas de agua.

Los túneles de altitud media presentan una montera importante, del orden de 1 a 2 km. Y por último, los túneles de base presentan mayores dificultades, no sólo a causa de la considerable longitud de los mismos, sino también por ser frecuentes las descompresiones de las rocas y las temperaturas elevadas (35° a 50° C) con aparición en ocasiones de fuentes termales y ríos termales.

## ESTUDIO DEL TERRENO

De un modo general el objetivo del reconocimiento del terreno se centra en conocer la distribución de pliegues, fallas tectónicas y fracturas, incluidas sus características: la situación de los acuíferos, su interconexión y el grado de impermeabilidad del medio.

La construcción de túneles en suelos presenta notable complejidad, dependiendo fundamentalmente de la naturaleza de éstos, la cual condiciona el método de ejecución. En general se distinguen dos grupos de suelos en función de la necesidad o no de estabilizar el frente de avance en el curso del mismo. En el primero se sitúan los suelos granulares sin cohesión, y los suelos finos que tienen un índice de plasticidad elevado y un índice de consistencia inferior a 0.5. El segundo grupo comprende una serie de diversos suelos, tales como gravas o arenas arcillosas, arenas más o menos cementadas, etc., en los cuales la estabilización inmediata del frente no es necesaria siempre que las dimensiones de la excavación no sean demasiado grandes y que el terreno no sea excesivamente meteorizable.

## GÁLIBOS

La sección de los túneles debe presentar la amplitud necesaria para permitir la circulación de todos los tipos de vehículos por su interior. El gálibo de carga es el perfil más allá del cual no se podrá proyectar ninguna parte del tren. Este se establece tomando los rieles principales como base, y aumenta a partir del perfil más grande del coche, además de las tolerancias en el ancho y la altura por:

- Movimiento de la vía, tolerancias y desgaste del riel.
- Desplazamientos del tren cuando está en movimiento por las deflexiones de los muelles, tolerancias, defectos y desgaste de las ruedas.
- El espacio que invade el tren al inclinarse en las curvas, desviándose de su geometría original.

Cuando un vehículo viaja por una vía curva, las plataformas siguen la curva, pero el centro del vagón corta la esquina y sobresale por el interior de la curva, mientras que los extremos del coche sobresalen por la parte exterior de la curva. Una vez que se selecciona el equipo rodante, se pueden calcular estas partes que sobresalen.

El gálibo final de la estructura es el perfil dentro del cual no se podrá introducir ninguna parte de una estructura o equipo fijo. El gálibo final concierne directamente al constructor de túneles, pero su perfil se deriva del gálibo de carga más los espacios de seguridad.

Cuando la vía sea curva, se deberán determinar las tolerancias para la cantidad que sobresalga el vagón, pero además se deberán establecer las dimensiones especificadas para la estructura en relación con los rieles que normalmente están superelevados o inclinados en una curva.

Si el túnel tuviera un andador de urgencia, este deberá quedar fuera de las dimensiones especificadas para el gálibo, pero a menos que se destinara al uso del personal cuando estuviera en operación el tren, no será necesario dejar espacios libres que serían esenciales para dar protección contra los trenes que pasan.

## 2.1.4 LOCOMOTORAS Y VEHÍCULOS DE CARGA.

La locomotora constituye en principio la principal fuerza motriz del sistema ferroviario, los diversos tipos de locomotora que se utilizan se deben principalmente al nivel de tecnología y mano de obra del país o la región donde se espera ser usada. El uso de locomotoras más eficientes en tamaño, tecnología y productividad conduce a una situación que demanda ahorrar en costos de operación y mantenimiento, en contraparte a ello existe un notable incremento en la productividad y eficiencia, tanto en el tiempo de reparación, como en el tiempo de traslados.

### PRINCIPIOS BÁSICOS DE FÍSICA

Por la física se sabe que toda fuerza (F) aplicada a un cuerpo produce una aceleración (a); similar al peso (W) que es resultante de la gravedad (g). La fuerza desplaza al cuerpo una distancia (L) y el producto (FL) representa un trabajo (kilográmetros) o toneladas por metro.

La cantidad de trabajo por segundo, es la POTENCIA que en ferrocarriles se expresa en HP (HP = 75 kilográmetros por segundo).

$$FL = Wv^2/2a; \quad Wh = Wv^2/2g$$

h es "carga de velocidad" y equivale a la altura que podría vencer un tren, mediante la energía cinética que le produce la velocidad (v). Concibiendo la energía cinética como la capacidad para ejecutar un trabajo, y la VELOCIDAD se expresa como:

$$v = L/t$$

el tiempo empleado es expresado en metros entre segundo o kilómetros/hora.

### TIPOS DE LOCOMOTORAS

Los tipos de locomotoras son las de vapor, de vapor modernas, diesel eléctricas, diesel mecánicas, diesel hidráulicas, y de turbina de gas.

## LOCOMOTORAS DE VAPOR

Las locomotoras de vapor en México ya no se usan en la actualidad. Para estas máquinas, a medida que la velocidad aumenta la demanda de vapor crece, hasta ser insuficiente la producción de la caldera, por lo que la fuerza tractiva disminuye.

Por otro parte, cada HP/hora requiere 28 lbs de vapor (velocidad normal) y 38 lbs de vapor (alta velocidad). Se establece:

$$28 \text{ lbs} = 1 \text{ HP}$$

Estas locomotoras tienen la ventaja de tener una larga vida útil (mayor de 30 años), además de que son fáciles de reparar y baratas en su costo inicial. Tienen la desventaja de necesitar renovar agua cada 30 kilómetros y necesitan cargar combustible 75 km., además sólo remolcan trenes durante 2/3 del tiempo en uso y 1/3 permanecen en talleres de reparación.

Las máquinas de vapor modernas pueden desarrollar 4000 HP y velocidades máximas de 140 Km/hr

## DIESEL MECANICAS

La transmisión mecánica es similar a la del automóvil, empleando hasta 6 velocidades hacia adelante y 1 en reversa; conectando el árbol del motor con diferencial para obtener la rotación separada que produce el movimiento de las bielas que conectan a las ruedas motrices entre sí. Se usan en patios de industrias, plantaciones de caña, minas, etc. Pesan desde 20 hasta 100 toneladas y su potencia varía desde 60 hasta 500 HP. Sus velocidades mínimas son de 7 km/hr para máxima fuerza tractiva y la máxima es de 30 a 50 km/hr.

Estas máquinas admiten radios de curva mínimos y sus costos de mantenimiento son bajos.

## DIESEL ELECTRICAS

Se emplean desde 1000 a 6000 HP por unidad y donde la densidad y tráfico son máximos, se debe acondicionar la curvatura y pendiente, para permitir el empleo de máxima potencia por unidad. Su máxima velocidad es de 110 km/hr pero se puede variar hasta 130 km/hr.

Este tipo de locomotoras, son máquinas eléctricas que contienen su propia planta termoeléctrica, o sea un generador accionado por un motor de combustión interna del ciclo de dos tiempos, el cual tiene una potencia mucho mayor que la entrega a los motores eléctricos de tracción; el mérito incuestionable de estas unidades consiste en su autonomía y capacidad para resolver económicamente problemas de tracción para vías de escaso tráfico.

Existen también las locomotoras diesel eléctricas AC 6000 HP las cuales contienen un mecanismo que permite la tracción radial, por ello ofrecen una mayor adherencia.

## PRINCIPIOS ELECTRICOS DE LAS LOCOMOTORAS DIESEL ELÉCTRICAS

Para iniciar la marcha, el generador principal requiere de una pequeña corriente de excitación y del motor diesel para producir corriente I (ámperes) a determinada presión V (volt.) para mover los motores.

Gradualmente, la corriente máxima (necesaria para iniciar el movimiento del tren con sus motores de tracción) se encuentra en choque contra otra corriente generada por la inercia del tren al moverse, el cual convierte a cada motor, en otro virtual generador; este efecto simultáneo de dos corriente en sentido contrario, hace que el generador principal pueda mover al tren, sólo hasta que la contracorriente denominada *fuerza contra electromotriz* sea menor que la fuerza motriz.

### DIESEL HIDRAULICAS

La transmisión hidráulica, utiliza como medio fluido al aceite, el cual absorbe los cambios de fuerzas y revoluciones de la bomba centrífuga de mando, al rotor mandado y, viceversa, con elevación de la temperatura, que requiere a su vez, un especial dispositivo de enfriamiento del aceite encerrado en la caja de la transmisión hidráulica.

La transmisión hidráulica, equivale a miles de trenes de engranes mecánicos, con extraordinaria eficiencia.

Con frecuencia se usa la combinación de caja de velocidades y convertidor hidráulico, o sea la transmisión hidromecánica la cual aumenta la eficiencia del mecanismo en alta y baja velocidad.

Las locomotoras diesel hidráulicas, usan toda la eficiencia del motor diesel que es de 35% y eliminan la necesidad de usar tanto el generador eléctrico como los motores eléctricos de tracción mediante una transmisión hidráulica de gran eficiencia y que permite usar mayor peso de motores diesel por locomotora, o sea mayor potencia en igualdad de peso con respecto a las diesel eléctricas.

Las hidráulicas pueden remolcar trenes más pesados a baja velocidad, o en mayores pendientes, que las diesel eléctricas, debido a que éstas últimas se recalientan a velocidades menores de 12 millas por hora, en tanto que las hidráulicas aceptan menores velocidades sin recalentarse y con mucho mayor fuerza tractiva.

Este tipo de locomotoras, se fabrican desde 650 HP, hasta 4500 HP, operando los motores diesel a 1500 RPM.

Las velocidades máximas oscilan entre 100 y 140 kph y las máximas fuerzas tractivas entre el 15% y el 25% de la velocidad máxima, lo cual ofrece trenes de carga pesados compatibles con alta velocidad.

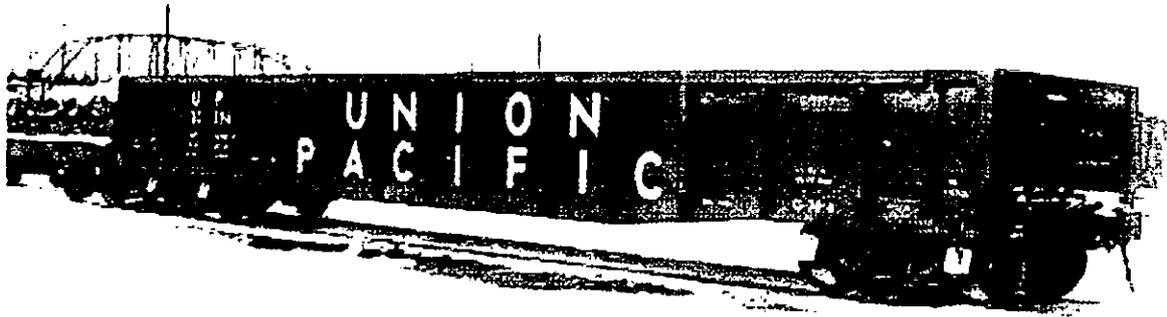
### TURBINA DE GAS

La Union Pacific, empleó una gran flota de locomotoras de este tipo, como una solución de fuerza para 30 locomotoras con 135000 caballos de total potencia. Las ventajas del empleo de estas se resumen como sigue:

- Poder usar residuos de petróleo (con mínimo precio) y carbón pulverizado.
- Peso mínimo necesario.
- Bajo costo de conservación (tanto de mano de obra como de refacciones).
- Factible producción industrial en masa ( de turbinas para diversos usos) logrando reducir los costos iniciales.
- Conexiones sencillas con los equipos de generación eléctrica.
- No emplear agua.

En cuanto a los vehículos no motores, se clasifican en los de carga y los de pasajeros. A los primero se les conoce con el nombre de vagones, a los segundos se les llaman coches. Existe una gran diversidad de tipos de

vagones entre los que destacan: plataforma, plataforma para el transporte combinado, jaula, tanque o sistema, tolva, cerrado, abierto y góndola, entre otros.



GONDOLA UNION PACIFIC 2.6



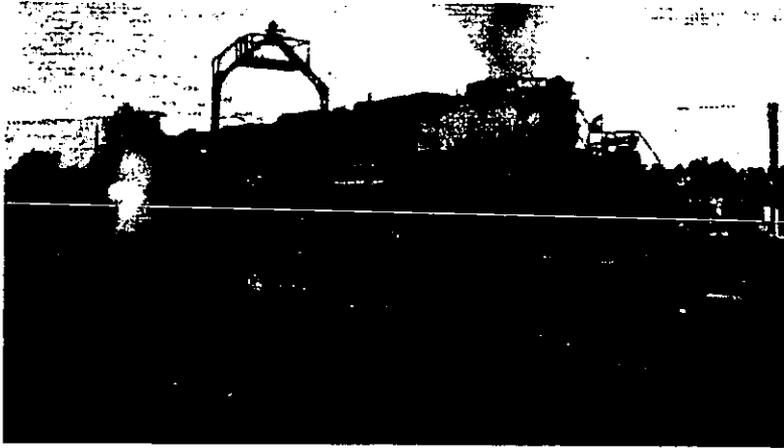
CARRO TANQUE UNION PACIFIC 2.7

## 2.1.5 ESTACIONES, TERMINALES Y PATIOS

### ESTACIONES

Para decidir la localización de estaciones debe considerarse: que se tenga un buen acceso a la terminal de camiones o autobuses; que la ubicación sea adecuada, de hecho se estima que concentraciones industriales y comerciales se localicen a 700 pies en torno de cada estación, y que se cuenten con los espacios suficientes para el estacionamiento de camiones o autobuses.

A partir de lo anterior será posible determinar tentativamente la localización de cada estación para atraer el máximo número de viajeros, o de carga, y ofrecer el mejor servicio.



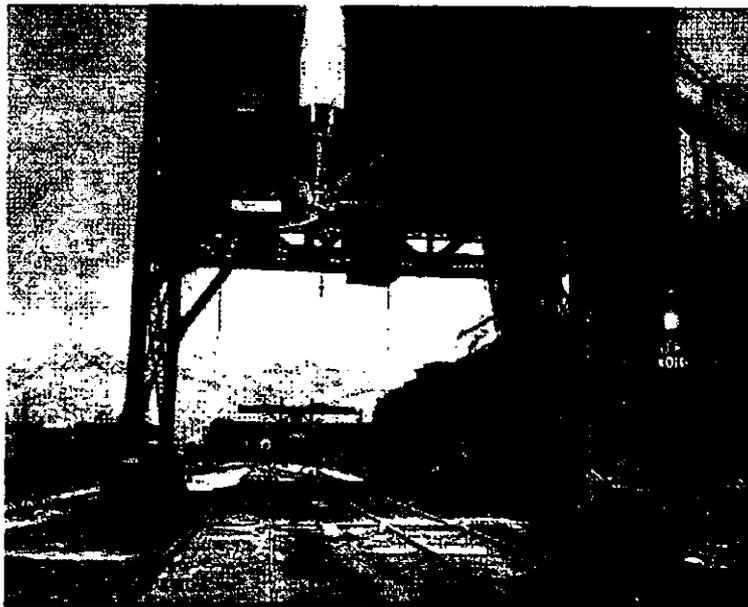
### CLASIFICACION DE TRENES 2.8

Por otro lado, los andenes deben ser tan largos como el tren más largo con el que vaya a operarse. Para trenes de pasajeros, los andenes o el pavimento para carga y descarga están generalmente del lado externo de la vía o de las dos vías.

### TERMINALES

Existen principalmente dos tipos de terminales, las terminales de pasajeros y las terminales de carga.

Una terminal de carga tiene como función básica la de realizar el plan técnico de transporte de trenes de mercancías en su campo específico de recepción, expedición, formación y clasificación del material remolcado, además de permitir el transbordo de mercancías desde los vagones a los camiones de carga o viceversa.



CARGA DE CONTENEDORES ABIERTOS 2.9 usados principalmente en minas.

La terminal debe de contar con el sector de carga y descarga. Este sector debe contar principalmente con los siguientes elementos:

**FACTORÍA COMERCIAL:** Es el edificio en el que se produce la relación del ferrocarril con el cliente de sus servicios, abarcando las oficinas necesarias para ofrecer el servicio comercial de la terminal.

**PLAYAS:** Consisten en una serie de vías con topera destinadas a la situación del material ferroviario, que poseen pavimento afirmado a uno o los dos lados de las mismas, para permitir la circulación de los camiones de carga.

**MUELLES:** Son superficies de almacenaje de mercancía y de rodadura de medios de manutención, que permiten al ferrocarril adaptarse a las necesidades del cliente. Los muelles precisan de instalaciones complementarias entre las que se encuentran las de iluminación, tomas de agua contra incendios, básculas, calefacción, etc.

## PATIOS

La mayoría de los ferrocarriles necesitan una o más instalaciones de patio. Estas deben contar con un patio de recibo, clasificación y de despacho.

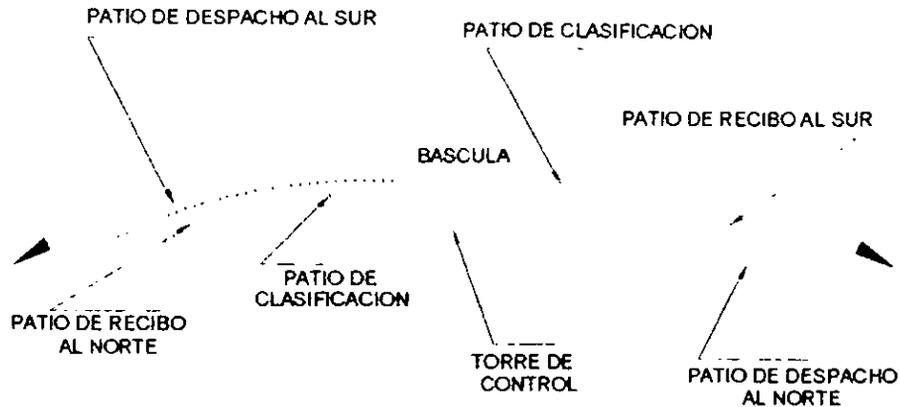
Un patio consta de una serie de vías paralelas, llamadas vías de patio o vías paralelas de patio, en las cuales se colocan los carros, y una vía maestra o de enlace en cada extremo. Un cambiavía conecta cada grupo de vías de patio o una vía maestra. En esta forma, la vía maestra es un medio para ubicar o desplazar los carros de cada vía de patio.

### EL PATIO DE RECIBO

Debe ser razonablemente accesible desde la línea principal. Sus vías deben tener la longitud suficiente para dar cabida al tren más largo sin tener que repartirlo en dos vías. El número requerido de vías de recepción depende del espaciamiento entre las llegadas de trenes y el tiempo necesario para clasificarlos.

### EL PATIO DE CLASIFICACION

También conocido como: patio de lomo, joroba o de gravedad, utiliza la gravedad para activar los cambios de carros. El tren de carros es empujado hasta un lomo, punto desde el que uno o más carros son sucesivamente desenganchados en movimiento y se les deja rodar hacia abajo por el declive hacia el patio de clasificación. La altura del lomo debe bastar para impartir velocidad suficiente y superar la resistencia a la rodadura de cada carro hasta el punto más alejado del patio. Está estructurado como se observa en la figura 2.10



TERMINAL DE GRAVEDAD O DE JOROBA Fig. 2.10

Su funcionamiento es como sigue: supóngase que viene un tren del sur y no va a detenerse en la estación, entonces se sigue por la vía troncal sin detenerse; por el contrario, si el tren si va a entrar a la terminal, llega primero al patio de recibo, en donde debe haber vías suficientes para recibir los trenes que van llegando. El tren deja los carros para los diferentes destinos, por lo que hay que clasificarlos. Después de la primera clasificación viene una segunda, que es donde entra la característica principal de los patios o sea la báscula, la cual está situada en el cuello de botella y en el punto más alto de la vía. La locomotora deja caer los carros y se va. El carro se desliza por gravedad bajo el control de un operador. Los trenes se van formando y quedan listos en ambos sentidos.

### EL PATIO DE DESPACHOS

Debe tener la longitud suficiente para dar cabida al tren más largo. Si la pendiente es contraria a la dirección de arranque, aquella debe ser por lo menos un 20% inferior a la pendiente normal en que opera dicho tren.

Las vías de reparación de carros deben estar provistas de lo necesario para alojar el número de carros que se van a reparar y tomar en cuenta el tiempo de reparación. Estas vías pueden espaciarse a 18 pies y alternarse con espacios suficientes para dar cabida al equipo mecánico.

Normalmente se necesita una casa de máquinas para dar servicio y almacenaje a las máquinas de patio y de viaje.

Otras instalaciones de terminal que pueden necesitarse son:

- Vías de transbordo, que tengan áreas adjuntas pavimentadas para pasar carga de camiones a los carros.
- Desvíos muertos con una rampa en los extremos: deben colocarse entre las vías, plataformas angostas a la altura del piso de los carros, con salidas de energía eléctrica para cargar y descargar automóviles o camiones con remolque en los carros plataforma.
- Rampas elevadoras para la carga de automóviles en los carros portacoche.
- Vías del galpón de carga en el edificio de una estación de carga para embarques que no lleguen a la capacidad de un carro.

- Muelles para cargar carros o su contenido en barcos.
- Volcadores de carros tipo volquete para voltear y vaciar carros tolvas.
- Instalaciones para ir vaciando carbón o minerales. Tolvas y elevadores para almacenar grano.
- Provisión para grúas elevadas, esmeriladoras de ruedas, fosas de montaje y desmontaje de ruedas, etc., depende de la magnitud de las reparaciones que deben hacerse en esa instalación. Las instalaciones de servicio deben suministrar también combustible, agua y arena.
- Zonas de abastecimiento de locomotora.

## 2.2. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO BASICO DEL TRANSPORTE MULTIMODAL

La utilización del contenedor a nivel mundial, como una forma de transportar la carga cerrada de manera estándar, no bastó para apuntalar el explosivo desarrollo del intermodalismo. Fue necesaria la adopción de profundas medidas de desregulación del transporte, sobre todo en los Estados Unidos (Airline Desregulation Act of 1978, Stagger Rail Act of 1980, Shipping Act of 1984). Los países de la Europa Occidental no se podían mantener al margen de los cambios, sobre todo en su afán de crear una economía libre de barreras comerciales.

Desde el punto de vista de la infraestructura, los principales efectos del intermodalismo se han sentido en los puertos, aunque es importante mencionar los trabajos que se han llevado a cabo en las terminales centrales, como es el caso de la terminal de contenedores de Pantáco, en donde algunos patios han tenido que ser equipados y reconstruidos para poder atender las necesidades en cuanto a la transferencia de contenedores se trata.

### 2.2.1 EL CONTENEDOR

El contenedor por definición es un equipo de transporte permanente y con resistencia suficiente para usos repetidos; diseñado para transportar carga en más de un modo, sin necesidad de cargarlo y descargarlo; cuenta con candados para manejo sencillo durante las maniobras; facilita las operaciones de carga y descarga y su volumen interior excede un metro cúbico.

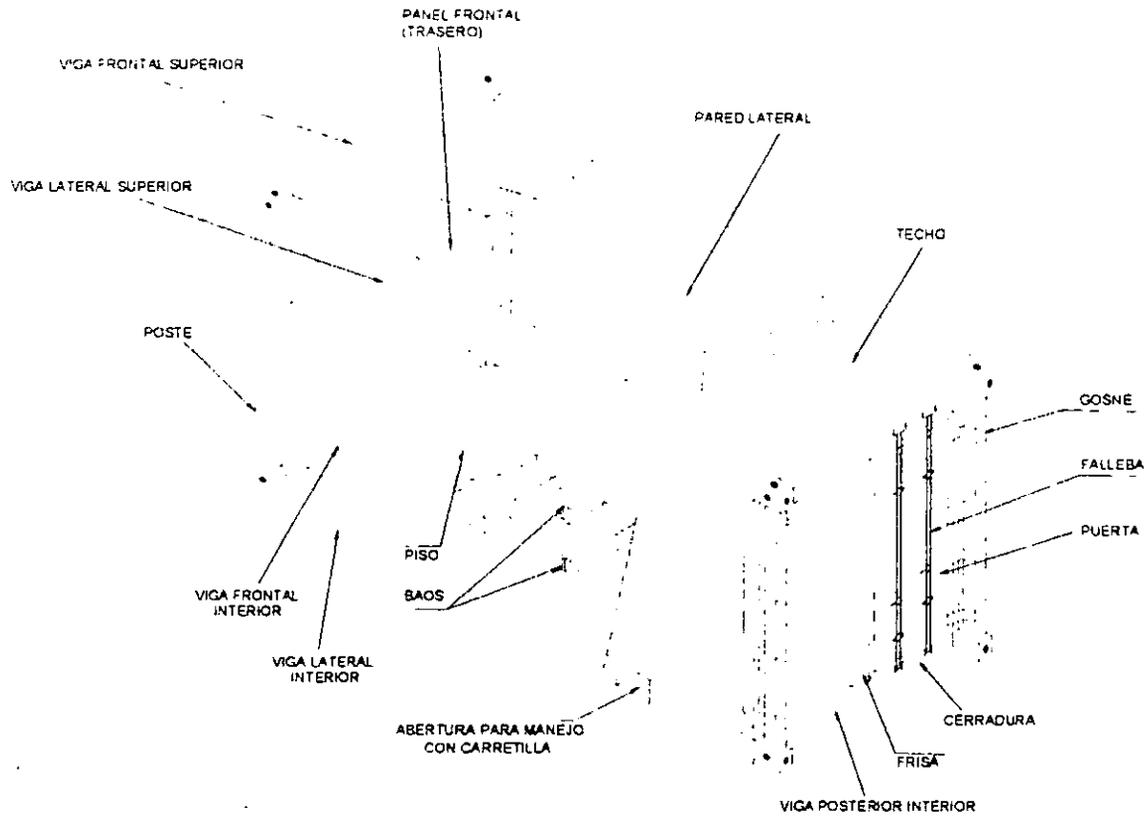
Las dimensiones comunes para un contenedor son: 8 x 8 x 20 pies, que equivale a (1 TEU), aunque en la práctica un contenedor es un gran cajón de dimensiones normalizadas, que por ello simplifica las operaciones de carga, descarga y transbordo, disminuye los robos y da una mejor protección a la mercancía durante el transporte.

Existen los siguientes tipos de contenedores:

**CERRADO:** es el de más frecuente utilización. Dotado de puertas en el testero se carga a través de ellas con la ayuda de carretillas.

**DE COSTADO ABIERTO:** cuando la mercancía a cargar, a causa de su longitud, resulta de difícil manejo a través del testero, se utilizan contenedores abiertos por el costado para facilitar su operación.

**DE TECHO ABIERTO:** cuando el volumen de la mercancía hace difícil el manejo a través del testero o del costado, se utilizan contenedores abiertos por el techo para poder cargar con grúas.



**ELEMENTOS DE UN CONTENEDOR Fig. 2.11**

**PLATAFORMA:** cuando por sus características geométricas, el equipo a transportar no encaja en ninguno de los anteriores, se utilizan contenedores abiertos que consisten en plataformas con mamparos abatibles en los testeros.

**GRANELEROS:** Este tipo de contenedores tienen una gran variedad, están diseñados exclusivamente para el transporte de carga seca a granel, estando algunos provistos de calefacción para cargas especiales (productos químicos). Su uso es muy común, principalmente en el transporte de granos comestibles, polvos químicos, polvos minerales, abonos para la agricultura, insecticidas, entre otros.

**ISOTERMO:** construido con materiales aislantes que limitan el paso de calor entre el interior y el exterior.

**FRIGORÍFICO:** contenedor isoterma que, con ayuda de un dispositivo de producción en frío, permite reducir la temperatura y mantenerla.

**CALORÍFICO:** contenedor isoterma que, con ayuda de un sistema de calefacción permite elevar la temperatura y mantenerla.

**DE TEMPERATURA CONTROLADA:** contenedor de alguno de los tipos anteriores que además está dotado de sistemas de control y registro de temperatura y humedad.

**CONTENEDOR FLEXIBLE (BIG-BAG):** Se trata de un saco de gran capacidad, elaborado generalmente con fibras sintéticas (nylón, polipropileno o rafias) y dotado de anillas para izado, cuya capacidad está comprendida en la actualidad entre 1 y 3 m<sup>3</sup>.

**CONTENEDOR TANQUE:** En este tipo de contenedor, el cuerpo del tanque va colocado dentro de lo que es propiamente el chasis; el material de construcción varía según la naturaleza de la carga. Transportan una gran variedad de líquidos, como derivados del petróleo, aceites comestibles y minerales, alcoholes, productos químicos, ácidos y gases como oxígeno, helio, butano, propano, etc.



CONTENEDOR TANQUE Foto 2.12 Pantaco

Los contenedores están sujetos a normalización por los siguientes organismos:

**ISO (International Standardization Organization):** se ocupa de la normalización de los contenedores en cuyo transporte multimodal hay una fase marítima.

**IATA (International Air Transport Association):** se ocupa de la normalización en aquellos casos en que hay una fase aérea en el transporte multimodal.

En la práctica, las dimensiones exteriores de los contenedores ISO más utilizadas son (en pies y pulgadas):

Longitud:	20'	30'	35'	40'	45'	48'	53'
Ancho:	8'	8'6"					
Alto:	8'	8'6"	9'6"				

Los más usados son los de 20' y 40', con 8' de ancho y 8'6" de alto.

En el tráfico internacional de contenedores, se usan diversas abreviaturas inglesas:

**TEU (Twenty feet equivalent unit):** describe al contenedor de 20' de longitud, pero también sirve para medir la capacidad de transporte en contenedores de los vehículos.

FEU (Forty feet equivalent unit): describe al contenedor de 40'. De uso menos frecuente que la anterior.

FCL (Full Container Load): cuando un cargador dispone de una cantidad de mercancía suficiente que, por peso o volumen, puede llenar un contenedor (o está dispuesto a pagar el precio del transporte en el contenedor como si estuviera lleno), se dice que tiene una carga completa de contenedor. El cargador lo cierra y entrega al transportista.

LCL (Less than container load): cuando el cargador no dispone de mercancía suficiente para llenar un contenedor completo, se dice que tiene una carga parcial de contenedor o LCL. Son las compañías consolidadoras de carga las que se ocupan de combinar las LCL.

CY (container yard): terminal de contenedores de carga completa.

CFS (Container freight station): es la zona o parte de la terminal de contenedores en la cual se efectúa la consolidación de la mercancía en el interior del contenedor en el caso de envíos LCL.



TRANSPORTACION DE CONTENEDORES Foto 2.13 Pantaco

Actualmente se siguen realizando mejoras al diseño de los contenedores. Para los contenedores de 53 pies, se está incrementando la altura interior del contenedor de 2.7 a 2.8 metros, lo que incrementará su capacidad. Adicionalmente, con el uso del aluminio se está logrando reducir la tara del contenedor en cerca de media tonelada.

## 2.2.2. VEHÍCULOS Y EQUIPO DE ARRASTRE

### BUQUES PORTACONTENEDORES

Estos buques tienen bodegas celulares para facilitar el movimiento y el acomodo de los contenedores. Los contenedores se pueden apilar mediante sistemas automáticos.

En algunos casos, los portacontenedores están equipados con grúas, pórticos y medios de manipuleo en previsión del arribo a puertos desprovistos de infraestructura. Algunos de estos buques disponen de importantes unidades de refrigeración para evitar que cada contenedor frigorífico vaya equipado con su propio sistema.

### SISTEMAS TIPO LIGTHER-ABOARD-SHIP (LASH)

Se conocen como portabarcasas y consisten en un buque-madre que iza a bordo las barcasas cargadas, las transborda y las deposita en el agua a la llegada al puerto de destino.

Las barcasas pueden transportar indistintamente contenedores, carga general fraccionada o graneles secos.

El barco LASH está dotado de una poderosa grúa-puente que corre a lo largo de la cubierta, carga y descarga las barcasas. Estos buques desarrollan entre 18 y 23 nudos de velocidad y son capaces de llevar a bordo 73 barcasas de unas 370 toneladas de peso.

### FERROBARCAZAS

Son medios de transporte que combina las características de las barcasas y del ferrocarril. Las ferrobarcasas representan una mayor efectividad ya que los tiempos de carga y descarga se ven reducidos considerablemente, debido a que la carga que llega por ferrocarril es integrada a la ferrobarcasa con todo y vagones, esto es gracias al sistema de rieles con que cuenta la barcasas. El proceso es el siguiente: el tren llega directamente con la carga al patio de trenes del puerto e inmediatamente después la misma locomotora comienza a colocar la carga en la ferrobarcasa, evitando con esto el uso de grúas y hombres para el proceso normal de carga y descarga.

Las ferrobarcasas presentan un bajo índice de riesgo, ya que todos los vagones van sujetos a la plataforma de la ferrobarcasa, una vez asegurados, la locomotora desciende nuevamente y queda en condiciones de regresar con otro convoy.

### PLATAFORMAS FERROVIARIAS

Con este equipo se transporta carga de dimensiones extraordinarias y maquinaria pesada como camiones y generadores, así como contenedores y remolques. Cuentan con aditamentos que permiten el uso de cadenas, y postes para asegurar la carga.

Existen plataformas de 45.36 toneladas de capacidad, 12.71 m (41'8") de largo y 1.22 m (4') de ancho, y de 69.855 toneladas de capacidad, 16.331 m (53'6") de largo y 2.85 m (9'4") de ancho.

Otra modalidad del transporte multimodal lo constituye el sistema denominado "remolque sobre plataforma" (TOFC, trailers on flat car o piggy back), consistente en la movilización del remolque del autotransporte montado sobre carros plataforma del ferrocarril.

### SISTEMAS DE DOBLE ESTIBA

Los contenedores pueden ser manejados por ferrocarril en una o dos estibas. El transporte en estiba sencilla consiste en mover los contenedores sobre una plataforma convencional del ferrocarril (COFC, containers on flat car) o, en su ausencia, sobre góndolas. Sin embargo, a principios de la década de los ochenta se desarrolló el concepto de un carro que pudiera mover dos niveles o pilas de contenedores. El resultado fue un carro formado por cinco plataformas articuladas con capacidad de transportar hasta 20 TEU's. A los trenes unitarios formados con estos carros se les ha denominado "trenes de doble estiba".

Existe también la posibilidad de transportar contenedores en más de dos estibas, el principal problema suelen ser los gálibos.



PLATAFORMA FERROVIARIA 3.14 Union Pacific Piggy-Back



TREN DOBLE ESTIBA 2.15 Union Pacific

Una característica importante de estos carros es el bajo peso de la plataforma, en comparación con las plataformas convencionales. Los carros cuentan con una estructura mínima necesaria para sustentar los contenedores. Su capacidad de carga es, aproximadamente, de 105.5 toneladas. Recientemente se han desarrollado mejoras para estos equipos, tanto en lo relativo al diseño, como al sistema de frenos y medidas de la base de las plataformas, mismas que se han alargado a 45, 48 y 53 pies.

#### RACKS

Frecuentemente se han tratado a los equipos especializados para el manejo de automóviles terminados como tecnologías del transporte multimodal. Actualmente, se encuentran en uso los llamados "racks", que permiten el movimiento de automóviles en dos niveles. Sin embargo se está desarrollando una nueva tecnología llamada Autostack, que permitirá el manejo de automóviles en tres niveles con mayor seguridad contra las colisiones de las unidades.

Todavía no se escribe la última palabra en cuanto a tecnología del transporte multimodal se refiere, pues debido al auge alcanzado seguramente se seguirán desarrollando nuevas tecnologías que permitirán una mayor eficiencia tanto operativa como económica.



RACKS PARA TRANSPORTACION DE AUTOMOVILES Foto 2.16 Pantaco

### 2.2.3. TERMINALES

#### TERMINALES PARA CONTENEDORES

La estación terminal de contenedores tiene como fin: clasificar, agrupar y expedir el tráfico de contenedores procedente de su área de dominio, encaminándolo a su destino, así como el de recibir y dispersar en su área el tráfico de contenedores que le llega consignado.

Su manera de operar se ejemplifica más adelante a través de la operación de la Terminal de Contenedores Pantaco.

#### TERMINALES PARA SEMIRREMOLQUES

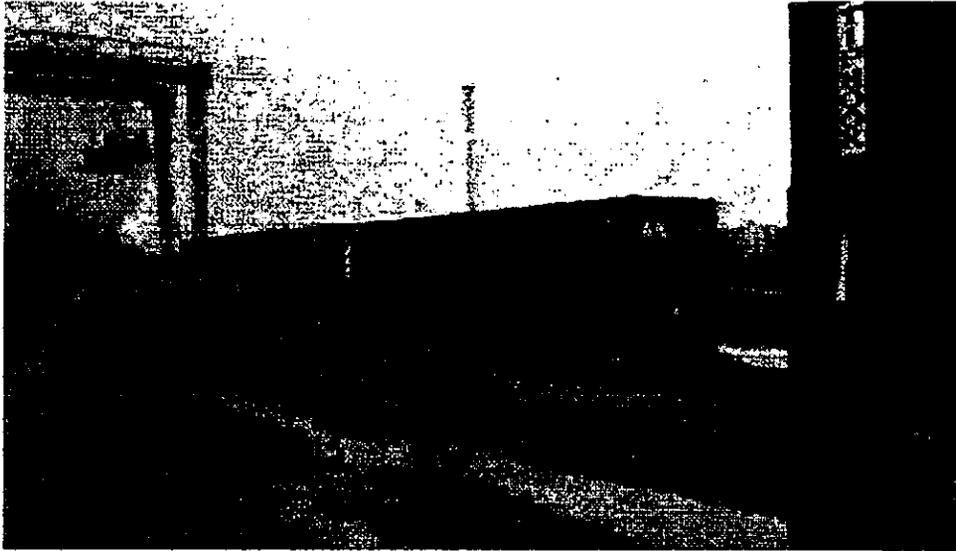
El transporte de mercancías en semirremolques constituye un moderno sistema de transporte intermodal ferrocarril-carretera, que consiste esencialmente en el transporte de semirremolques de carretera en vagones del ferrocarril. El sistema cumple, pues, uno de los objetivos prioritarios del ferrocarril (el servicio puerta a puerta), reduce en gran manera los costos de transbordo y de las operaciones en las terminales y sobre todo introduce una imagen de modernidad en la gestión comercial ferroviaria.

#### EQUIPO PARA MANIOBRAS EN TERMINALES.

Dependiendo de las características de la terminal deseada, los equipos más comunes son las grúas de pórtico, los straddle carriers, las grúas de patio sobre neumáticos o sobre rieles, los sistemas de tractor y remolque y los cargadores frontales en sus diferentes modalidades.

## GRUA DE PORTICO

La función de estas grúas consiste en transferir contenedores entre barcos y muelles y viceversa. Al hacerlo cumplen un ciclo que comprende, al exportar, levantar el contenedor desde el muelle o el chasis de un camión; desplazarlo lateralmente hasta encontrar su posición en el buque; bajarlo y colocarlo en su lugar, soltarlo y regresar a buscar otro contenedor. Los componentes de una grúa de pórtico son su estructura, típicamente de acero en forma de "A", su brazo y el denominado "Spreader", que es un armazón de acero capaz de enganchar al contenedor y permitir su manejo.



GRUA DE MARCO Foto 2.17 Grúa de Pórtico, Pantaco

## STRADDLE CARRIER

El straddle carrier es un marco de acero con ruedas que se usa para desplazar contenedores dentro de una terminal. Se trata de un equipo muy flexible, capaz de efectuar toda clase de movimientos, al grado que hay terminales, generalmente de baja capacidad, que funcionan por completo con estos equipos. El straddle carrier asegura al contenedor mediante un spreader que cuelga de su viga longitudinal. Los diseños más populares son de uno o dos motores de acero fijo, y ocho ruedas, con elevador generalmente hidráulico. Un equipo común puede apilar hasta tres contenedores, aunque hay equipos capaces de apilar hasta cinco.

Las características operativas más relevantes son altura total, que puede llegar a ser hasta de 17.5m para equipos capaces de apilar un contenedor sobre cuatro; altura de izamiento debajo del spreader, que varía de acuerdo a la altura de acoplamiento, hay de 5.5m (uno sobre uno), 9m (uno sobre dos) y 11.7 (uno sobre tres), entre las más comunes. El peso es importante para diseñar las losas del patio de almacenamiento. Como varía entre 48 a 58 toneladas sin carga y 90 toneladas al desplazar un contenedor de 40 pies cargado, la carga por llanta está entre 9 y 12 toneladas. La capacidad de izamiento debe ser, al menos, de 30.5 toneladas bajo el spreader, aunque ya existen diseños hasta de 40 toneladas.

### GRUA DE PATIO SOBRE NEUMATICOS

Estas grúas pueden describirse como straddle carriers extendidos hacia los lados. Se trata de marcos de acero con cuatro, ocho y dieciséis ruedas y claros que les permiten abarcar varias hileras de contenedores y apilar hasta cinco (uno sobre cuatro). Estas grúas, también conocidas como Trastainers, se usan en los patios junto con camiones y remolques o straddle carriers, que trasladan los contenedores del muelle al patio y viceversa. El rendimiento operacional de estas grúas depende también de la demanda y las distancias recorridas, así como del apoyo prestado por tractores y remolques auxiliares.



GRUA SOBRE NEUMATICOS Foto 2.18 Pantaco

### GRUAS DE PATIO SOBRE RIELES

Cumple la misma función de las Trastainer del apartado anterior, con la diferencia de que rueda sobre rieles. Se usan en grandes terminales de contenedores y en centro de transferencia intermodal ferrocarril-carretera. En general, las grúas de las terminales de contenedores son de mayor tamaño y capacidad, pues llegan a alcanzar claros de hasta 100 metros, contra 8 a 10 metros en las grúas de los centros de transferencia. Las grúas de patio sobre rieles operan sobre bloques específicos que se hallan confinados por los dos rieles. El diseño de los bloques suele incorporar una vialidad para camiones a lo largo de una de las vías, así como un área adicional de almacenamiento de contenedores que se atiende mediante una extensión del pórtico que funciona en cantiliver. Por sus características de operación y sus costos, suelen utilizarse en terminales con un gran movimiento de contenedores, limitaciones de espacio y dificultades para la operación de Trastainers o Straddle carriers.

### CAMIÓN ELEVADOR CON HORQUILLA

Está equipado con un spreader (tipo telescópico) capaz de manejar contenedores de 30.5 toneladas, tiene un pequeño radio de giro y es altamente movable. El camión elevador juega un papel muy importante en el manejo de la carga pues carga y descarga en un espacio pequeño. Este equipo requiere mucho espacio para elevar los contenedores ya que el spreader está colocado en posición horizontal. Se utiliza generalmente para el manejo de contenedores vacíos o para el manejo de carga mixta de la terminal.

## TRACTORES Y REMOLQUES

Estos equipos son de uso común en las terminales de contenedores, para trasladarlos desde el muelle hasta el patio de almacenamiento, donde son manejados por las grúas de patio, o hasta puntos donde se transfieren a los straddle carriers. Los sistemas de tractor y remolque funcionan íntegramente si se complementan con otros equipos, aunque también se usan sistemas que aprovechan los chasis usados en los recorridos carreteros, sin recurrir a los remolques de la terminal. En estos casos el chasis es directamente cargado por la grúa de pórtico y el tractor no debe más que trasladarlo hasta una zona de transferencia donde se acoplará a otro tractor. Estos equipos son los menos complejos de una terminal de contenedores.

Una tecnología adicional, usada ampliamente en los ferrocarriles norteamericanos, es la denominada Road-railer Mark V, que consiste en un remolque convencional de autotransporte al que se le han adicionado ruedas y acopladores de ferrocarril, de tal modo que se pueden acoplar tanto a un tractor de autotransporte como a un tren de ferrocarril.

## CARGADORES FRONTALES

Los cargadores frontales se usan para levantar verticalmente los contenedores y colocarlos sobre otros contenedores. En terminales con baja demanda, se encargan de todas las operaciones para llevar un contenedor desde el muelle hasta los patios de almacenamiento. Sin embargo, como su rendimiento es bajo y puede haber problemas de seguridad, los cargadores frontales suelen apoyar al principal equipo en operación en la terminal. Tal apoyo se concentra en el manejo de contenedores vacíos y en las transferencias intermodales, operaciones en las que alcanza una gran eficiencia.

El cargador frontal puede apilar contenedores, hasta uno sobre cuatro o cinco, sólo en la hilera que se halla delante de él. Por ello, al almacenarlos se admiten sólo dos hileras contiguas, accesibles desde ambos lados, lo que lleva a densidades de almacenaje relativamente bajas, del orden de 150-250 TEU's.



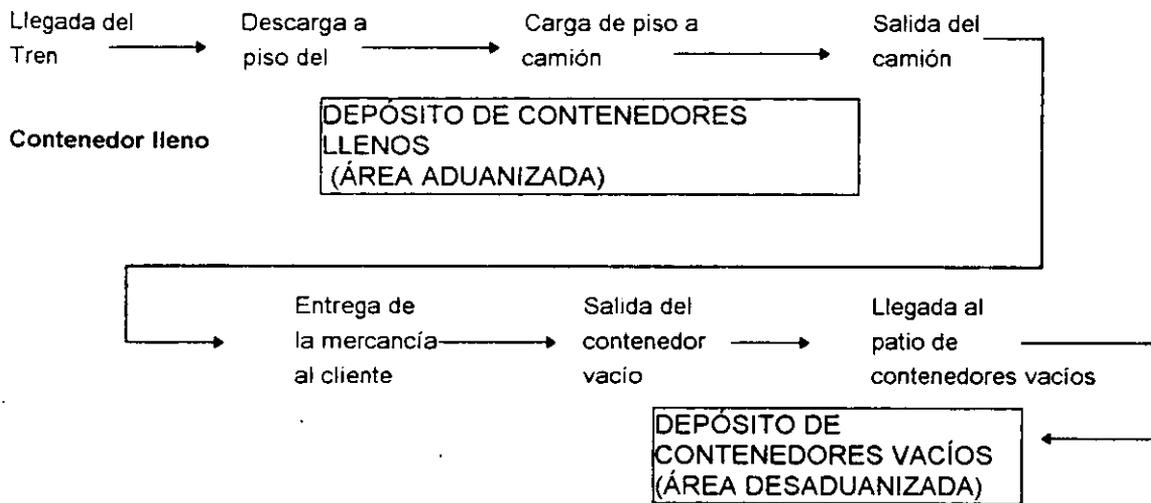
CARGADOR FRONTAL Foto 19 Montacargas, Pantaco

## 2.3 OPERACIÓN DE UNA TERMINAL INTERMODAL

En cuanto a las operaciones intermodales es de destacar en importancia los servicios de movimiento de contenedores en trenes unitarios de doble estiba y sobre plataformas. Aunque dependiendo de la terminal, la logística que se emplea determina en gran medida su forma de operar.

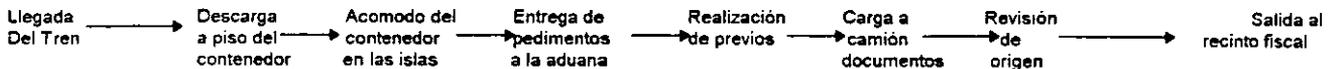
### 2.3.1 TERMINAL DE CONTENEDORES DE PANTACO

Su función principal es la recepción y la emisión de carga contenerizada. Para ello la terminal se encuentra distribuida en dos secciones: depósito de contenedores llenos y depósito de contenedores vacíos. La manera en que se relacionan en su operación es la siguiente:



#### DEPÓSITO DE CONTENEDORES LLENOS (ÁREA ADUANIZADA)

En este patio se manejan cargas contenerizadas. Su operación se puede esquematizar de la siguiente forma:



La llegada de los trenes con carga contenerizada no está limitada por ningún horario, por lo que en la terminal de contenedores se trabaja las 24 horas del día. La carga contenerizada llega al área aduanizada, también llamada recinto fiscal. Esta mercancía no viene despachada por lo que debe pasar por la aduana antes de salir a su destino final.

Una vez que entra el camión en la terminal, se le asigna un lugar para estacionarse. El transbordo puede ser directo: de plataforma o góndolas a camión, e indirecto: de plataforma o góndolas a suelo, en cuyo caso queda almacenado, alcanzando un máximo de tres alturas en la zona dispuesta bajo el área de dominio del pórtico de manipulación. Además, la ubicación de cada contenedor debe ser específica y precisa, de tal forma que cuando el transportista llegue por éste debe conocer las coordenadas exactas.

Cuando la terminal hace descargas de plataforma o góndola del tren a plataforma o chasis del camión, va a depender de la urgencia que tenga el cliente de que le llegue su mercancía. Dependiendo de esto se hacen los trámites correspondientes para la descarga y carga directa de la mercancía.

Después de que el contenedor es descargado en la terminal, el operador avisa a la caseta de control que ha descargado determinado contenedor en su respectiva ubicación. Esta información es procesada en el equipo computarizado con el que cuenta la terminal. De esta forma se registra la hora de llegada, el tipo de mercancía, el tamaño y la ubicación de cada contenedor. Aunado a esto, la carga contenerizada llega al recinto fiscal por medio de pedimentos (documentos que amparan la mercancía), cuando ésta es descargada se piden los pedimentos y son mandados a la aduana. Tanto los pedimentos, como los registros de los contenedores, sirven para que la Terminal tenga perfecto control de la mercancía que se encuentra en sus patios.

Con estos datos, la aduana hace listados de lo que hay en existencia. Los listados son entregados a un tramitador, cuya función es elaborar previos, estos consisten en la revisión y etiquetado de la mercancía.

Una vez que se han llevado a cabo los previos, entonces se ordena la carga a camión (ya sea a plataforma o a chasis), la cual se realiza de la misma forma que la descarga. Antes de que el camión salga de la terminal, el operador tiene que pasar por la caseta de control, en donde revisan cuanto dinero debe de almacenaje y maniobras, entonces se le entregan los documentos respectivos, estos son autorizados por los servicios aduanales, finalmente el camión sale de la terminal a su destino final.

## PROTECCION DE LA MERCANCIA

Para proteger la mercancía, los contenedores vienen con un sello en las puertas que sólo se pueden abrir con alicatas. Todos los contenedores llegan sellados. Se toma también la precaución de colocar los contenedores en las plataformas ferroviarias o góndolas puerta con puerta, de esta forma los sellos no pueden ser violados hasta que sean descargados.

En cuanto al sistema de doble estiba, para los contenedores que vienen en la parte superior, se requeriría una escalera para violar los sellos. Es así como se protege la carga contenerizada.

## DEPOSITO DE CONTENEDORES VACIOS (AREA DESADUANIZADA)

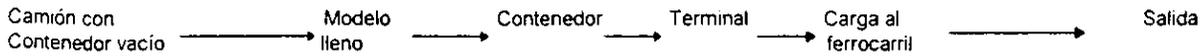
Una vez que los contenedores son llevados a su origen, se descarga su mercancía, entonces tienen que regresar a la Terminal para que vuelvan a su origen por medio del ferrocarril.

Los contenedores vacíos se trasladan a las playas de almacenaje exterior mediante equipos de manipulación horizontal.

Sin embargo, no sólo existen contenedores vacíos, es aquí donde llegan los contenedores de productos Conasupo, como son productos que ya vienen despachados, ya no requieren pasar por la aduana.

Aquí también llegan productos químicos, los cuales tienen que ser enviados a su destino de inmediato.

En este depósito de contenedores vacíos se maneja la cerveza. Los camiones parten con el contenedor vacío, van a la Modelo lo cargan, regresan a la Terminal y de aquí salen llenos a su respectivo destino.



En esta área se forman trenes cargados que parten principalmente a Nuevo Laredo, Piedras Negras y Ciudad Juárez, de ahí cruzan la frontera para llegar a San Antonio, Texas. En la ilustración, se pueden observar vagones jaula los cuales transportan ocho camionetas cada vagón. El tren está formado de 30 vagones y está listo para partir.

Una vez transbordados los contenedores a los vagones y formado el tren, se formaliza la carta de porte, de la cual, cuando el tren ha partido, se transmiten los datos necesarios a la terminal de destino, indicando la posición de cada contenedor en el tren y el lugar donde han de ser entregados.

### INFRAESTRUCTURA BÁSICA DE LA TERMINAL DE CONTENEDORES.

La infraestructura más elemental con la que cuenta la Terminal de Pantaco es muy simple: vías de acceso, tanto ferroviarias como para autotransporte, las cuales están dispuestas de tal forma que favorecen la interacción entre los patios y las vías, y calzadas de maniobras para recorrer los patios y realizar maniobras de carga y descarga. En el sector de carga y descarga existe la playa de transbordo de contenedores.

Por lo que se refiere a vías de acceso ferroviarias, la Terminal permite alojar plataformas seccionadas para doble estiba, a este tipo de plataformas se les conoce como plataformas extranjeras; también se alojan plataformas ferroviarias nacionales, las cuales sólo pueden cargar cama sencilla; asimismo se alojan góndolas de carga contenerizada y plataformas con remolques "Piggy-back".

En el caso de vías de acceso carreteras, la terminal permite la circulación de camiones de plataforma, o a chasis. En este sentido, el chasis permite una mayor agilidad a la circulación de los camiones.

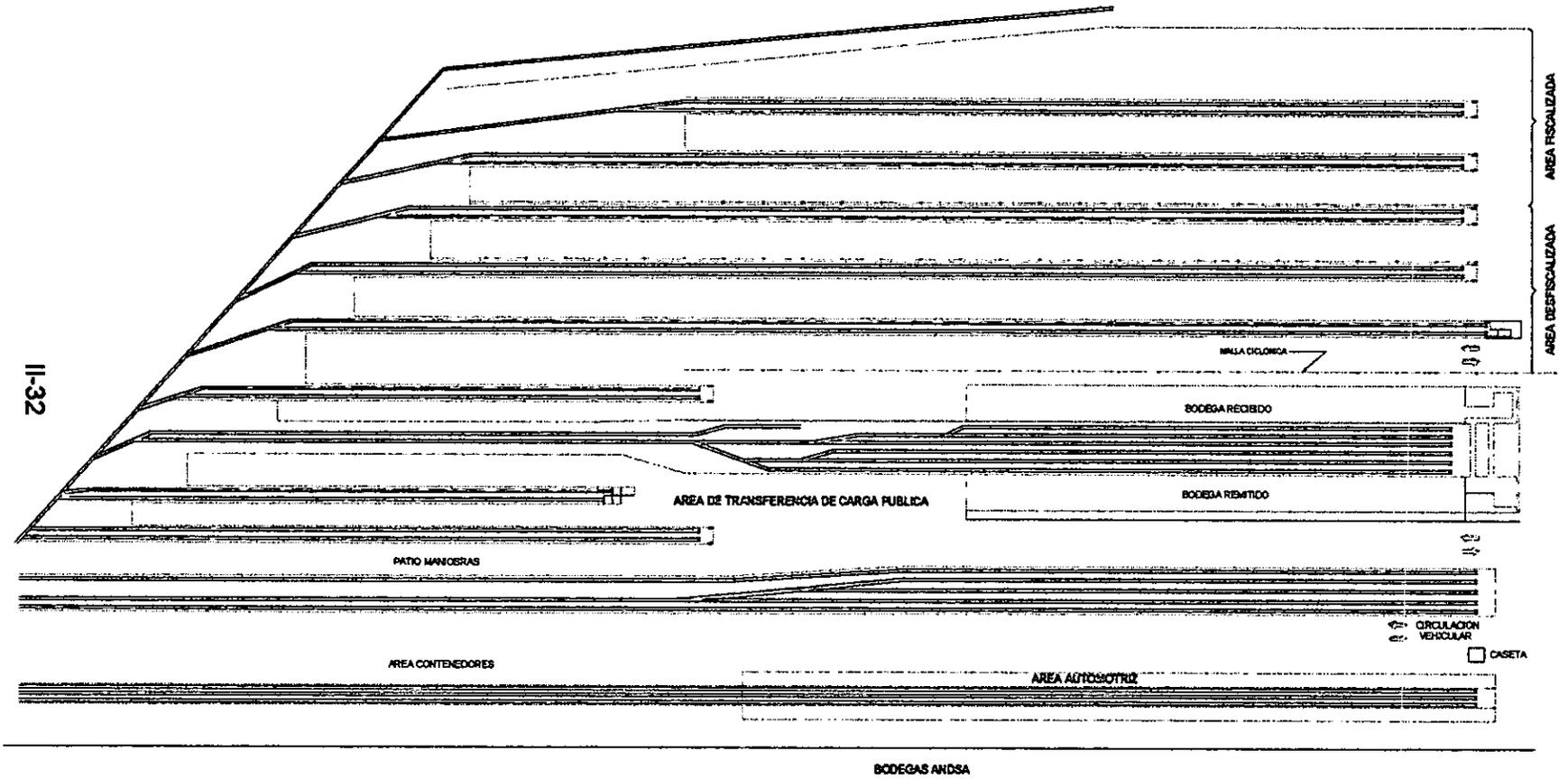
La Terminal cuenta con playas de almacenaje de contenedores que presentan las siguientes variantes:

- Contenedores CARGADOS, en espera de TRANSBORDO A CAMIÓN
- Contenedores CARGADOS, en espera de TRANSBORDO A VAGÓN
- Contenedores VACÍOS, en espera de UTILIZACIÓN POR EL USUARIO.

En el caso del depósito de contenedores vacíos la terminal cuenta con una zona designada para talleres de reparación y limpieza de contenedores. Aquí los contenedores se clasifican de acuerdo a las líneas navieras y se almacenan.

Para efectos del mantenimiento de contenedores, la Terminal de Pantaco cuenta con una oficina de mantenimiento en la cual se lleva el control de las reparaciones hechas, así como con una camioneta que permite el movimiento rápido por los patios de la terminal, este vehículo supervisa las obras de mantenimiento.

# PATIO DE CONTENEDORES



TERMINAL PANTACO Fig. 2.20

En esta misma área se designa un espacio para talleres de reparación y mantenimiento de coches pasajeros.

La Terminal de Pantaco cuenta con una oficina de telégrafos en la cual se notifica a las tripulaciones de Patio y de Camino la hora de salida y de llegada, para el servicio al que fueron requeridos.

Con respecto al equipo de maniobras, la Terminal cuenta con grúas de Pórtico, que en realidad sólo se usan en el patio de contenedores llenos, en esta misma área se usan montecargas para la realización de previos, y se ocupan para acarrear la mercancía. En cuanto al depósito de contenedores vacíos, se usan cargadores frontales, debido a que las maniobras que se realizan no requieren de más equipo.

En cuanto a su organización la Terminal de Contenedores de Pantaco, cuenta con dos operadores neutrales, Terminales Intermodales Mexicanas (TIM), y Terminales mexicanas de carga TMC. TIM maneja lo que es el depósito de contenedores cargados; en tanto que TMC, maneja las operaciones en el depósito de contenedores vacíos.

Entre sus clientes y usuarios se encuentran compañías de renombre e importancia mundial como: American Presidet Lines (APL), Sea Land, K-Line, Chrysler de México, Ford Motor, Cervecería Modelo y Cuahtemoc, Good Year, Transportación Marítima Mexicana (TMM).

Cuenta con transportistas ferroviarios, como es el caso de Union Pacific el cual tiene dos cruces fronterizos en Laredo y El Paso; Southern Pacífic, de hecho desde 1990 esta empresa extendió el puente terrestre desde el puerto de Long Beach hasta la ciudad de México; Santa Fe, el cual controla dos conexiones fronterizas en El Paso y Nogales; y el transportista ferroviario nacional FNM.

La manera en que se relacionan es la siguiente: el cliente o el usuario, se pone en contacto con una línea naviera para contratar el servicio de "puerta a puerta", este le contrata cierto número de contenedores, y a la vez se pone de acuerdo con un transportista ferroviario para llevar la mercancía a la Terminal de Contenedores, para que ésta posteriormente mande la mercancía con la línea.

### III. CARACTERISTICAS DE LOS MODOS DE TRANSPORTE Y SU PARTICIPACION EN EL TRAFICO MULTIMODAL

En los sistemas tradicionales de manejo de carga, los procesos de transportación se llevan a cabo en forma segmentada y se embarcan con diferentes tipos de embaiaje. Los equipos e instalaciones que al efecto se utilizan son de diferentes naturaleza. Esto hace que la transportación de mercancías se vea afectada por una compleja e ineficiente mezcla de operaciones, tanto técnicas como administrativas.

Las ventajas competitivas de los procesos económicos dependen no sólo de la combinación eficiente de los factores de producción, cuenta también que el movimiento de la carga sea rápido. En este contexto, el desarrollo del transporte intermodal es esencial para incrementar la eficiencia; prestar los servicios con oportunidad y reducir los costos en el manejo de la mercancía.

En la búsqueda de incrementar la eficiencia en los distintos modos de transporte, la ingeniería multimodal ha tenido que innovar en diferentes combinaciones, para así eficientar sus servicios. Algunos que destacan por su relevancia son:

- Transporte marítimo-terrestre (Roll on-Roll off).
- Transporte marítimo-ferroviario, con ayuda de ferrobarcasas.
- Transporte marítimo-ferroviario- autotransporte.
- Transporte ferroviario-autotransporte.
- Transporte aéreo-autotransporte.

Por ello es de gran importancia que se analicen las principales características de los diferentes modos de transporte y cual es su participación en el transporte multimodal.

#### 3.1 TRANSPORTE MARÍTIMO

De entre los diversos medios de transporte, el marítimo se distingue por los medios técnicos más voluminosos, por no estar limitado en cuanto a capacidad por su propia vía de comunicación, pues prácticamente las vías marítimas pueden ser trazadas en cualquier dirección; por ser el medio más rentable para el transporte en distancias relativamente grandes y por su adaptabilidad a las necesidades específicas de las exportaciones e importaciones a trasladarse. Por estas razones el transporte marítimo es esencial para el comercio internacional. En nuestro país, el 85 por ciento del volumen total de importaciones y exportaciones se transporta por este medio que, además constituye un elemento indispensable de apoyo a las actividades de extracción petrolera y distribución de productos derivados del petróleo.

Ahora bien, con la aparición del contenedor, se iniciaron diferentes modalidades en el transporte multimodal tales como el traslado de mercancías de puerto-puerto, puerto-puerta, puerta-puerta y puerta-puerto las cuales

involucran más de un medio, y de paso incursionan directamente al transporte marítimo en el transporte multimodal.

### 3.1.1 PUERTOS

En México se cuenta con 76 puertos marítimos y 9 fluviales. De ellos, 31 tienen actividad comercial nacional o internacional y atienden a los principales centros de producción y consumo del país, mientras que el resto se destina a actividades pesqueras o turísticas. Existen 17 administraciones portuarias integrales (APIS) una de las cuales es de carácter estatal que cuenta con autonomía operativa y financiera en las tareas que tienen encomendadas para la construcción de infraestructura, y para la promoción y desarrollo de los puertos.

#### PRINCIPALES PUERTOS NACIONALES

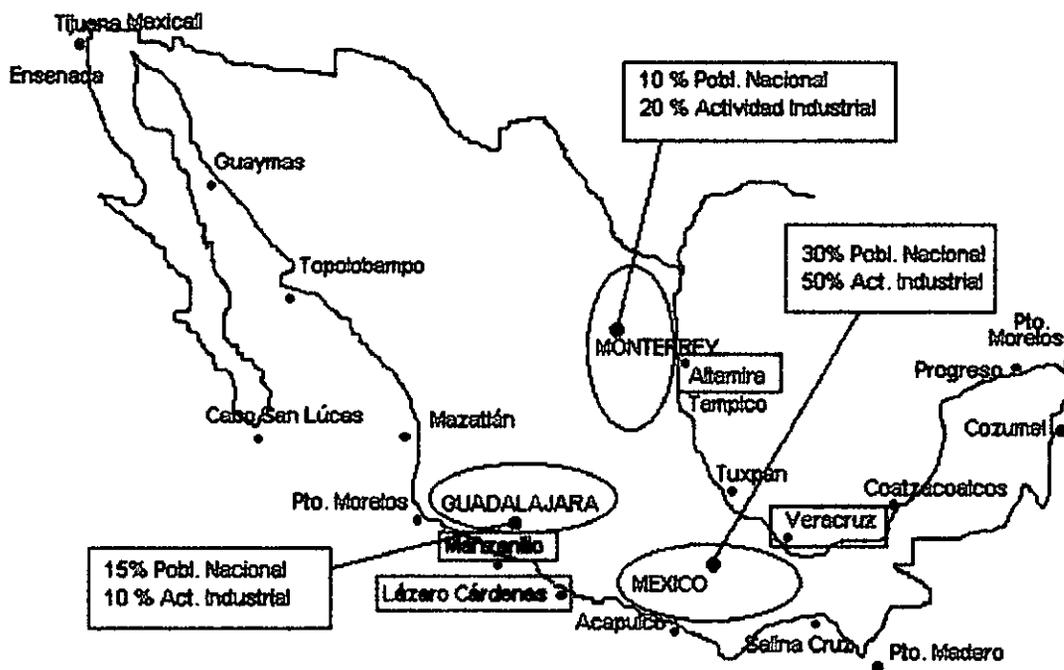


Fig. 3.1

Sin embargo, sólo Lázaro Cárdenas, Altamira, Manzanillo y Veracruz son la carta fuerte del sistema portuario mexicano, pues manejan 92.18 por ciento de la carga movilizada a través de contenedores marítimos en el país.

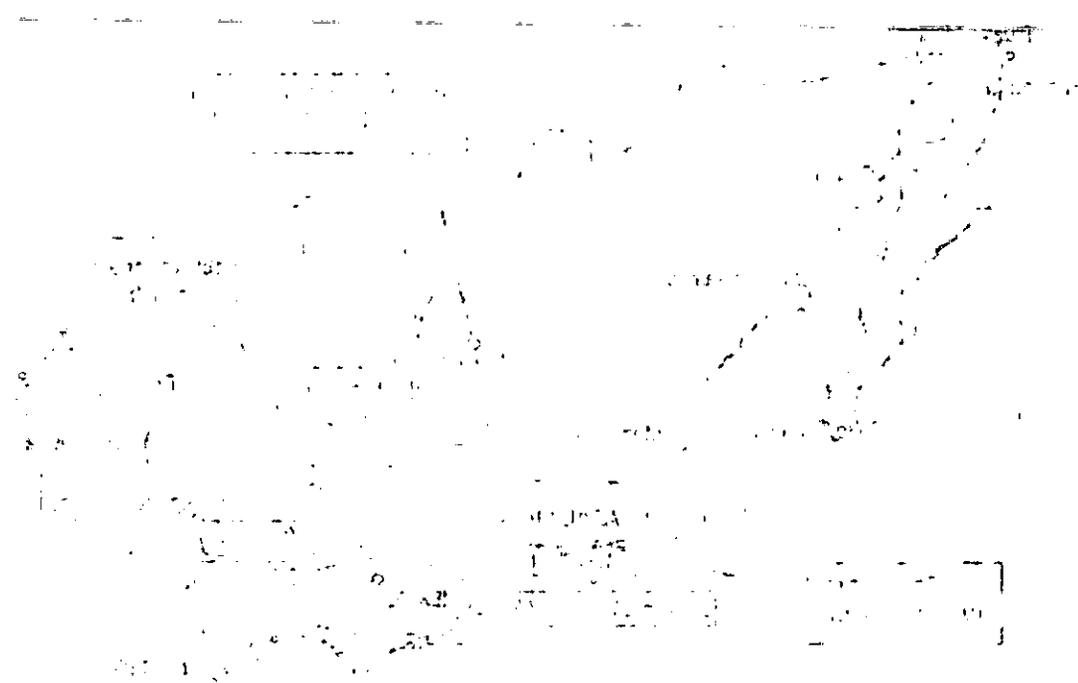
Lázaro Cárdenas es el puerto nacional más importante por el manejo de sus contenedores (40 mil anualmente), pero sólo cuenta con una vía de tren que hace lenta la salida de las cargas del puerto, para incrementar su productividad habría que mejorar las salidas de sus muelles a los transportes terrestres.

... ..

### SECRET

... ..

### SECRET



SECRET

... ..

... ..

Con lo que respecta a Altamira, este puerto se ha convertido en uno de los objetivos más asediados por el capital extranjero, pues lo ubican como la "punta de lanza" para la exportación mineral a granel, productos petroquímicos y agrícolas a más de 40 países.

El puerto de Manzanillo cuenta con una infraestructura de muelles para carga en general, graneles, contenedores semimecanizados y terminales privadas, mil 700 metros de atraque, para almacenamiento cubierto tiene 20 mil metros cuadrados y 260 mil de descubierto.

La terminal de contenedores del puerto, tiene capacidad para mover 56 contenedores por hora/buque, cuenta con dos grúas, por lo que es posible movilizar 112 contenedores por hora. No obstante que el puerto de Manzanillo da servicio a la región centro-occidente del país, principalmente a Guadalajara, los exportadores colimenses y jaliscienses prefieren utilizar el autotransporte debido a las deficiencias en la comunicación intermodal.

Con respecto al puerto de Veracruz, sí existen entradas para el sistema de transporte carretero, a diferencia del puerto de Lázaro Cárdenas. De acuerdo a reportes estadísticos se ha registrado un incremento en el manejo de contenedores por la eficiencia que se ha alcanzado en esta terminal.

Investigaciones en cada uno de estos puertos demuestran que aún hay mucho por hacer en cuanto a la modernización de sus instalaciones. En este sentido deben considerarse los sistemas carretero, ferroviario y aéreo, los cuales deben estar en perfectas condiciones de construcción, operación y administración para que pueda ser eficaz el transporte multimodal. Es cierto que no se puede establecer una terminal de contenedores por cada puerto del país, pues es necesario tener en cuenta que entre los puertos mexicanos existen muy pocos con profundidad de cabotaje mayor a 10 metros, profundidad mínima necesaria para el arribo de buques portacontenedores. Por lo anterior, el tráfico de contenedores debe ser concentrado en un número limitado de puertos favorablemente localizados y bien equipados, pero sobre todo bien conectados con los demás modos de transporte.

## 3.2 TRANSPORTE AÉREO

El transporte aéreo ha sido fundamental en el desarrollo del país, cuya integración ha contribuido de manera eficiente y segura.

Actualmente operan 56 líneas aéreas nacionales, de las cuales 5 son troncales, 12 regionales y el resto son empresas de servicio aéreo especializado y no regular. Adicionalmente operan 34 empresas extranjeras. Las líneas aéreas nacionales de servicio regular alcanzan una cobertura de 61 ciudades en el interior del país y 26 en el extranjero.

En el plano internacional existen 32 convenios bilaterales firmados en condiciones de reciprocidad con 12 países del continente americano, 13 europeos y 7 asiáticos.

En los últimos años, el subsector aéreo experimentó un importante proceso de apertura y desregulación lo que permitió la entrada de nuevos prestadores de servicios; la diversificación de éstos, el incremento de su oferta, la ampliación de rutas; y precios más competitivos para un número creciente de usuarios.

Sin embargo, esta apertura generó una fuerte competencia entre las empresas de servicio no regular principalmente las de fletamento, lo cual se tradujo en una sobreoferta en los mercados y en prácticas desleales, situación que entre otros efectos repercutió en un importante deterioro financiero de las líneas aéreas y por ende, en un efecto negativo en la calidad y eficiencia de los servicios. Este proceso, al no imponer condiciones claras y explícitas de entrada a los nuevos prestadores del servicio, provocó el rezago tecnológico de la flota aérea nacional, aunado a la falta de una estrategia efectiva de crecimiento y de planeación a mediano plazo.

### 3.2.1 AEROPUERTOS

México cuenta con la más vasta red aeroportuaria de América Latina integrada por 1,726 aeródromos, existen 83 aeropuertos de servicio al público, de los cuales 51 prestan servicios para vuelos nacionales e internacionales, y los 32 restantes lo hacen exclusivamente para los nacionales, Adicionalmente, la aviación regional y privada operan en 1,643 aeródromos.

El organismo público descentralizado Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) administra un total de 58 aeropuertos, de los cuales 43 prestan servicio para vuelos nacionales e internacionales, y 15 operan sobre rutas en el interior del país. En tan sólo siete aeropuertos de la red administrada por ASA se concentra el 70 por ciento del movimiento de pasajeros.

El Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México ocupa el primer lugar del movimiento aeroportuario en el país, pues atiende al 35.9 por ciento de los pasajeros y al 50 por ciento de la carga que se desplaza por vía aérea. De mantenerse la dinámica de la demanda de servicios aeroportuarios, que se ha observado en este aeropuerto, se presentarán problemas de saturación tanto en pistas como en terminales, hacia finales de la presente década, lo cual hace impostergable la construcción de un aeropuerto complementario.

Entre los problemas que con mayor incidencia se presentan en algunos aeropuertos destacan: la saturación y la falta de mantenimiento adecuado en salas y edificios terminales; la carencia de vías de acceso eficientes en los principales aeropuertos; las deficiencias en la señalización, en la información sobre los vuelos y en el manejo de equipaje, la falta de regulación de los servicios de taxis y de transporte colectivo, la ausencia de una adecuada coordinación de las distintas autoridades; y las inconveniencias relacionadas con la transportación en tierra de pasajeros, particularmente en el área de plataformas. Además, se enfrenta una insuficiente capacidad de supervisión por parte de las comandancias de aeropuertos, como resultado de la falta de capacitación y de coordinación con la autoridad aeronáutica normativa; rezagos en cuanto a equipo de apoyo; y una inexacta definición de funciones administrativas.

Frente a estas circunstancias, se impulsó un cambio estructural en el subsector, que inició con la actualización del marco jurídico en la materia, cuyo antecedente inmediato se encuentra en la Ley de Vías Generales de Comunicación, misma que data de los años cuarenta.

Fue así que en diciembre de 1995, se promulgó la Ley de Aeropuertos, ordenamiento que fortalece la rectoría del Estado mediante una regulación transparente y eficaz, al mismo tiempo que establece reglas claras que brindan plena seguridad jurídica a la inversión privada, con sujeción a condiciones competitivas y no discriminatorias, en la construcción, explotación operación y administración de los aeródromos civiles.

México podrá, a partir de esta nueva Ley, contar con un sistema aeroportuario más seguro, eficiente y moderno; que propicie una mejor calidad de los servicios; que contribuya al fortalecimiento del transporte multimodal; y que se convierta en factor para el crecimiento regional equilibrado y para la preservación del medio ambiente.

En congruencia con las actividades desarrolladas en 1995 y con el fin de llevar a cabo un proceso de reestructuración transparente y ordenado fue creado el Comité de reestructuración del Sistema Aeroportuario Mexicano, órgano colegiado de la SCT y ASA, que tienen como facultad definir la estrategia a seguir en los diferentes frentes del proceso de reestructuración; supervisar y autorizar la elaboración de documentos e informar a la Comisión Intersecretarial de Desincorporación sobre el avance de cada etapa del proceso.

Por otro lado el transporte aéreo en general, está tomando gran importancia en el transporte de pasajeros, y aunque en el de mercancías se están desarrollando rápidamente, este desarrollo se ve opacado por la competencia que representa el transporte marítimo y terrestre. El movimiento aproximado registrado es:

### PARTICIPACION DE LOS MODOS DE TRANSPORTE

Movimiento de pasajeros		Movimiento de carga	
Autotransporte	98.6%	Marítimo	81%
Aéreo	.6%	Autotransporte	12%
Marítimo	.1%	Marítimo	7%
Ferrovionario	.7%	Aéreo	0.02%

Las principales ventajas del transporte aéreo son: rapidez, facilidad de seguimiento, seguridad, ahorro económico en la disminución del inmovilizado en existencia.

El tráfico de mercancías por avión tiene características generales específicas entre las que se puede destacar la de envíos de paquetes pequeños con pesos ligeros, oscilando entre 35 y 60 kg. como valor medio.

La cadena de transporte entre el ferrocarril y el avión en el tráfico de mercancías tiene escasa o nula importancia en la mayor parte de los países, puesto que el ferrocarril no puede constituirse en el medio de dispersión y concentración complementario que el avión precisa por sus rígidas características estructurales, es por ello que resulta más común la relación avión-autotransporte.

En aeropuertos donde el volumen de carga es alto, esta se procesa generalmente en un edificio de carga que está separado de la de pasajeros. Sin embargo, el incremento de grandes aviones jet ha llevado al aumento en la cantidad de operaciones mezcladas de pasajeros y carga.

La carga está compuesta de por el flete y el correo aéreo. El flete es transferido entre el avión y el edificio de carga por el transporte o por un cargador de flete.

Otro aspecto del manejo de la carga en el transporte aéreo, se refiere a las calles que facilitan el movimiento de camiones de carga entre las plataformas. Algunas rutas son designadas para camiones de carga para separarlos del movimiento de otros vehículos de servicio de aviones en las plataformas.

Una tendencia que ha afectado la tecnología del manejo de la carga aérea es el desarrollo de contenedores para diferentes tipos de avión. Los contenedores tienen la ventaja de que pueden ser cargados y preparados fuera de la plataforma (inclusive fuera del aeropuerto), transportados directamente al avión, y fácilmente cargados y descargados del mismo.

### 3.3 TRANSPORTE TERRESTRE

El transporte terrestre está conformado por dos elementos, el sistema ferroviario y el sistema carretero.

El transporte terrestre ha cobrado una gran fuerza en el sistema de transporte actual, prueba de ello es que durante las últimas décadas la carga transportada por vía terrestre se ha duplicado el pasar de los 180 millones de toneladas en la década de los 70's a casi 390 millones de toneladas al década de los 90's. Sin embargo, la participación del ferrocarril en el transporte de carga se ha reducido. De igual manera, el transporte de pasajeros a nivel nacional se ha incrementado constantemente durante el mismo período, no obstante, la participación del ferrocarril en este servicio ha disminuido, pasando de cerca del 8% a menos del 1% de los pasajeros transportados por vía terrestre.

#### EVOLUCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DEL FERROCARRIL EN EL MERCADO DEL TRANSPORTE DE CARGA

Transporte	Década de los 70's	Década de los 80's	Década de los 90's
Ferrocarril	22.8%	19.3%	12.6%
Autotransporte	77.2%	80.7%	87.4%

Se analizará por separado ambos sistemas de transportación terrestre, (abundando en el sistema ferroviario).

#### 3.3.1 AUTOTRANSPORTE

México cuenta con una importante red carretera de 303261.25 kilómetros distribuidos como se muestra en la siguiente tabla:

CLASIFICACION	PAVIMENTADAS			REVESTIDAS	TERRACERIAS	TOTAL
	Más de 4 carriles	4 carriles	2 carriles			
Carreteras libres	412.30	3252.15	81048.26	13360.53	908.50	98981.74
Carreteras de cuota	22.00	5319.50	946.70	0	0	6288.20
Caminos rurales	1.20	19.20	3506.06	131532.45	12396.90	147455.81
Brechas	0	0	0	59.20	50476.30	50535.50
Total	435.50	8590.85	85501.02	144952.18	63781.70	303261.25

Lo extenso de la red carretera federal plantea grandes retos para su conservación y rehabilitación. El crecimiento en pasajeros y en volúmenes de carga manejados, así como el peso de mismo de los vehículos que circulan por la red han originado que los recursos asignados sean insuficientes para darle un adecuado mantenimiento, por lo que una importante parte de ésta se encuentra en condiciones desfavorables que incrementan los costos de operación del transporte y reducen los niveles de seguridad en la circulación.

Durante los últimos 20 años, la carga total transportada por vía terrestre se ha duplicado, al pasar de 180 millones de toneladas al año en la década de los setenta a casi 390 millones de toneladas en los 90's. A pesar del deteriorado estado físico de la red carretera, los siguientes factores hicieron que su participación en el transporte de carga se incrementara:

- Penetración: es el único medio de transporte capaz de realizar por sí mismo y sin depender de ningún otro el servicio de "puerta a puerta".
- Flexibilidad: esta característica se refiere a la capacidad de los vehículos de carretera de transportar desde pequeños paquetes a volúmenes importantes. Refleja también la versatilidad de los vehículos de poder transportar todo género de productos, sólidos, líquidos o gaseosos.
- Rapidez: aunque técnicamente no puede decirse que el transporte por carretera sea el medio más rápido de transporte, ya que es superado por el medio aéreo, las facilidades de carga y descarga, la libertad de organización de horarios y la velocidad de los propios vehículos, hacen a este medio muy adecuado para los envíos urgentes.

Asimismo, el movimiento de pasajeros por autotransporte creció 6% anual en el período de 1986-1993, superior al registrado por la economía en su conjunto que fue inferior al 3% en el mismo período. En 1993 se transportaron casi 2200 millones de pasajeros al año, cifra que representó el 98% del total de pasajeros registrados en el país.

Actualmente el autotransporte está jugando un papel primordial en el transporte intermodal, ya que su facilidad de acceso a los más diversos nudos de transporte, como puertos, aeropuertos y terminales ferroviarias, facilita extraordinariamente el transbordo de mercancías, ya sea a través del montaje de vehículos sobre otro medio (buque, vagón ferroviario) o en la manipulación de carga unitarizada.

A pesar de sus ventajas, el autotransporte tiene algunas limitaciones para poder operar. la principal la constituye el Reglamento de Pesos y Dimensiones que regula los límites de peso del autotransporte. La violación de este reglamento guarda estrecha relación con las malas condiciones en las que se encuentra la red carretera, pues la capa asfáltica se daña cuando es sometida al sobrepeso del autotransporte que por ella circula.

Con respecto a lo anterior, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, inició un estudio formal de pesos y dimensiones de vehículos de carga que circulan por carreteras mexicanas. Para tal efecto se colocaron 46 estaciones a través de toda la República Mexicana, y se encuestaron 110,358 vehículos. En el transcurso del estudio se identificaron los vehículos C2, C3, T3-S2, T3-S3 y T3-S2-R4 como los más utilizados para el transporte de carga, su porcentaje de participación es en total del 96.8%, distribuidos de la siguiente forma:

DESCRIPCIÓN DEL VEHÍCULO	Tipo del vehículo	Porcentaje de participación
Camión, con dos ejes	C2	26.6%
Camión, con tres ejes	C3	17.3%
Tractor y semirremolque, con 5 ejes	T3-S2	34.1%
Tractor y semirremolque, con 6 ejes	T3-S3	16.6%
Tractor, semirremolque y remolque, con 9 ejes	T3-S2-R4	2.2%

Este estudio<sup>6</sup> arrojó los siguientes resultados:

**PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS POR EL REGLAMENTO DE PESOS Y DIMENSIONES (EN CAMINOS TIPO A) Y PORCENTAJES DE EXCEDIDOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES.**

TIPO DEL VEHÍCULO	Pesos Brutos vehiculares máximos (ton)	% De excedidos	
		De total	De cargados
C2	17.5	7.1	13.5
C3	26.0	16.7	25.4
T3-S2	44.0	21.6	31.7
T3-S3	48.5	53.0	74.9
T3-S2-R4	66.5	39.5	62.6
Promedio		20.0	30.3

<sup>6</sup> Fuente Instituto Mexicano del Transporte Publicación Técnica N.76 Sanfandila, Qro. 1995

## LONGITUD MÁXIMA PERMITIDA POR EL REGLAMENTO, PORCENTAJE DE EXCEDIDOS Y LONGITUD MÁXIMA PARA LOS VEHÍCULOS MÁS COMUNES

TIPO DEL VEHÍCULO	Longitud máxima (m)	Porcentaje de excedidos	Longitud máxima Registrada (m)
C2	14.0	1.0	15.0
C3	14.0	1.0	16.0
T3-S2	20.8	1.0	23.0
T3-S3	20.8	1.0	23.0
T3-S2-R4	31.0	3.0	32.0

La primera tabla muestra el porcentaje de vehículos con sobrepeso. El porcentaje de excedidos se incrementa conforme al tipo de vehículos, los más altos porcentajes son precisamente la de los dos últimos tipos de vehículos.

La segunda tabla, muestra los límites máximos de longitud permitidos por el reglamento para los tipos de vehículos de carga más comunes así como el porcentaje de vehículos que excedieron dichos valores límite. Puede observarse que para las longitudes límites establecidas, el nivel de excedencia para esta dimensión es bastante marginal, tanto en frecuencia de unidades excedidas como en magnitud de las excedencias.

En relación con la anchura vehicular, se detectó un 15% de vehículos excedidos del valor máximo de 2.5 m establecido por el Reglamento de 1980 para vehículos de carga convencionales. Los vehículos que resultaron excedidos eran fundamentalmente unidades equipadas con refrigeración, para el transporte de productos perecederos.

Como podemos observar, el reglamento de pesos y dimensiones es violado, esto explica porque la red carretera este en malas condiciones físicas, y a la vez explica la limitante que tiene el autotransporte frente al ferrocarril de poder llevar cargas considerables.

### 3.3.2 REPARTO DE CARGA ENTRE EL AUTOTRANSPORTE Y EL FERROCARRIL

La función primordial del ferrocarril y su importancia básica radica en el transporte masivo, y a bajo costo, de bienes necesarios para el funcionamiento de la economía.

Las vías férreas y las carreteras tienen características técnicas básicas, tanto en la infraestructura como en los equipos que trascienden a su capacidad de transporte, consumo de energía, y en general, a los costos de operación.

El ferrocarril debido a la menor resistencia que ofrecen las ruedas de acero sobre el riel, tiene un mayor rendimiento energético en comparación con el autotransporte en el que hay mayor fricción de las llantas sobre

el pavimento. Es decir, en el caso del transporte de carga el ferrocarril es alrededor de cuatro veces más eficiente desde el punto de vista del consumo de combustible, que el transporte carretero, además de permitir el uso de fuentes primarias de energía (electricidad, diesel). Ello influye en menor contaminación del aire por tonelada de carga manejada por ferrocarril en cantidades aproximadas a una sexta parte de las emisiones técnicas producidas por los vehículos automotores.

Por otro lado, el ferrocarril está en condiciones de transmitir a las terracerías una mayor carga por eje (27.2 ton. por eje), lo cual determina una mayor capacidad de transporte en grandes volúmenes y pesos, en tanto que la red carretera, los pavimentos son diseñados para soportar hasta 14 toneladas por eje.

En la conservación de carreteras uno de los problemas más graves que ocasiona el deterioro de las carpetas y altos costos de mantenimiento es la sobrecarga de las unidades, como ya se mencionó anteriormente, y la repetición de los impulsos que son provocados por los camiones de doble remolque.

Puede considerarse que el costo de una vía férrea tiene una inversión inicial entre un 30% y un 40% superior al de una carretera; sin embargo, ello queda muy rápidamente compensado, ya que el ferrocarril tiene un costo de operación más reducido. Además, una vía sencilla de ferrocarril, tiene el triple de capacidad que una carretera de dos carriles.

En el sistema carretero el usuario se incorpora en forma aleatoria, mientras que en el ferroviario que es un medio de transporte integrado, la empresa responsable de los vehículos y de la infraestructura, puede programar y automatizar el uso del sistema.

En el sistema carretero, conforme el tránsito se incrementa, la calidad se deteriora, hasta llegar a su máxima capacidad. Incluso, en algunas horas el nivel del servicio proporcionado resulta inadecuado, con un flujo forzado, velocidades de operación muy bajas y paradas frecuentes.

En cambio, en el sistema ferroviario, cuando la demanda aumenta, la empresa puede optimizar sus sistemas de despacho, usar sistemas de señales y control de las operaciones más eficientes, programar los trenes a fin de que su tránsito sea más rápido, cambiar itinerarios de los carros, ser prioritario con el tráfico; la seguridad y la capacidad estará siempre garantizada.

La inversión inicial en equipo tractivo para el servicio de carga, y de arrastre es tres o cuatro veces menor en el ferrocarril que en la carretera medida en costo por unidad de capacidad de transporte adquirida. Ello, aunado a la mayor vida útil de los carros de carga y locomotoras con relación a la de los camiones, que suele ser del doble o triple de la de éstos últimos, trasciende en menores gastos de operación ferroviaria.

El ferrocarril en el movimiento de carga, es más eficiente que la carretera en cuanto al uso de mano de obra. El promedio de toneladas netas por tren es de alrededor de 1500, las cuales son manejadas por una tripulación de seis elementos, es decir una productividad directa por puesto de 250 ton. En cambio, en el caso del autotransporte, tratándose de los remolques más grandes, se requiere de un operario por cada 30 ton., es decir casi 8 veces más que el ferrocarril.

## EL MERCADO DEL TRANSPORTE DE CARGA

Cada modo de transporte tiene una serie de características técnicas y económicas que los hace más o menos aptos para satisfacer las cualidades de transporte que exigen los usuarios.

PRODUCTO	FERROCARRIL		AUTOTRANSPORTE	
	Ton.	Porcentaje (%)	Ton.	Porcentaje (%)
Cerveza	220,000	2.70	7'874,910	97.3
Frijol	240,000	19.0	1'026,060	81.0
Aceite Vegetal	280,000	5.7	4'592,660	94.3
Fierro para construcción	290,000	11.6	2'209,500	88.4
Desperdicio de fierro	360,000	24.8	1'089,940	75.2
Cebada	300,000	36.2	528,030	63.8
Papel periódico	360,000	22.4	1'249,810	77.6
Veh. Automotores armados	410,000	22.0	1'454,370	78.0
Sal	430,000	46.1	502,490	53.9
Celulosa	480,000	56.5	368,960	43.5
Azúcar	1'070,000	38.3	1'724,920	61.7
Mat. Ensamble de vehículos automotores	860,000	13.1	5'683,310	86.9
Trigo	1'820,000	37.9	2'979,170	62.1
Fierro	3'010,000	58.1	2'173,220	41.9
Cemento	6'850,000	45.3	8'262,430	54.7
Laminados	470,000	5.8	7'621,000	94.2
Cartón	Despreciable	0.0	2'431,000	100.0
Máquina eléctrica	Despreciable	0.0	2'289,000	100.0

En la tabla anterior se muestran algunos productos y el modo de transporte terrestre por el cual se lleva a cabo:

En el caso del transporte de pasajeros, los usuarios escogen los medios más o menos rápidos, o más o menos costosos, en función del valor que asignan a su tiempo y a otros atributos, como la comodidad, la seguridad, y la puntualidad que pueden ofrecer distintos tipos de transporte.

Para analizar el mercado del transporte de carga que corresponde a cada uno de los medios, es necesario considerar la afinidad a juicio de los usuarios de los productos con relación a un modo de transporte. No todas las mercancías están en condiciones de soportar tiempos largos de recorrido, hay productos que sólo se prestan para el transporte en grandes cantidades.

Algunas mercancías dependen de una gran confiabilidad, pues en caso contrario pierden mucho de su valor o ponen en peligro los inventarios mínimos que se requieren para garantizar determinados procesos productivos. Muchos bienes sólo se prestan para el transporte, si éste se efectúa a un costo relativamente bajo, ya que en el caso contrario, no se encuentra la salida de los mismos en el mercado nacional o internacional.

Lo que representa la última tabla es la demanda que tiene el ferrocarril y el autotransporte con respecto a estos productos. Como vemos, existen productos que el ferrocarril no transporta, pero existen otros, en los que tiene un papel sobresaliente.

Un factor muy importante en la elección de transportar un producto o mercancía por un modo de transporte u otro, es sin duda, el tiempo que transcurre desde que la mercancía es depositada hasta que ésta es entregada en el lugar de destino. En la siguiente tabla se muestra una comparativa de tiempos y distancias de recorrido entre el sistema de autotransporte y el sistema ferroviario.

### COMPARACION DE DISTANCIAS Y TIEMPOS DE RECORRIDO ENTRE EL AUTOTRANSPORTE Y EL FERROCARRIL

ORIGEN	DESTINO	Distancia Autotransporte (km)	Distancia Ferrocarril (km)	Diferencia (km)
México, D.F.	Cd. Juárez	1825.0	1967.0	142.0
México, D.F.	Piedras Negras	1306.0	1251.0	55.0
México, D.F.	Nuevo Laredo	1191.0	1198.0	7.0
México, D.F.	Manzanillo	880.0	949.0	69.0
México, D.F.	Monterrey	959.0	932.0	27.0
México, D.F.	Veracruz	450.0	418.0	32.0
México, D.F.	Coatzacoalcos	763.0	722.0	41.0
México, D.F.	L. Cárdenas	800.0	789.0	11.0
México, D.F.	Tampico	605.0	877.0	272.0
ORIGEN	DESTINO	Tiempo est. Autotransporte (hr)	Tiempo est. Ferrocarril (hr)	Diferencia (hr)
México, D.F.	Cd. Juárez	27.17	192.00	164.83
México, D.F.	Piedras Negras	22.86	120.00	97.14
México, D.F.	Nuevo Laredo	19.18	96.00	76.82
México, D.F.	Manzanillo	17.35	96.00	78.65
México, D.F.	Monterrey	15.58	96.00	80.42
México, D.F.	Veracruz	5.98	48.00	42.02
México, D.F.	Coatzacoalcos	9.90	72.00	62.10
México, D.F.	L. Cárdenas	11.32	72.00	60.68
México, D.F.	Tampico	8.95	96.00	87.05

En la tabla se observa lo siguiente:

La diferencia en distancias es poco significativa. lo que indica una relativa similitud en los trazos. Los tiempos de traslado son significativamente mayores en ferrocarril, debido principalmente al rezago tecnológico del sistema ferroviario.

Considerando que los tres factores importantes para la elección de un modo de transporte u otro son: el costo, el tiempo y la calidad, tenemos en el ferrocarril un transporte económico capaz de transportar grandes volúmenes, sin embargo, significativamente lento en comparación con el autotransporte.

Dependiendo de la mercancía, el tiempo de traslado del ferrocarril, podría ser poco significativo, pues el tiempo que la mercancía tarda es tiempo de almacenaje que el usuario no paga.

Es cierto que el ferrocarril y la carretera son dos medios de transporte que tienen muchas diferencias en común, como también lo es que el ferrocarril parece ser poco competitivo frente al autotransporte, viendo a ambos medios por sí solos. Sin embargo, en la actualidad, estos medios de transporte, constituyen una parte fundamental en el desarrollo del transporte intermodal, en donde han encontrado complementariedad uno con respecto al otro. Solo hay que ver, que el autotransporte puede, por su penetración, hacer maniobras tanto en muelles, como en terminales ferroviarias para el transporte de mercancías. El ferrocarril por su parte, dada su característica de transportar grandes volúmenes a bajo costo, se ha aliado al autotransporte para agilizar el traslado de mercancías a grandes distancias y a mayor seguridad.

### 3.4 TRANSPORTE MULTIMODAL

El entendimiento del transporte intermodal, en términos prácticos es posible si se estudia como la asociación y conjugación de diferentes modos de transporte en diversos vehículos de los mismos, o bien el mismo vehículo en diferentes modos de transportación, que en cualquiera de los casos espera eficientar ya sea: sus tiempos de estadía, sus costos, su seguridad etc. entre otros. Que siempre va desde su origen hasta su destino.

Es importante mencionar algunos aspectos importantes en torno al transporte multimodal.

Como primer punto hay que conceptualizar el término TRAFICO que no es más que una corriente de mercancías entre un punto de origen y uno de destino.

Existe pues una NATURALEZA DEL TRAFICO. Esta naturaleza del tráfico esta compuesta de diferentes características, ya sean físicas, económicas, de volumen y de distancia del recorrido de la carga.

El tráfico se convierte así en una función multivariable en donde intervienen los siguientes factores: Volumen, Velocidad, Flexibilidad, Accesibilidad, Oportunidad, Seguridad y Costo.

En cuanto al modo de transporte se deben de tener en cuenta las siguientes existencias que no son ajenas al transporte intermodal:

VIA

Carretera, Vía Férrea, Ruta de Navegación, Aerovía, Terminal, Estación, Puerto, Aeropuerto.

MEDIO

Camión Tren, Barco, Avión, etc.

SUPERESTRUCTURA

Leyes, Reglamentos, Convenios Públicos y Privados, Administrador Empresarial, Cámaras Industriales Especializadas.

El comportamiento de los diferentes modos de transporte en cuanto a su tráfico se puede presentar de acuerdo a sus factores característicos, expresando una calificación que va de mayor (5) a menor (1) dependiendo su comportamiento.

MODOS DE TRANSPORTE

	Volumen	Velocidad	Flexibilidad	Accesibilidad	Seguridad	Costo
AUTOTRANSPORTE	2	4	5	5	2	3
FERROCARRIL	4	3	2	4	3	4
MARITIMO	5	2	1	1	4	5
AEREO	1	5	2	2	5	1

De forma simplificada el TRANSPORTE MULTIMODAL se puede decir que es la integración de varios modos de transporte este puede ser por ej.

AUTOTRANSPORTE + FERROCARRIL

que en combinación de factores se obtendría lo siguiente:

	Volumen	Velocidad	Flexibilidad	Accesibilidad	Seguridad	Costo
AUTOTRANSPORTE + FERROCARRIL	4	3	5	5	3	3

Otro puede ser:

AUTOTRANSPORTE + FERROCARRIL + MARÍTIMO

de lo que se obtendría lo siguiente:

	Volumen	Velocidad	Flexibilidad	Accesibilidad	Seguridad	Costo
AUTOTRANSPORTE + TREN + BARCO	5	2	5	5	4	4

El PIGGY BACK: Remolque de autotransporte sobre la plataforma del ferrocarril. Este forma parte de la familia de transporte intermodal, y es considerado uno de los sistemas híbridos más importantes para el modo de transportación terrestre.

Su comportamiento es el siguiente:

RESPECTO AL AUTOTRANSPORTE: Posibilidad de embarques con mayor volumen, proporciona Mayor Seguridad, Menor Costo variable (Saca ventaja en distancias medias)

RESPECTO AL FERROCARRIL: Posibilidad de embarque de menor volumen, Mayor velocidad de recorrido y menor tiempo de espera, Mayor flexibilidad, Mayor oportunidad de entregas, Menor costo fijo por maniobras de transbordo y arrastres.

Parte importante en el transporte intermodal es la sincronía entre los procesos, es decir; la conexión de varios modos de transporte. La asincronía entre estos provoca almacenamientos inútiles y exceso en las maniobras, el manejo de altas frecuencias y la mecanización de maniobras reducen los costos asociados a tiempos muertos.

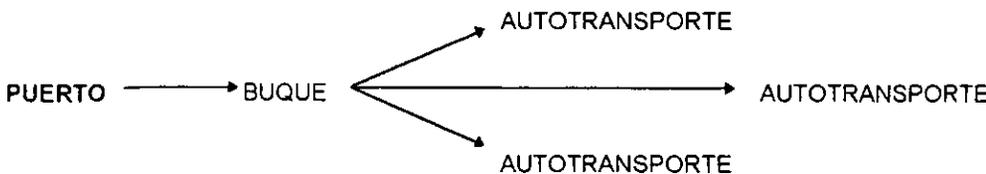
Debido a que muy pocas empresas pueden aprovechar las ventajas de los transportes de gran volumen, y las pequeñas sufren los problemas de exceso de maniobras y transbordos. Los tiempos de tránsito y espera a los que están sujetos suelen ser elevados, lo que ocasiona falta de competitividad.

Como respuesta a esta falta de competitividad el transporte intermodal ofrece una solución a esta problemática en el siguiente sentido:

Los sistemas híbridos como el Piggy-back, el Roll on-Roll off, las Ferrobarcazas y los Road railers, permiten: ofrecer al pequeño usuario tramos substanciales de transporte de alto porte, hacen posible la complementación entre los modos en lugar de la competencia irracional, sitúan a cada modo de transporte en su verdadera vocación, posibilitan la competitividad de pequeñas y medianas industrias, facilitan el desarrollo de la competencia industrial y reducen los costos sociales del transporte.

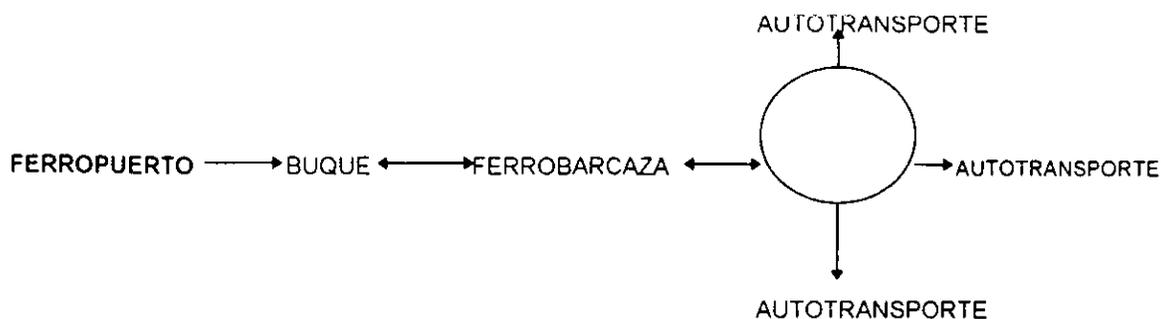
Las ventajas asociadas al transporte intermodal en cuanto a la utilización de un PUERTO y un FERROPUERTO son las siguientes:

En los PUERTOS se tiene la siguiente problemática tradicional:



Excesivas operaciones de transbordo, uso intensivo de espacios de almacenamiento, circulación excesiva de medios de transporte, pérdida de mercancías por manejo, robos y extravíos, daños a la mercancía por excesos de manejo.

En cuanto a los FERROPUERTOS las posibilidades en el manejo de la carga se amplían y se produce lo siguiente:



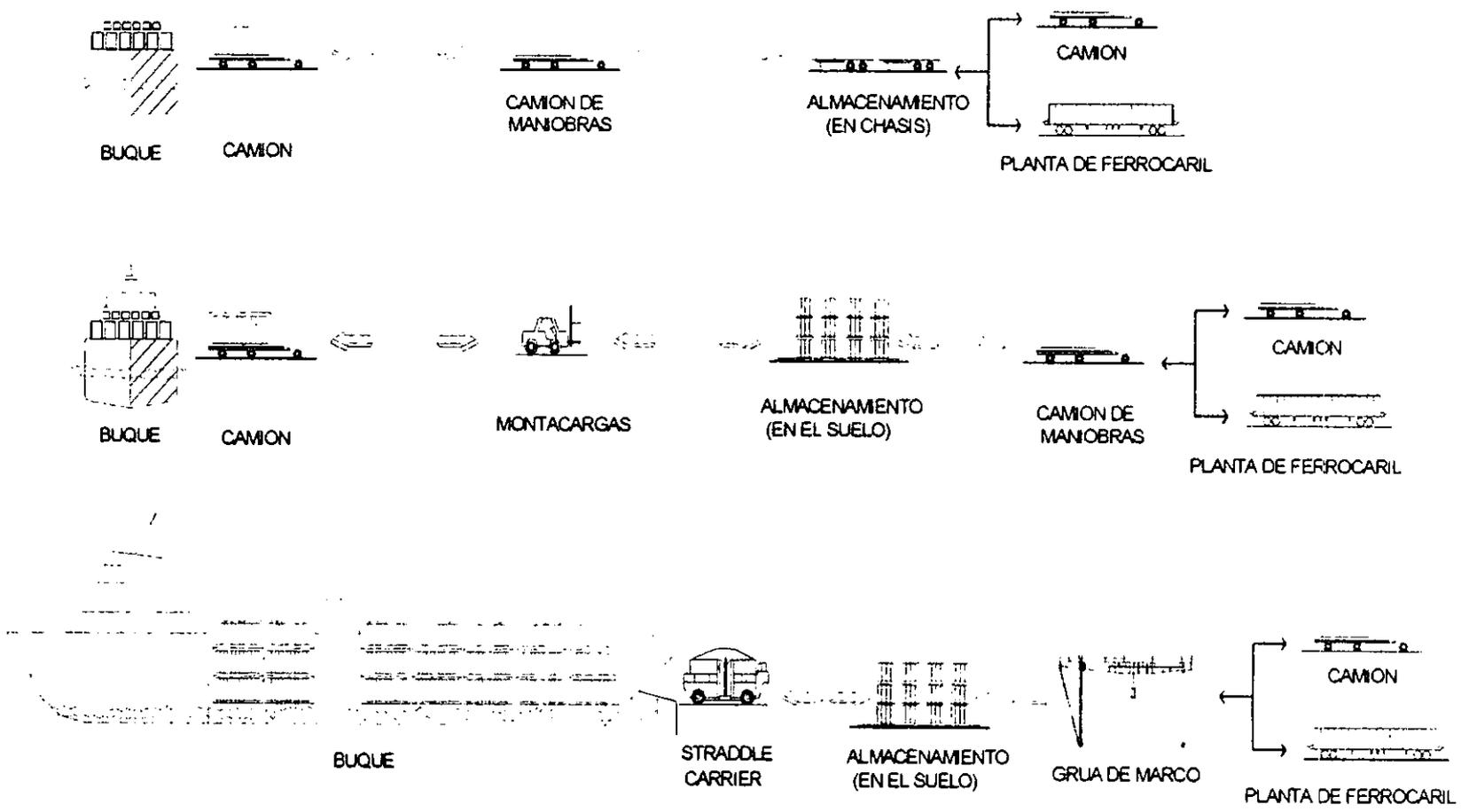
Funciona como servicio terminal correspondiente a los sistemas híbridos y a los medios de alto porte, para los pequeños usuarios, reduce los tiempos de espera y almacenamiento de mercancías en puertos, reduce la posibilidad de daños y mermas en los puertos, incrementa la capacidad de transporte, al racionalizar su uso y propicia el desarrollo de una industria central y periférica alrededor de su localización.

Por último no hay que dejar de mencionar algunas características del sistema de carga y descarga en el transporte intermodal, como son las siguientes:

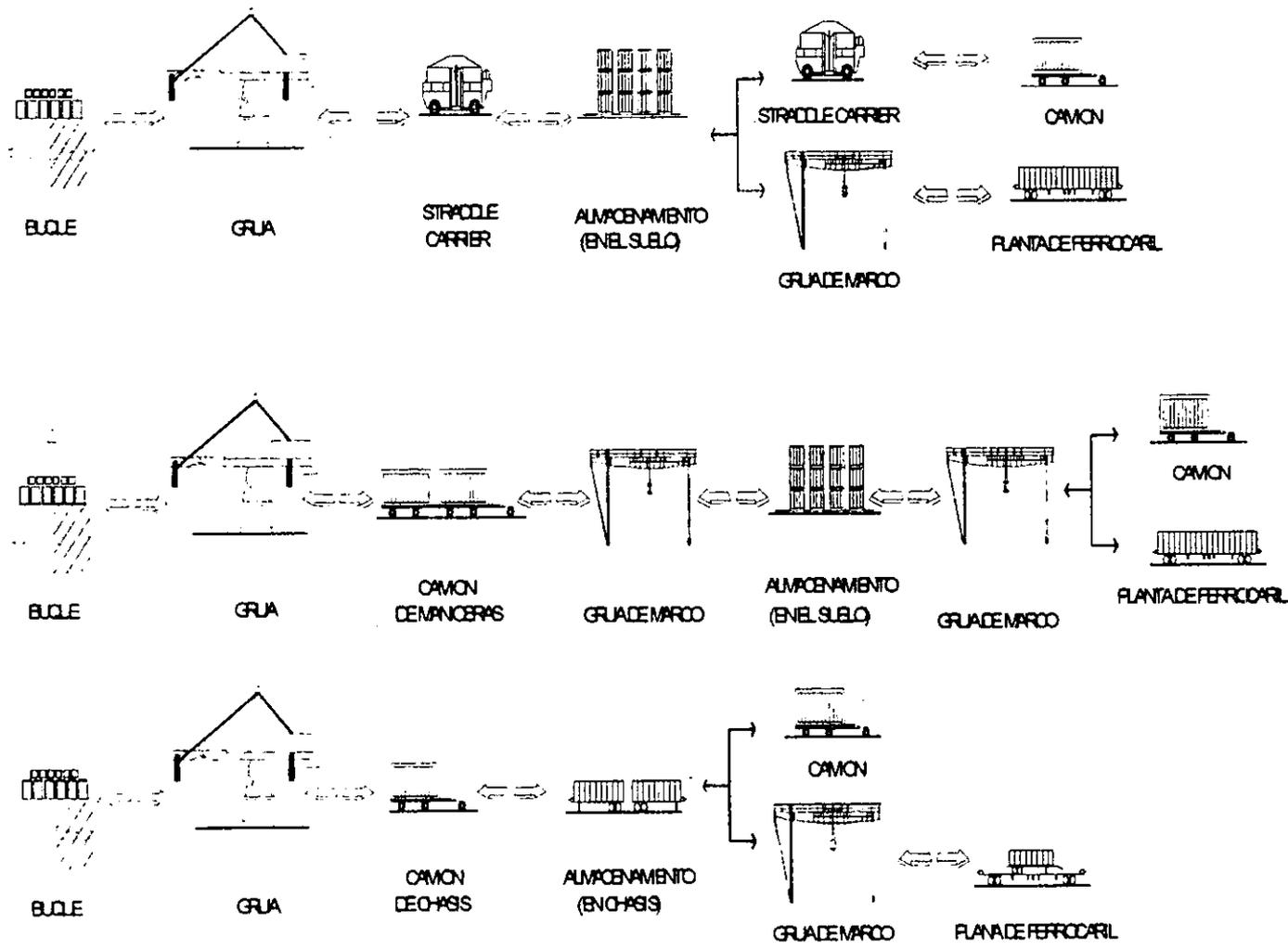
En el sistema ROLL ON-ROLL OFF, la descarga de la mercancía se da directamente por la carga rodante que viene en el barco, en el sistema LIFT ON-LIFT OFF la descarga de los contenedores se da a través de la utilización de grúas. En ambos casos se hacen las respectivas maniobras con el equipo del muelle, y se hacen los acomodos para su almacenamiento en el piso y posteriormente las maniobras de carga y descarga para sacar la mercancía de los patios de contenedores.

Por todo lo anterior, el transporte intermodal constituye parte integrante de los diferentes modos de transporte y contribuye al proceso de desarrollo industrial para el manejo y distribución de la carga.

III-17



### SISTEMA DE TRANSBORDO POR RODADURA (ROLL - ON ROLL- OFF)



SISTEMA DE TRANSBORDO POR ELEVACION (LIFT ON - LIFT OFF)

## IV. PARTICIPACION DEL FERROCARRIL

La tecnología esta vinculada con el dinamismo de las empresas y con su capacidad de renovación.

Desde los ochenta los ferrocarriles han tenido que diversificar sus servicios y participar con empresas de diferentes modalidades de transporte. El control del mercado de carga entre actores directos e intermediarios exagera contradicciones de intereses, en la medida en que la rentabilidad del transporte, en un mercado muy competido, no proviene de la venta de los servicios de arrastre.

Las perspectivas comerciales de los ferrocarriles dependen de su capacidad para definir sus nichos de servicios. Así también la dinámica comercial suele depender en muchos aspectos de las estrategias corporativas de los ferrocarriles.

A continuación se hace un análisis de la transportación ferroviaria, de los productos transportados y de las empresas que lo llevan a cabo.

### 4.1 TRANSPORTACION POR FERROCARRIL

El sistema ferroviario mueve aproximadamente el 20% del total de carga transportada en México y es operado a través de diferentes empresas ferroviarias, una ellas continua siendo la entidad paraestatal Ferrocarriles Nacionales de México (FNM).

La longitud del Sistema Ferroviario Mexicano asciende a 20,000 km., correspondiendo a la vía principal el 77% y el resto a vías secundarias y particulares. Se cuenta con aproximadamente 1426 locomotoras con una antigüedad promedio de 15 años y una potencia de 3.8 millones de caballos de fuerza.

Los volúmenes de carga transportada para 1994 fueron de 52 millones de toneladas, generando ingresos por 6760 millones<sup>7</sup>. Para la industria de autopartes automotrices se manejaron 49 mil contenedores.

Para 1996 se manejaron 58.8 millones de toneladas, de los cuales el 53.7% correspondió a productos forestales, siguiendo con el 21.6 % los productos agrícolas, en cuanto al movimiento de unidades contenerizadas se registraron un total de 41 mil, equivalentes en toneladas transportadas a 1.762 millones.

En lo que se refiere a 1998 los ingresos en general para todo el movimiento de carga se estiman en unos 8000 millones de pesos.<sup>8</sup> En cuanto el movimiento de carga en general por ferrocarril se puede establecer de la siguiente manera:

<sup>7</sup> Escalado INPC Mayo 1994, 37,081.1 Mayo 1998; 92,792.05

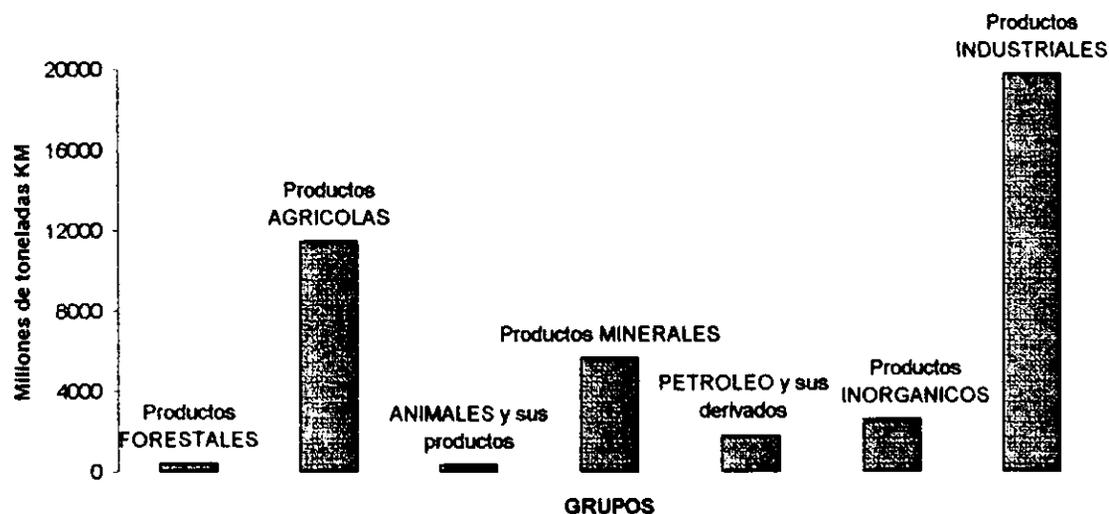
<sup>8</sup> El Economista 27/10/98

## PRINCIPALES PRODUCTOS TRANSPORTADOS POR FERROCARRIL EN 1998

GRUPOS Y PRODUCTOS	Carros	Toneladas	Toneladas
	Cargados	netas	Km
	(Miles)	(miles)	(millones)
Productos FORESTALES	11.6	498.5	385.4
Madera para pulpa	7.7	321.4	256.6
Otros productos forestales	3.9	168.1	128.8
Productos AGRICOLAS	214.8	14794.6	11443.1
Arroz	5.4	361.7	374.6
Caña de azúcar	16.1	613.3	27.4
Forrajes-Pastas semillas oleaginosas	6	413.6	367
Frijol	3.5	219.4	232.4
Frijol soya	22	1871.9	1382.7
Maíz	80.6	5892.9	4741.2
Semilla de sorgo	17.8	1360.8	986.9
Semillas oleaginosas	9.4	704.3	253.1
Trigo	28	2078	1742.7
Otros productos agricolas	26	1278.7	1335.1
ANIMALES y sus productos	4	275.4	289.1
Sebo y grasas	2.8	196.7	207.6
Otros productos animales	1.2	78.7	81.5
Productos MINERALES	119.6	8607.9	5596.1
Carbón mineral	37.5	2828.1	322.2
Coke	6.1	396	276
Fluorita	6	384.5	208.6
Mineral de hierro	53.8	3891.1	4181.9
Otros productos minerales	16.2	1108.2	607.4
PETROLEO y sus derivados	45.9	3143.9	1707.4
Combustóleo	31.8	2375.7	1360.1
Diesel	3.4	226.4	84.9
Gas para combustible	5.8	225.5	74.4
Gasolina	2.9	171.1	54.4
Otros derivados del petróleo	2	145.2	133.6
Productos INORGANICOS	64.9	4772.8	2561.6
Arcilla o barro	3.6	266.3	155.4
Arena sílica	10.7	846.8	693.1
Arena y grava	4.4	300.5	49.1
Azufre	4.1	270.3	187.6
Dolomita y magnesita	7	483.1	270.4
Piedra caliza	14.9	1244.3	57.8
Sal	4.1	250	260.2
Sulfato de sodio en bruto	5.8	439.8	466.5
Otros productos inorgánicos	10.3	671.7	421.5

Productos INDUSTRIALES	534.8	26746.6	19739.8
Aceite y grasas vegetales	6	410.5	381.2
Acido sulfúrico	4.4	359.6	273.5
Aparatos para uso domestico armados	7.1	84	73.5
Azúcar	10.4	680.2	505.1
Botellas de vidrio vacias nuevas	6.6	168.3	167.1
Carbonato de sodio	5.5	483.3	462.3
Celulosa	9.8	591.7	621
Cemento	132.2	9305	3323.8
Cerveza	10.3	617.1	898.7
CONTENEDORES	41	1782.7	1761.5
Desperdicio de fierro	9.4	578	377.1
Desperdicio de papel y cartón	29.9	1220.4	1271.7
Envases vacíos, botes de hojalata	6.9	77.9	76
Fertilizantes varios	17.7	1172.2	1273.3
Fierro para construcción	5.2	332.4	291.1
Laminas y planchas de fierro y acero	26.5	1735.9	1400.4
Material de ensamble de vehiculos automotores	20.7	601.5	449.2
Papel para periódico	4.1	239.7	156.7
Papel y papelería	7.4	244.4	255.9
Productos de sodio N.E.	4	308.2	291.2
Productos quimicos industriales	9.2	643.4	595.9
Remolques sobre plataforma Piggy-Back	5.6	136	134.4
Vehiculos automotores armados	74.3	1513.6	1293.2
Otros productos industriales	80.6	3480.6	3406
TOTAL	995.6	58831.3	41723.1

Principales productos transportados por Ferrocarril  
Toneladas KM



Gráfica 4.1 Fuente FNM

Con la información obtenida se aprecia que en términos generales el movimiento de productos industriales ocupa un 55% del total transportado con unos 534 mil carros cargados correspondiéndole casi 20 millones de Ton-KM. de estos el cemento a granel ocupa un 20%, con 132 mil carros cargados, aproximadamente 9 millones de toneladas netas.

Sin embargo no todos los productos clasificados como industriales son de alta densidad económica, es decir, de alto valor agregado, por lo que económicamente están en desventaja con el autotransporte y otros modos de transporte.

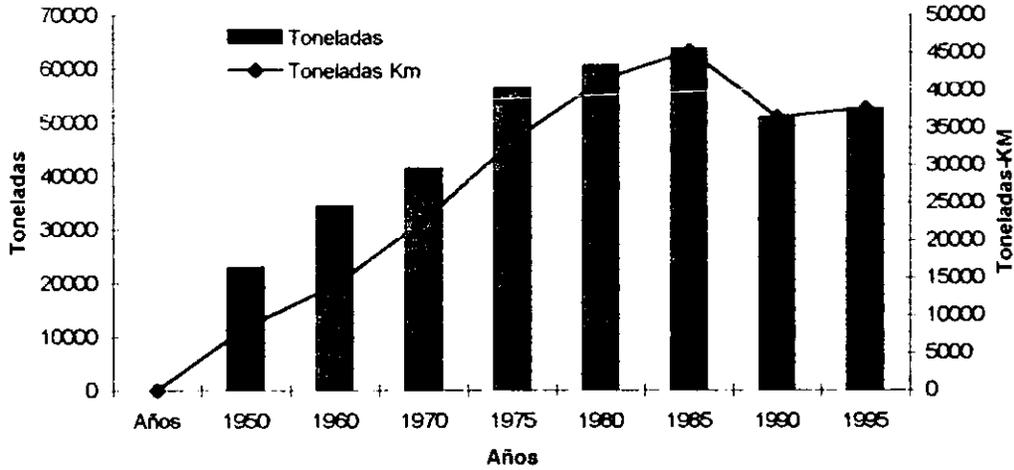
Separando de esta clasificación los siguientes: aparatos para uso domestico armados, material de ensamble de vehículos automotores, productos químicos y vehículos automotores armados. Se obtiene un total de 2411.8 millones de Ton-Km, cifra que representa tan sólo el 8% del movimiento nacional.

Si se hace un historial de tráfico de carga transportada por ferrocarril desde 1950, se observa que el comportamiento de la misma ha disminuido, al grado de alcanzar para 1998 los niveles de la década de los 70's, sin embargo estas cifras no son de considerarse, si tomamos en cuenta que los productos transportados son significativamente diferentes tanto en valor agregado, como en sus cadenas de transporte, que los de hace 20 años.

EVOLUCION DEL TRAFICO DE CARGA		
	Toneladas	Toneladas-Km
Años	(miles)	(millones)
1950	22907	8391
1960	34359	14004
1970	41379	22595
1975	56435	33327
1980	60592	41330
1985	63721	45307
1990	50960	36417
1995	52480	37613

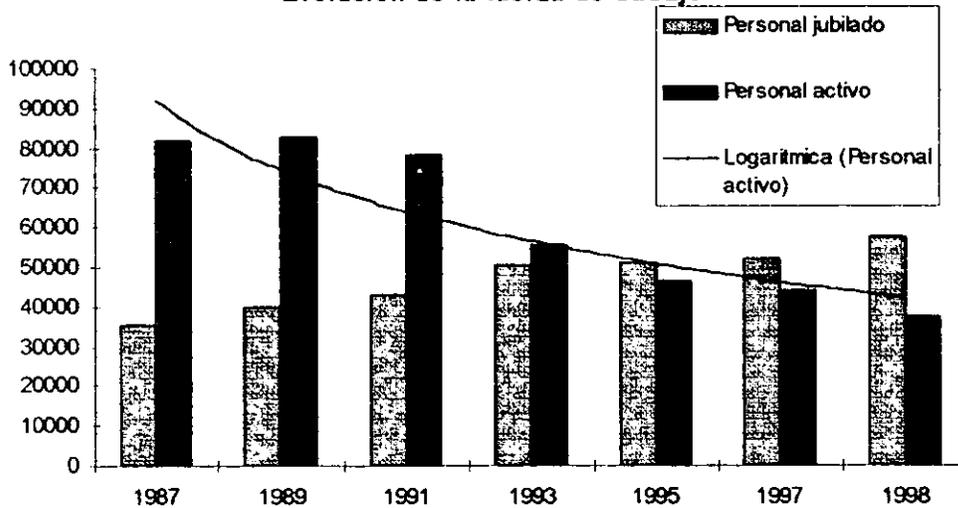
Fuente: Series Estadísticas FNM

### Evolución del tráfico de carga



EVOLUCION DE LA FUERZA DE TRABAJO		
Año	Personal jubilado	Personal activo
1987	35581	81670
1989	39809	82928
1991	42699	78114
1993	50449	55664
1995	50764	46283
1997	51972	44139
1998	57469	37368

### Evolución de la fuerza de trabajo

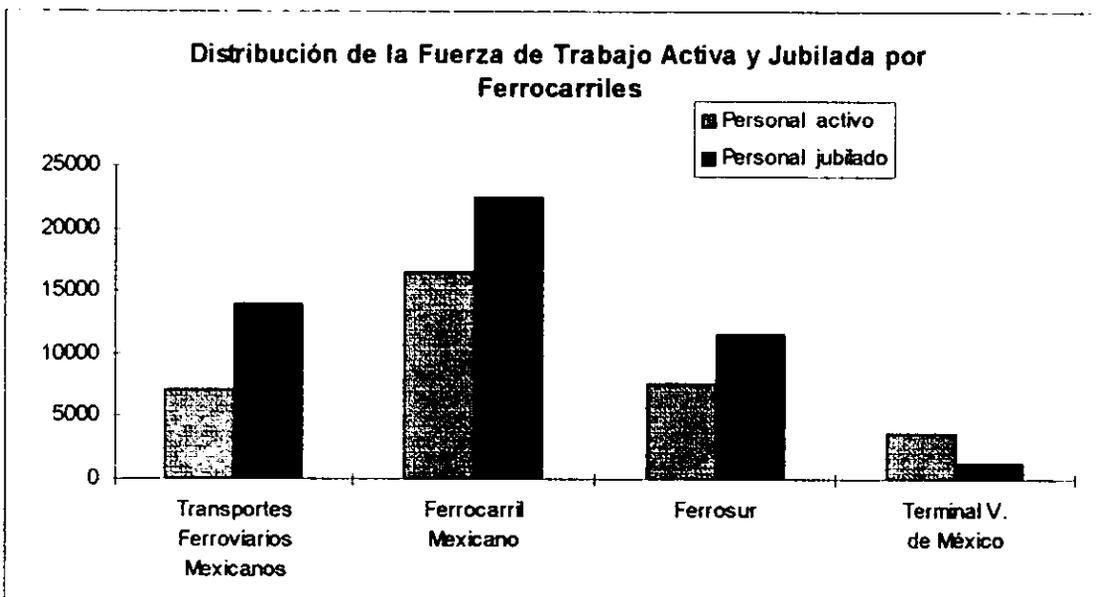


Fuente: FNM

La fuerza de trabajo se ha visto disminuida a partir de los programas de reestructuración y las nuevas administraciones han continuado con el recorte de personal, sin embargo no es sencillo la sustitución de la fuerza de trabajo debido a que es personal capacitado, tanto el administrativo como el de campo, y no es sencilla la sustitución por lo menos en los primeros años, ya que el manejo de ferrocarril requiere de personal específicamente capacitado. Y los centros de capacitación y sobre todo la experiencia sólo existían en Ferrocarriles Nacionales.

En algunos países, una medida para determinar la eficiencia del ferrocarril es mediante el cociente de kilómetros tendidos de riel entre el número de personal que labora en el mismo. Sin embargo la eficiencia del ferrocarril debe atender a otros intereses, en el caso de México es prematuro considerar este tipo de indicativo.

DISTRIBUCION DE LA FUERZA DE TRABAJO ACTIVA Y JUBILADA POR FERROCARRILES 1998		
Ferrocarril	Personal activo	Personal jubilado
Transportes Ferroviarios Mexicanos	7110.25	13984.3
Ferrocarril Mexicano	16388.85	22390.5
Ferrosur	7610.05	11567.85
Terminal V. de México	3677.1	1281.5



Gráfica 4.4 Fuente: Series Estadísticas FNM

Cabe aclarar que tanto la Terminal del Valle como otras líneas cortas siguen siendo operadas y administradas por Ferrocarriles Nacionales de México.

El caso de los jubilados es un punto a considerarse, ya que el Ferrocarril, cualquiera que sea la empresa, tiene la obligación de cargar con su personal jubilado.

## 4.2 PARTICIPACION ECONOMICA DEL FERROCARRIL

El contexto económico internacional ha propiciado la conversión y dinamismo de los ferrocarriles. Con la firma del TLC, México entra a un amplio y profundo proceso de redefinición de su espacio productivo, una modificación de la dirección de los flujos de materias primas y mercancías, así como cambios en la composición de los productos intercambiados que favorecen los movimientos de productos industrializados. Por una parte las cadenas industriales internacionales se reestructuraron y encontraron nuevos factores de localización, intensificándose los movimientos entre plantas y lugares de consumo. Por otra parte, el valor del flete de los movimientos de bienes manufacturados intercambiados entre México y Estados Unidos tienden a igualar a el de los graneles.

Algunas ramas industriales, como la industria automotriz, se están convirtiendo en líderes de un proceso de integración productiva que está estimulando la aparición de cadenas industriales trinacionales. En México este proceso fue iniciado por Ford Motor Company que localizó en Hermosillo una planta armadora. Tal proyecto sirvió de modelo para sus competidoras, que siguiendo sus pasos, están cerrando paulatinamente sus plantas ubicadas en la cercanía de la Ciudad de México.

Además el TLC no ha involucrado sólo a las empresas de los tres países firmantes sino a todas las empresas transnacionales decididas a beneficiarse de las ventajas del libre comercio, en la medida en que se respeten las restricciones del contenido regional en el valor de sus productos. Estas empresas como Nissan o Volkswagen aplican una estrategia global que tendrá consecuencias importantes para los transportes nacionales y en particular para los ferrocarriles.

Algo que es importante de mencionar son las iniciativas de los ferrocarriles norteamericanos y su forma de influencia en México.

La relación entre las empresas Norteamericanas y las empresas de México se fue haciendo más estrecha en la medida en que aumentaban los movimientos de trenes unitarios graneleros en la frontera y se reforzó a partir de 1989 cuando el éxito de los puentes terrestres en Estados Unidos incitó a Southern Pacific a ofrecer una relación comercial más estrecha con FNM para extender sus movimientos de doble estiba a México.

Al principio, los trenes unitarios norteamericanos entraron a México dejando su locomotora en la frontera, pero ante la escasez de fuerza tractiva en México, se tuvo que evitar el cambio de locomotora, limitándose a la sustitución de la tripulación. Para agilizar los movimientos, las empresas norteamericanas prestan a veces sus locomotoras para asegurar el cumplimiento de sus compromisos para 1987, los ferrocarriles norteamericanos rentaban sus locomotoras. Ya en 1998 y debido a los cambios estructurales que se han dado, existe sólo un mínimo de locomotoras extranjeras circulando por el País.

Es interesante constatar, que a diferencia del autotransporte que fue objeto de la atención especial de los congresistas de los tres países y de acciones de cabildeo relevantes durante las negociaciones del TLC, los ferrocarriles no provocaron ningún debate entre los tres gobiernos. No hubo presiones para que FNM se privatizara. Por lo contrario, trataron de crear condiciones favorables para estimular la cooperación entre las empresas ferroviarias y para acelerar la modernización de la misma.

De esta manera se han consolidado tres tipos de rutas terrestres internacionales para los servicios de trenes de doble estiba que involucran a México:

- Los puentes terrestres ampliaron las zonas de influencia de los Puertos del sur de Estados Unidos, como Los Angeles y Long Beach, hasta alcanzar la Ciudad de México.
- Se han consolidado corredores entre las plantas automotrices del medioeste y el norte industrial de Estados Unidos con el México central y paulatinamente las cadenas continentales se están diversificando y extendiendo a toda la zona de libre mercado, incluyendo a Canadá y el noreste.
- Se están probando soluciones combinadas con servicios de ferrocarriles que involucran a los puertos nacionales de la costa del golfo, en particular a Veracruz y Coatzacoalcos.

Estos servicios han revitalizado algunos pequeños puertos estadounidenses en crisis como Galvestone, Mobile y Gulfport.

A mediano plazo es probable que se logre integrar un sistema ferroviario continental denso y competido, que ofrezca muchas alternativas y opciones de servicios.

Las limitaciones a las que se enfrentan los ferrocarriles pueden ser por ejemplo: apenas tres ferrocarriles norteamericanos de primera clase tienen entradas directas a México, controlan los ocho cruces fronterizos ubicados en California, Arizona y Texas.

SOUTHERN PACIFIC LINES tiene el mayor número de cruces (5 puentes internacionales), en Brownsville-Matamoros, Eagle Pass-Piedras Negras, El Paso-Ciudad Juárez, Nogales y Calexico-Mexicali. UNION PACIFIC tiene dos cruces, en Laredo y El Paso. Por su parte, SANTA FE tiene dos conexiones, El Paso y Nogales.

Además dos empresas regionales de Texas tienen una conexión con FNM, TEXAS MEXICAN RAILWAY, propiedad de la empresa mexicana TRANSPORTACIÓN MARÍTIMA MEXICANA (TMM), que opera entre Corpus Christy y Laredo, y SOUTH ORIENT RAILROAD CO., entre Forth Worth y Presidio-Ojinaga. Esta última pequeña empresa subcontrata el derecho de vía a Burlington Northern.

Como el sistema estadounidense es muy fraccionado, la integración de las cadenas ferroviarias continentales necesitan involucrar en frecuentes acuerdos de servicios varias empresas ferroviarias para ofrecer servicios de larga distancia. Esto resta flexibilidad en el manejo de estas cadenas de transporte y reduce la ventaja del ferrocarril en los recorridos largos, por complicar la operación y el seguimiento de la carga, obligando a una integración de los sistemas de información.

Es importante resaltar la participación de Union Pacific y Southern Pacific<sup>9</sup>, que lograron integrar un servicio directo entre Chicago y México, el corredor clave para la estrategia de la industria automotriz. Sin embargo, este éxito sigue limitado y hasta ahora no existe ninguna empresa continental. A pesar de la desregulación sigue existiendo el temor a la monopolización. Los traumas del siglo XIX obligan a la ICC<sup>10</sup> a frenar las adquisiciones y las fusiones.

<sup>9</sup> Actualmente Southern Pacific es una compañía filial de Union Pacific quien cuenta con más del 65% de sus activos

<sup>10</sup> Organismo internacional en contra de monopolios

La estrategia comercial de los ferrocarriles mexicanos debe tomar en cuenta esta situación. A pesar de los progresos observados, los movimientos este-oeste como norte-sur van a seguir presentando por mucho tiempo serias restricciones que el autotransporte sabrá aprovechar.

Además para integrar un verdadero sistema ferroviario continental es preciso que las empresas de los tres países superen plenamente sus diferencias tecnológicas y operativas. En este sentido los rezagos de los ferrocarriles mexicanos están afectando de manera muy seria las expectativas comerciales de los ferrocarriles norteamericanos y a la postre de los canadienses ante la agresividad comercial de algunas empresas de autotransporte.

Entre las carencias más graves del ferrocarril nacional está la falta de una red de terminales de transferencia capaz de alimentar el sistema y un dinamismo comercial suficiente para equilibrar los movimientos.

Los ferrocarriles están mas afectados que las empresas de autotransporte por el desequilibrio que registra el comercio internacional entre México y Estados Unidos. El costo de los regresos vacíos es más alto para los ferrocarriles que para el autotransporte.

En este sentido los ferrocarriles norteamericanos se presentan como los mejores aliados de los exportadores nacionales. El papel de los ferrocarriles se reforzará en México en la medida en que la capacidad exportadora nacional aumentare. La paradoja es que, en el futuro, el desarrollo del comercio exterior mexicano puede depender de las iniciativas comerciales de transportistas extranjeros en busca de carga y en particular de los ferrocarriles norteamericanos.

#### 4.3 LA REESTRUCTURACIÓN FERROVIARIA Y LAS NUEVAS EMPRESAS

Históricamente los ferrocarriles se han desarrollado como organizaciones monolíticas, controlando sus propias instalaciones, realizando todas las funciones de explotación y de administración, y determinando unilateralmente qué servicios prestar a un mercado a menudo cautivo. Al reconocerse esta situación de monopolio surgieron estructuras reglamentarias para su control y, en muchos países, la ilusión de monopolio persistió mucho después de la aparición de modalidades competidoras en el mercado de transporte.

En México la falta de correspondencia entre lo que ofrecían los ferrocarriles y lo que los clientes querían causó una ineficiencia económica pronunciada y graves tensiones financieras para los ferrocarriles y sus propietarios estatales, las pérdidas de los ferrocarriles en cuanto a su participación en el mercado, los déficits potenciales y la proliferación de las demandas de financiamiento gubernamental se tradujeron en enormes presiones sobre los gobiernos. Por eso surgió la necesidad de llevar a cabo una reestructuración fundamental de la propia entidad ferroviaria y de su relación con el Estado.

Con la entrada del Tratado de Libre Comercio a inicios de 1994, el país se vio obligado a realizar mejoras en todos los servicios de transporte y comunicación con el fin de ser más competitivos por lo cual el gobierno instrumentó UN PLAN DE REESTRUCTURACIÓN O DE CAMBIO ESTRUCTURAL EN EL TRANSPORTE FERROVIARIO que contempló la modernización de equipos, reordenamiento administrativo, participación privada, mejoramiento y extensión de la red interna de telecomunicaciones, capacitación del personal y ante todo la autosuficiencia financiera, con el fin de incrementar el flujo comercial y el desarrollo del país.

En 1992 se puso en marcha el Programa de Cambio Estructural de los Ferrocarriles Nacionales de México. El objetivo fundamental fue consolidar su vocación en el servicio de carga y convertirlos en una empresa eficiente y competitiva, con autosuficiencia financiera.

Como estrategia general, Ferrocarriles Nacionales de México seguía teniendo como patrimonio la infraestructura de la vía y era responsable único de su uso, así como del control directo e integral del despacho de trenes y en general de las operaciones ferroviarias.

En 1992, FNM recuperó su capacidad de crecimiento al superar las metas de actividad y productividad establecidas. Entre los principales avances encontrados destaca el crecimiento del tráfico de carga, con una tasa del 5.2% con relación a 1991.

El movimiento de contenedores creció 16% en 1992 y 18% en el primer semestre de 1993, equivalente a la transportación de 265,000 vehículos automotrices, 70% de la exportación total.

Se suprimen los trenes de pasajeros de baja demanda y los trenes mixtos de reducida utilización y se promovió la inversión de particulares en cuanto a equipo, se abrió la comercialización al sector privado, con tarifas liberadas.

Se modernizan los sistemas de despacho y control de trenes a base de radiocomunicación, utilizando la tecnología empleada por el Southern Pacific; y se establece un sistema computarizado de información para clientes y oficiales de Transportes, mediante un contrato con el Union Pacific Technologies.

Después de este proceso de reestructuración se seleccionó la opción de dividir por regiones el sistema ferroviario, mediante la creación de empresas regionales integradas, las cuales serían responsables de prestar el servicio público de transporte. Los ferrocarriles regionales estarían debidamente interconectados para conformar el Sistema Ferroviario Mexicano.

Después del programa de reestructuración y de la conformación de las nuevas empresas el Sistema Ferroviario Mexicano quedó conformado de la siguiente manera:

## FERROCARRIL MEXICANO (FERROCARRIL DEL PACÍFICO-NORTE)

Tiene una extensión de 15,715 kilómetros. Sus principales corredores son: Mexico-Querétaro, Querétaro-Cd. Juárez. Irapuato-Manzanillo. Tampico-Gomez Palacio. Y las rutas son Querétaro-Guadalajara-Manzanillo, Benjamín Hill-Mexicali, Irapuato-Cd Juárez, Guadalajara-Nogales, Tampico-Monterrey-Torreón y Saltillo-Piedras Negras. También forma parte del ex Chihuahua Pacífico, recorriendo Ojinaga-Topolobampo.

Enlaza diversas terminales multimodales en Saltillo, Ramos Arizpe, Guadalajara, Aguascalientes y Querétaro, y llega a las terminales automotrices de Hermosillo, Ramos Arizpe, La Encantada y Silao. También conecta a los puertos de Manzanillo y Tampico.

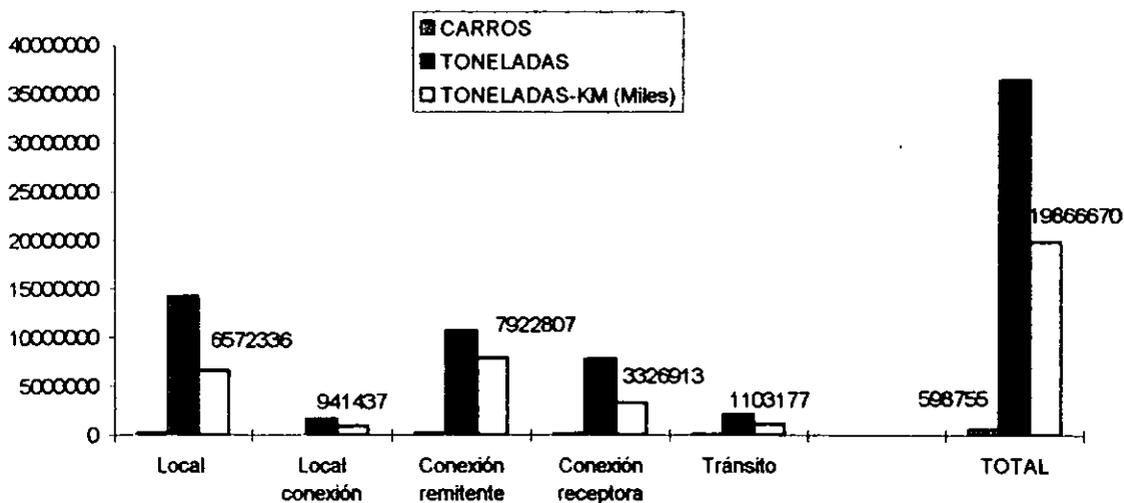


El ferrocarril del Pacifico-Norte brinda grandes oportunidades de negocio por ser un importante acceso a los estados norteamericanos de California, Arizona, Nuevo México y Texas, que son generadores de un considerable flujo comercial con México.

Cuenta también con los siguientes ramales: Salamanca-Jaral del Progreso, Cadena-Dinamita, Yurecuaro-Los Reyes, Ocotlan-Atotonilco, Jimenez-Parral, Allende-Ciudad Acuña, Km. TI-1+000-Ameca, La Vega-Etzatlan, Salinas Victoria-Chipinque.

MOVIMIENTO DE CARGA			
Ferrocarril Mexicano	CARROS	TONELADAS	TONELADAS-KM (Miles)
Local	215601	14240731	6572336
Local conexión	30921	1627442	941437
Conexión remitente	178988	10659350	7922807
Conexión receptora	136296	7762293	3326913
Tránsito	36949	2128419	1103177
<b>TOTAL</b>	<b>598755</b>	<b>36418235</b>	<b>19866670</b>

Movimiento de carga FERROCARRIL MEXICANO



Gráfica 4.5 Fuente SCT

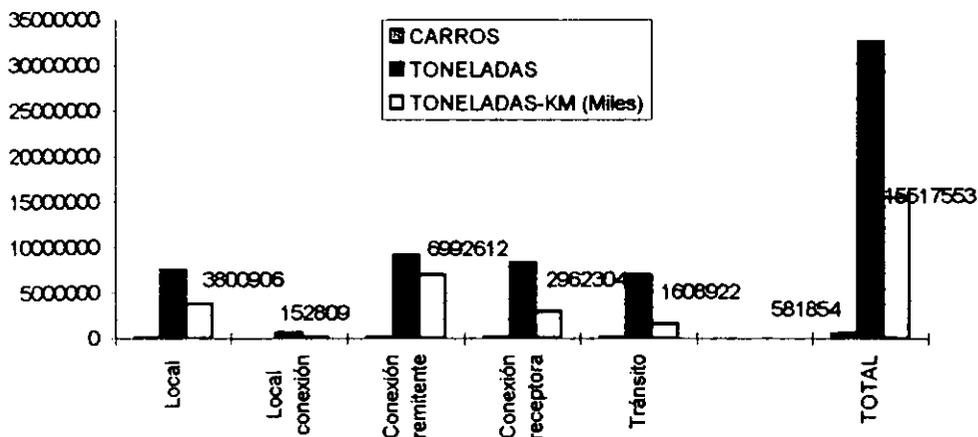
## TRANSPORTACION FERROVIARIA MEXICANA (FERROCARRIL DEL NORESTE)

Cuenta con una longitud de 4,282 kilómetros. Sus principales corredores de transporte son: México-Querétaro (línea Juárez y Morelos), Queretaro-Nuevo Laredo, Monterrey-Matamoros, Aguascalientes-Tampico, Naucalpan-Lázaro Cárdenas, México-Veracruz (Los Reyes-Veracruz y Maravatio-Maravatio).

Abarca diversas terminales multimodales en ciudades como Monterrey y Ramos Arizpe y conecta con la terminal automotriz de esta última ciudad. Incluye también conexiones con los puertos de Veracruz, Tampico y Lázaro Cárdenas.

MOVIMIENTO DE CARGA			
Transportes Ferroviarios Mexicanos	CARROS	TONELADAS	TONELADAS-KM (Miles)
Local	137039	7521806	3800906
Local conexión	10449	640987	152809
Conexión remitente	153798	9145979	6992612
Conexión receptora	153915	8329667	2962304
Tránsito	126653	6970089	1608922
<b>TOTAL</b>	<b>581854</b>	<b>32608528</b>	<b>15517553</b>

Movimiento de carga TRANSPORTES FERROVIARIOS MEXICANOS



Gráfica 4.6 Fuente: SCT

## FERROSUR (FERROCARRIL DEL SURESTE)

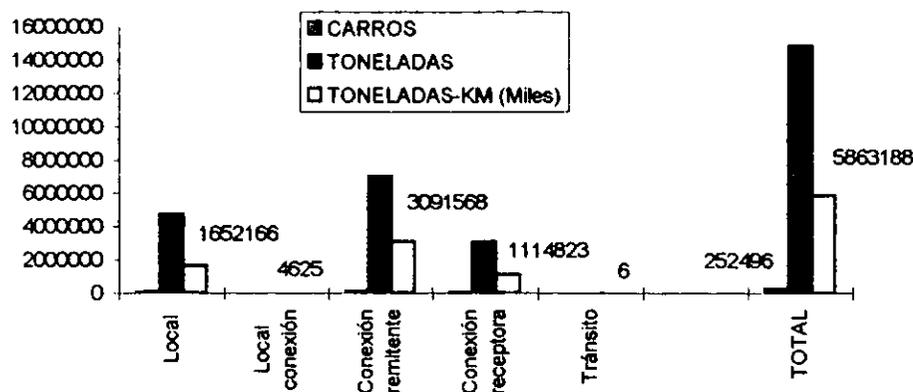
Tiene una longitud total de 1,914 kilómetros e incluye los corredores México-Veracruz, Córdoba-Medias Aguas, Veracruz-Tierra Blanca, Tehuacán-Esperanza.

Se integra al resto del sistema ferroviario en la Terminal del Valle de México, conectando con las empresas ferroviarias Transportes Ferroviarios Mexicanos, Ferrocarril Mexicano.

Presenta el atractivo de comunicar la Ciudad de México con el puerto de Veracruz, cuenta con el corredor del Istmo de Tehuantepec, que tiene un gran potencial para el tráfico internacional, movilizandando carga entre el Pacífico y el Golfo de México, y conecta con la terminal automotriz de Puebla, la zona agrícola de Tehuacán y las zonas petroquímicas de Tabasco y Veracruz.

MOVIMIENTO DE CARGA			
Ferrosur	CARROS	TONELADAS	TONELADAS-KM
			(Miles)
Local	82429	4730767	1652166
Local conexión	235	14657	4625
Conexión remitente	113313	7016320	3091568
Conexión receptora	56508	3081472	1114823
Tránsito	11	616	6
<b>TOTAL</b>	<b>252496</b>	<b>14843832</b>	<b>5863188</b>

Movimiento de carga FERROSUR



Gráfica 4.7 Fuente: SCT

## TERMINAL DEL VALLE DE MÉXICO

El Ferrocarril Terminal Valle de México tiene a su cargo y operación los siguientes corredores: MEXICO-QUERETARO; Buenavista-Huehuetoca, del Km. 2.575 al 47.000 y Pantaco-Huehuetoca, del Km. 7.715 al 49.000 el MEXICO-CUERNAVACA; (a suprimirse) Cuiclahuac-Tlatilco y Tlatilco-Kilómetro C-9+000, el MEXICO-TOLUCA; tramos, Empalme el Rosario-Naucalpan y Tacuba-San Rafael, con 9.905 y 11.270 Km. respectivamente. el MEXICO-VERACRUZ tramos: Valle de México-Teotihuacan. Teotihuacan-Jaltocan, Lechería-Jaltocan, Teotihuacan-Metepec. Y el corredor MEXICO-PUEBLA tramos: Xalostoc-Los Reyes, Peralvillo-Manuel González. F.C. Industrial-Cuiclahuac, San Lázaro-Gran Canal, Peralvillo-Centenario y Xalostoc-Ecatepec.

La longitud total en Km. es de 296.763, representa la entrada y salida de los productos que llegan al Valle de México, así como también de la mercancía en tránsito para otros destinos.

La TVM es una instalación Ferroviaria diseñada para la recepción, clasificación y formación de trenes; está constituida por una serie de patios y talleres que ocupan una extensión de 112 hectáreas, del km. 5 al 15 con 222.595 km. de vías, ubicadas en la parte norte del Valle de México.

De consideración aparte es la ubicación de la Terminal de contenedores PANTACO ubicada dentro del corredor México-Querétaro, el cual cuenta con la doble vía electrificada

Diseñada originalmente para manejar 3,000 unidades, actualmente tiene la capacidad para alojar 6,000 en épocas de máxima demanda. Para poder operar adecuadamente, la TVM no sólo maneja el área geográfica en donde se ubica, sino que le ha sido asignada un Área Operativa que supera sus límites físicos, esto es. desde la TVM se controla además el flete que tiene como origen y/o destino a las estaciones y escapes ubicados en: Xalostoc, Ecatepec, Los Reyes, Tlalnepantla, San Pedro de los Pinos, Julia, Tacuba y Lechería, lo cual se realiza mediante la utilización de 57 servicios de patio, encargados de la distribución y clasificación de carros y la formación de trenes.

Independientemente de lo anterior, existe una característica que lo diferencia de las demás terminales existentes en el Sistema Ferroviario Mexicano, ya que es la única que opera con locomotoras diesel-eléctricas y locomotoras eléctricas, esto último mediante la utilización de la "Doble Vía Electrificada" (Buenavista - Lechería - Ahorcado - Querétaro) y las vías electrificadas en los patios de Recibo, Despacho Oriente así como los enlaces con el taller de locomotoras eléctricas.

La Terminal Valle de México esta conformada por los siguientes patios:

Recibo, Oriente Poniente de Clasificación, Oriente de Reclasificación y Formación de trenes, Poniente de Reclasificación y Formación de Trenes, Poniente de reclasificación y Formación de Trenes, y Transfers y Pantaco Carga, controlando además las industrias del Área Metropolitana que están subdivididas en sectores de acuerdo a su zona vía puerta.

Actualmente a esta terminal ingresan diariamente al patio de recibo un promedio de 1,300 carros entre cargados y vacíos, mismos que a través de una línea de producción son operados con los servicios de patio

hacia su proceso de pesaje, goteo, clasificación, y en algunas ocasiones reclasificación y por último su despacho.

Para ser posible esta operación, la terminal cuenta con una asignación de 27 locomotoras para los 57 servicios que operan durante las 24 hrs. De los cuales 34 dan servicio a la terminal y los 23 restantes cumplen la función de distribuir y recolectar el flete a industrias.

Para coadyuvar y cumplir con el ciclo de cargadura actualmente se operan 31 trenes de salida, entre unitarios y rápidos de gran itinerario incluyendo los servicios multimodales, así como directos y aquellos denominados turnos.

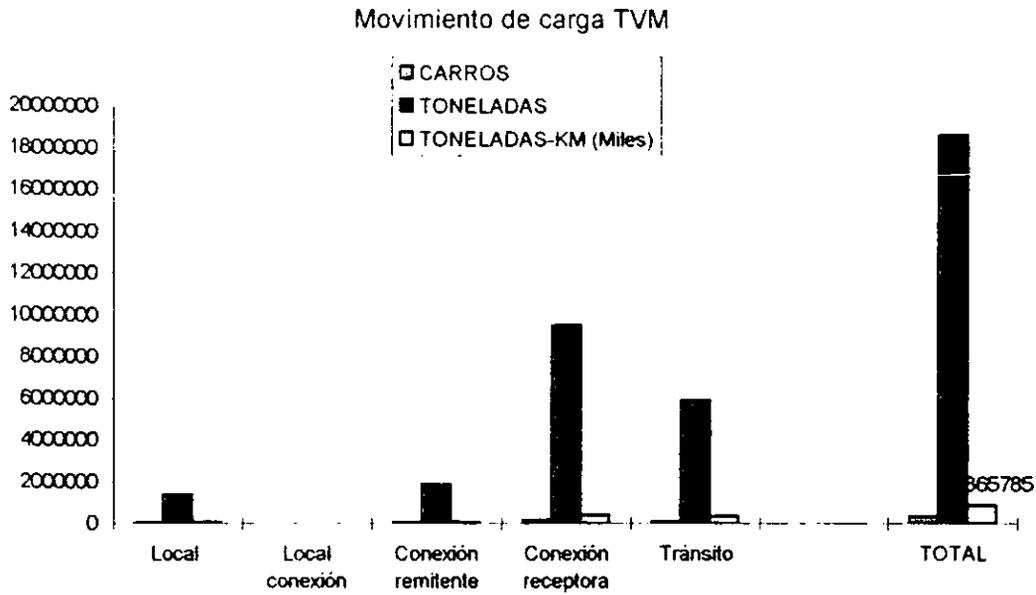
En cuanto a la inspección, reparación y mantenimiento de locomotoras y carros la TVM cuenta con los patios e instalaciones necesarias para efectuar estos trabajos, independientemente de los talleres de locomotoras Diesel-Eléctricas y Eléctricas asignados a la compañía GEC-ALSTHOM.

Esta terminal entre otras facilidades cuenta con SPOT-SYSTEM con capacidad para 40 carros de reparación ligera diaria.

A la terminal llegan trenes procedentes de la ruta Central (Guadalajara y Pacífico), Nacional (Nuevo Laredo), Sureste (Veracruz, Coatzacoalcos), Servicios cortos y del área Metropolitana.

La Terminal del Valle de México es un organismo centralizado que tiene 25% de participación por Ferrocarriles Nacionales de México, 25% de participación por parte de Transportes Ferroviarios Mexicanos, 25% por parte de Ferrocarril Mexicano y el restante 25% pertenece a Ferrosur.

MOVIMIENTO DE CARGA			
Ferrocarril Terminal Valle de México	CARROS	TONELADAS	TONELADAS-KM (Miles)
Local	17774	1383935	73842
Local conexión	9	635	7
Conexión remitente	55007	1848684	62598
Conexión receptora	154387	9496901	392661
Tránsito	99217	5898559	336677
<b>TOTAL</b>	<b>326394</b>	<b>18628714</b>	<b>865785</b>



Gráfica 4.8 Fuente SCT

En la gráfica 4.8 se puede observar lo siguiente: el movimiento en local conexión es casi inexistente, debido principalmente a que es y funciona como Terminal y no como un Ferrocarril Regional. Es de observarse el movimiento en tránsito, ya que es relativamente considerable, esto se debe, como se mencionó anteriormente, sirve de enlace hacia otros corredores.



## ALTAMIRA 1993-1997

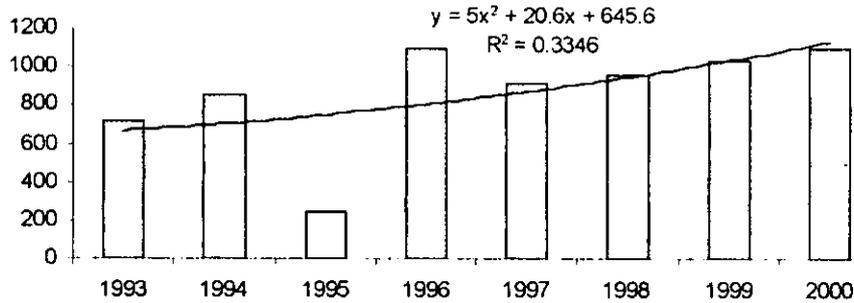
ORIGEN/DESTINO	CONTENEDORES	TONELADAS	INGRESO FACTURADO	Distancia (Km.)
Altamira-Ciudad Frontera	44	717	103305	713
Altamira-Chihuahua	25	546	57675	1354
Altamira-Gregorio García	103	370	185730	846
Altamira-Guadalajara	8	96	11856	1020
Altamira-Lázaro Cárdenas	2609	74023	9418067	1291
Altamira-Mango	3	8	5058	1059
Altamira-Manzanillo	382	11662	1015815	1343
Altamira-Matamoros	109	640	235362	832
Altamira-Monterrey	47	159	65256	507
Altamira-Pantaco	451	9515	1811786	934
Altamira-Querétaro	34	72	28482	816
Altamira-Tampico	18	281	27957	26
Altamira-Veracruz	4	10	8112	1446

ORIGEN/DESTINO	CONTENEDORES	TONELADAS	INGRESO FACTURADO	Distancia (Km.)
Aguascalientes-Altamira	165	704	255063	808
Cd. Industrial-Altamira	5	135	20807	2415
Ciudad Frontera-Altamira	182	959	169376	713
Colima-Altamira	1	2	3356	1269
Cortázar-Altamira	2	35	3665	1086
Chihuahua-Altamira	12	60	14162	1354
Gregorio García-Altamira	182	4034	283256	1020
Guaymas-Altamira	2	58	6869	1294
Lázaro Cárdenas-Altamira	1094	4783	2432469	1291
Mango-Altamira	1409	6336	3194538	1059
Manzanillo-Altamira	970	3498	2109379	1343
Matamoros-Altamira	276	3288	863981	832
Miramar-Altamira	21	48	12622	9
Monterrey-Altamira	6	18	5071	507
Pantaco-Altamira	1661	7038	3235511	934
Querétaro-Altamira	22	85	27779	816
Salina Cruz-Altamira	267	1053	819091	1843
Tampico-Altamira	24	347	36203	26
Torreón-Altamira	2	8	1458	883
Veracruz-Altamira	322	709	491977	1446

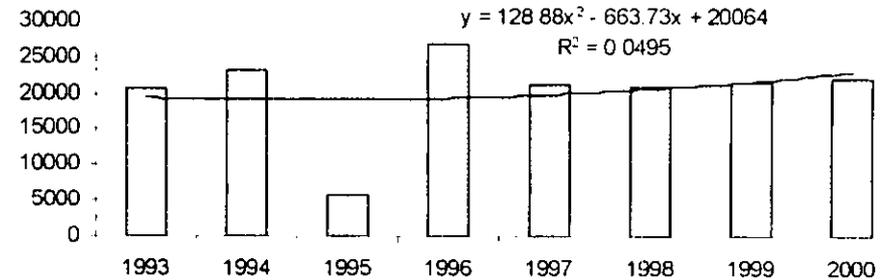
Fuente: Series Estadísticas 1993 a 1997 FNM

# MOVIMIENTO DE CONTENEDORES TRANSPORTADOS 1993 A 1997 Y PRONOSTICO AL 2000

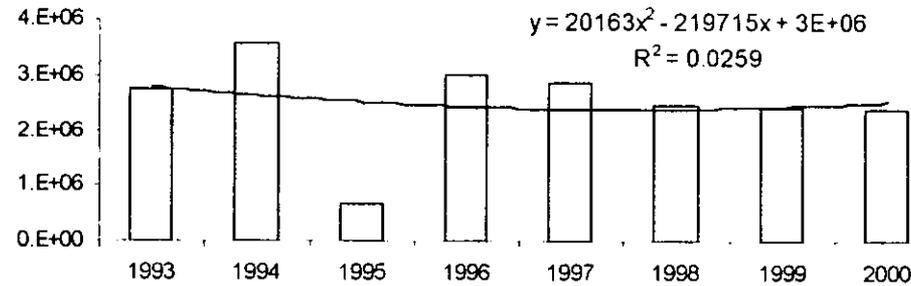
Evolución del número de contenedores  
(Origen Altamira)



Evolución de las toneladas transportadas  
Origen Altamira



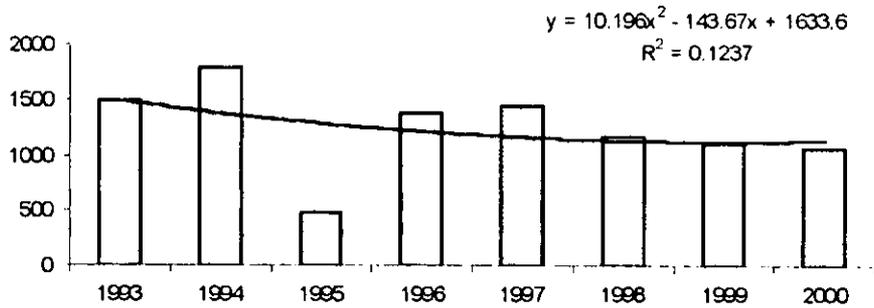
Evolución del Ingreso Facturado  
Origen Altamira



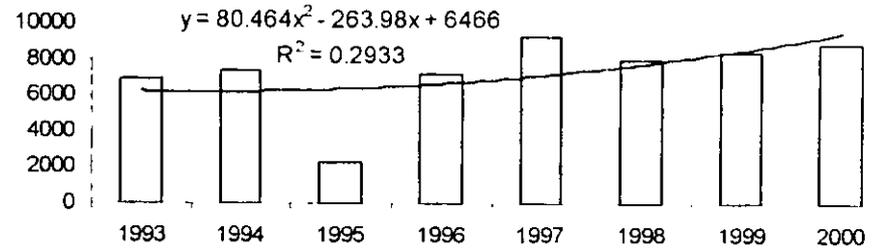
Gráfica 5.2 Fuente FNM

# MOVIMIENTO DE CONTENEDORES TRANSPORTADOS 1993 A 1997 Y PRONOSTICO AL 2000

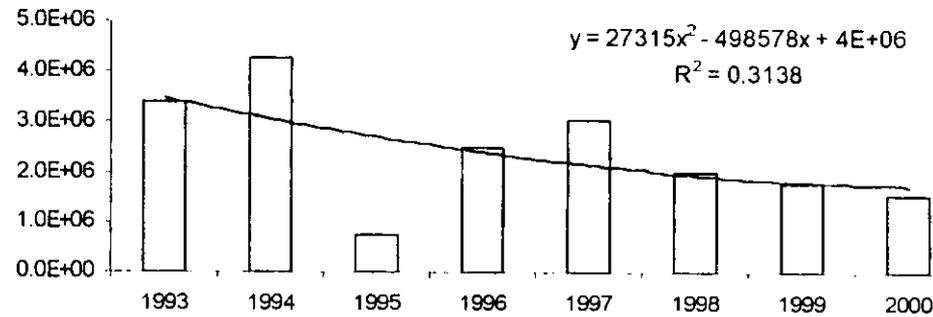
Evolución del número de contenedores transportados  
Destino Altamira



Evolución de las toneladas transportadas  
(Destino Altamira)



Evolución del Ingreso Facturado  
Destino Altamira



V-4

Gráfica 5.3 Fuente FNM

## LAZARO CARDENAS 1993-1997

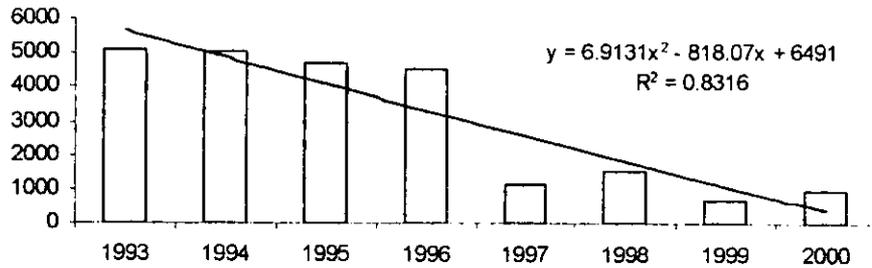
ORIGEN/DESTINO	CONTENEDORES	TONELADAS	INGRESO FACTURADO	Distancia (Km.)
Lázaro Cárdenas-Aguascalientes	392	5791	1326367	786
Lázaro Cárdenas-Altamira	1094	4783	2432469	1402
Lázaro Cárdenas-Guadajajara	318	998	321676	683
Lázaro Cárdenas-Hermosillo	16	377	25313	2173
Lázaro Cárdenas-Hibueras	2924	7266	4724306	1483
Lázaro Cárdenas-Mango	2152	51125	6971789	951
Lázaro Cárdenas-Miramar	3890	8755	4763016	1282
Lázaro Cárdenas-Monterrey	189	616	457228	1512
Lázaro Cárdenas-Pantaco	9331	175451	25669143	819
Lázaro Cárdenas-Salina Cruz	2	4	4453	1622
Lázaro Cárdenas-Veracruz	291	764	371396	1246

ORIGEN/DESTINO	CONTENEDORES	TONELADAS	INGRESO FACTURADO	Distancia (Km.)
Ajuno-Lázaro Cárdenas	4	88	5148	367
Altamira-Lázaro Cárdenas	642	20199	2624929	1402
Cd. Industrial-Lázaro Cárdenas	1	29	5638	2159
Ciudad Juárez-Lázaro Cárdenas	1	24	12398	2173
Coatzacoalcos-Lázaro Cárdenas	26	780	84629	1546
Guadalajara-Lázaro Cárdenas	660	14176	1259116	683
Hibueras-Lázaro Cárdenas	3858	90147	9100425	1483
Mango-Lázaro Cárdenas	635	2943	1021837	951
Manzanillo-Lázaro Cárdenas	11	227	26579	1057
Miramar-Lázaro Cárdenas	10385	219651	18130706	1282
Monterrey-Lázaro Cárdenas	233	4763	943295	1512
Pantaco-Lázaro Cárdenas	1950	21799	2574345	819
Veracruz-Lázaro Cárdenas	1230	13748	1871240	1246

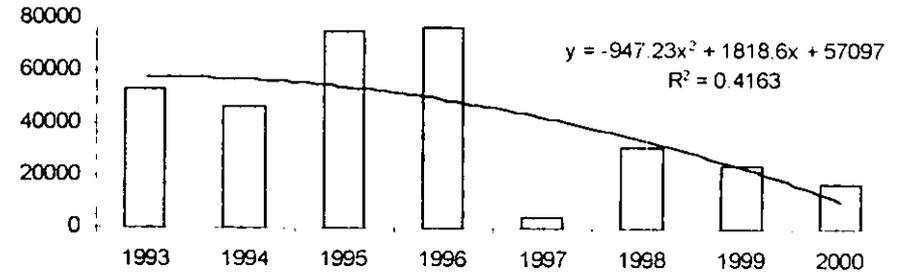
Fuente: Series Estadísticas 1993 a 1997 FNM

# MOVIMIENTO DE CONTENEDORES TRANSPORTADOS 1993 A 1997 Y PRONOSTICO AL 2000

Evolución del número de contenedores transportados  
Origen Lázaro Cárdenas

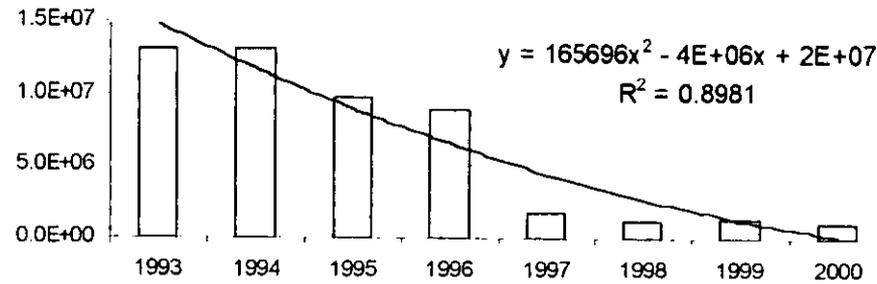


Evolución de las toneladas transportadas  
Origen Lázaro Cárdenas



V-6

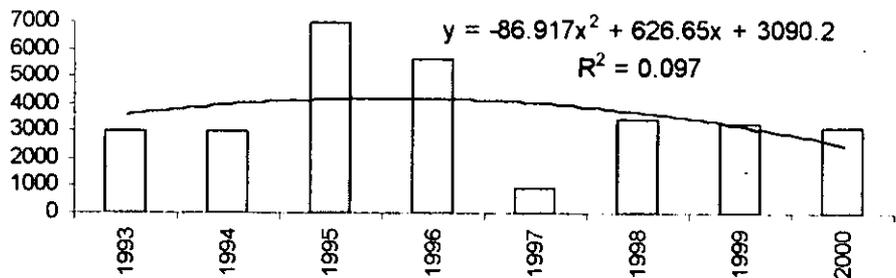
Evolución del Ingreso facturado  
Origen Lázaro Cárdenas



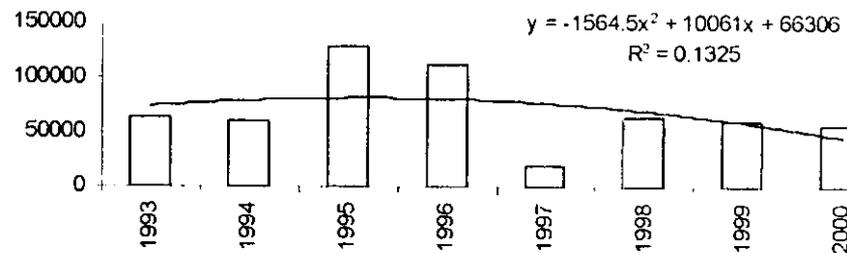
Gráfica 5.4 Fuente FNM

# MOVIMIENTO DE CONTENEDORES TRANSPORTADOS 1993 A 1997 Y PRONOSTICO AL 2000

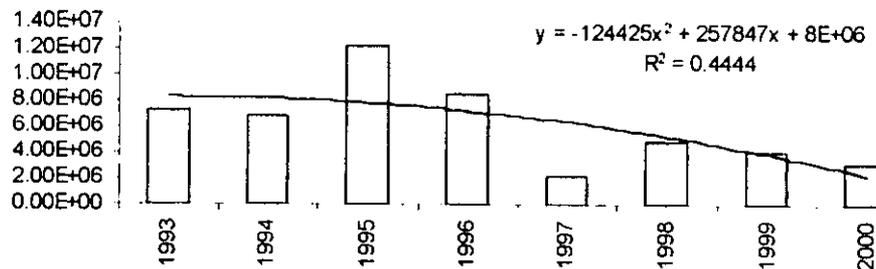
Número de contenedores transportados  
Destino Lázaro Cárdenas



Evolución de las toneladas transportadas  
Destino Lázaro Cárdenas



Evolución del Ingreso Facturado  
Destino Lázaro Cárdenas



Gráfica 5.5 Fuente FNM

L-V

## VERACRUZ 1993-1997

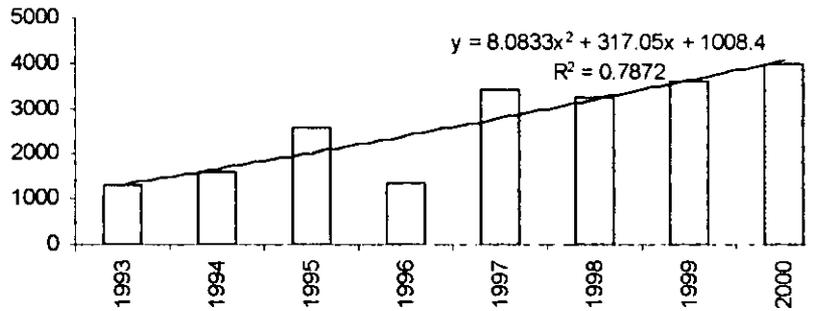
ORIGEN/DESTINO	CONTENEDORES	TONELADAS	Distancia (Km.)
Veracruz-Altamira	322	709	1446
Veracruz-Ciudad Hidalgo	6	14	926
Veracruz-Cortazar	8	18	1085
Veracruz-Cruz Azul	12	161	477
Veracruz-Guadalajara	4	9	1005
Veracruz-Hibueras	4223	9612	530
Veracruz-Lázaro Cárdenas	1230	13748	1246
Veracruz-Manzanillo	49	110	1378
Veracruz-Miramar	6	13	1455
Veracruz-Monterrey	30	132	1467
Veracruz-Pantaco	3961	32888	428
Veracruz-Tampico	431	951	1341

ORIGEN/DESTINO	CONTENEDORES	TONELADAS	Distancia (Km.)
Altamira-Veracruz	4	10	1446
Ciudad Hidalgo-Veracruz	6	116	926
Coatzacoalcos-Veracruz	29	500	405
Cortazar-Veracruz	5	88	1085
Guadalajara-Veracruz	4	116	1005
Hibueras-Veracruz	2159	47463	530
Lázaro Cárdenas-Veracruz	291	764	1246
Mango-Veracruz	58	291	560
Manzanillo-Veracruz	172	511	1378
Mazatlán-Veracruz	39	144	1597
Pantaco-Veracruz	8147	141928	428
Salina Cruz-Veracruz	92	403	514

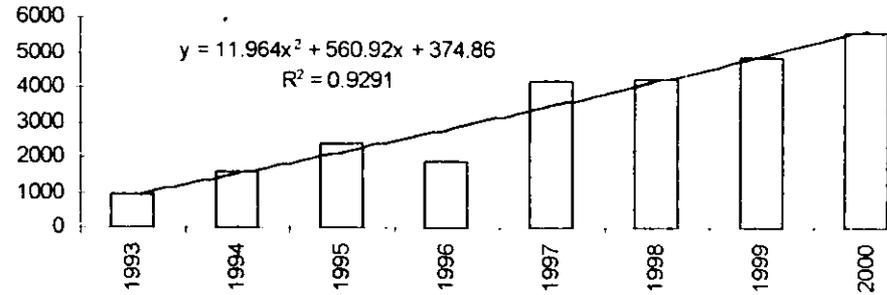
Fuente: Series Estadísticas 1993 a 1997 FNM

# MOVIMIENTO DE CONTENEDORES TRANSPORTADOS DE 1993 A 1997 Y PRONOSTICO AL 2000

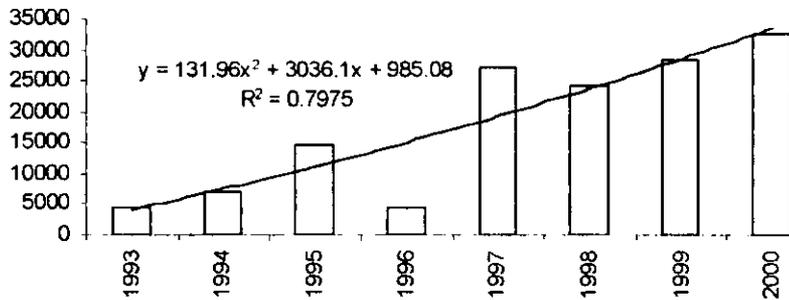
Evolución de número de contenedores transportados  
Origen Veracruz



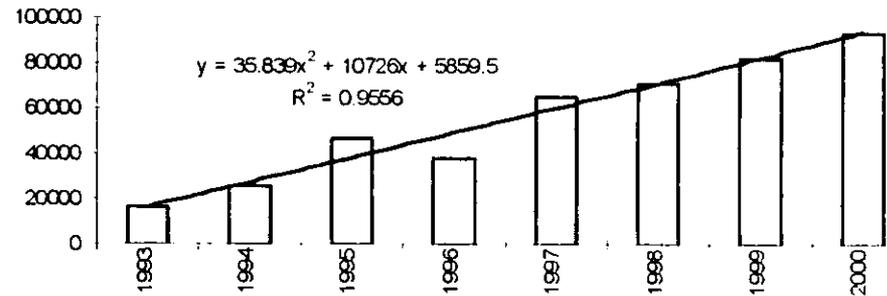
Evolución de Contenedores transportados  
Destino Veracruz



6-1  
Evolución de las toneladas manejadas  
Origen Veracruz



Evolución de las toneladas transportadas  
Destino Veracruz



Gráfica 5.6 Fuente FNM

## MANZANILLO 1993-1997

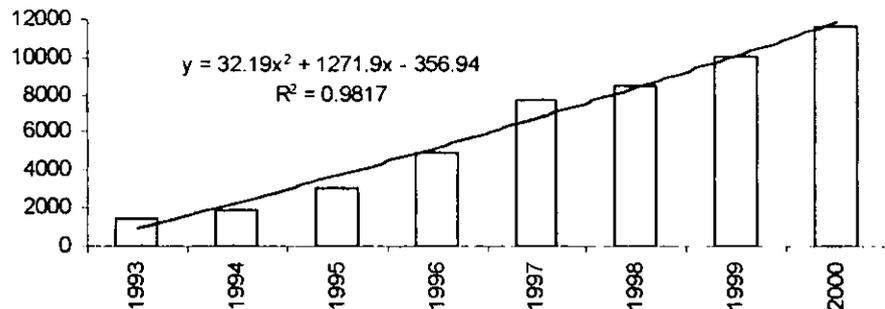
ORIGEN/DESTINO	CONTENEDORES	TONELADAS	INGRESO FACTURADO	Distancia (Km.)
Manzanillo-Aguascalientes	4555	91991	8812808	837
Manzanillo-Altamira	970	3498	2109379	1343
Manzanillo-Chihuahua	32	74	54245	1863
Manzanillo-Gregorio Garcia	522	1880	1460072	1419
Manzanillo-Guadalajara	87	1513	180225	360
Manzanillo-Hermosillo	497	12083	2009200	1086
Manzanillo-Hibueras	170	374	318212	1621
Manzanillo-Lázaro Cárdenas	37	755	76934	1057
Manzanillo-Mango	9	34	20351	1082
Manzanillo-Miramar	3748	8521	5208943	1350
Manzanillo-Monterrey	301	1039	736475	1490
Manzanillo-Pantaco	8080	136173	27550802	950
Manzanillo-Querétaro	44	880	126484	709
Manzanillo-Veracruz	173	515	365924	1378

ORIGEN/DESTINO	CONTENEDORES	TONELADAS	INGRESO FACTURADO	Distancia (Km.)
Aguascalientes-Manzanillo	120	720	330416	837
Altamira-Manzanillo	382	11662	1015815	1343
Cd. Industrial-Manzanillo	47	163	36215	10
Cortazar-Manzanillo	6	108	7221	649
Gregorio Garcia-Manzanillo	498	11124	2056759	1419
Guadalajara-Manzanillo	114	2412	160320	360
Hibueras-Manzanillo	194	5325	565136	1621
Miramar-Manzanillo	2000	41564	3804175	1350
Monterrey-Manzanillo	330	6693	1354064	1490
Pantaco-Manzanillo	1394	34107	3272771	950
Querétaro-Manzanillo	18	330	51575	709
Quim. El Rey-Manzanillo	9	162	22014	1696
Salina Cruz-Manzanillo	10	22	16566	1766
Veracruz-Manzanillo	49	110	90099	1378

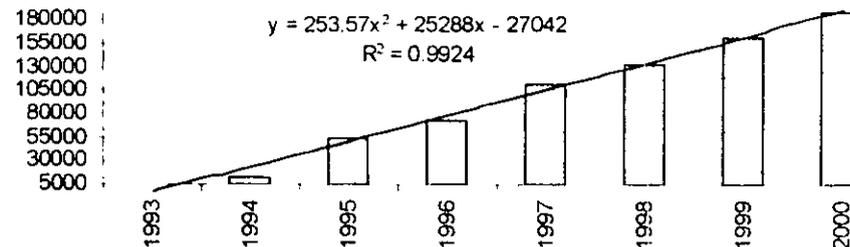
Fuente: Series Estadísticas 1993 a 1997 FNM

# MOVIMIENTO DE CONTENEDORES TRANSPORTADOS DE 1993 A 1997 Y PRONOSTICO AL 2000

Evolución de contenedores transportados  
Origen Manzanillo



Evolución de toneladas transportadas  
Origen Manzanillo



Evolución del Ingreso facturado  
Origen Manzanillo

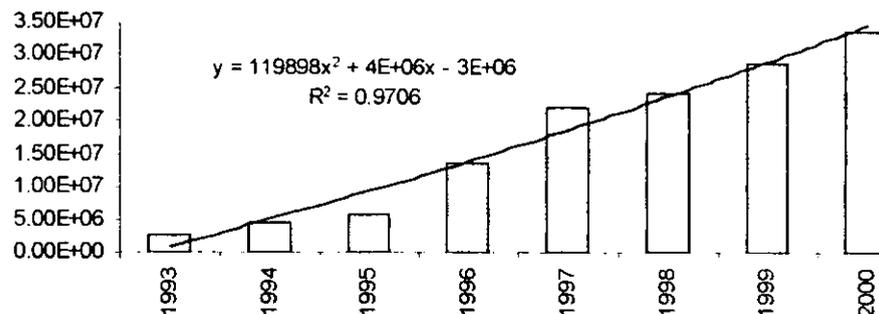
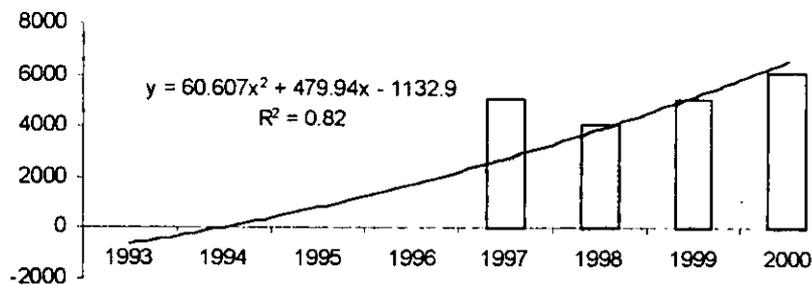


Gráfico 5.7 Fuente FNM

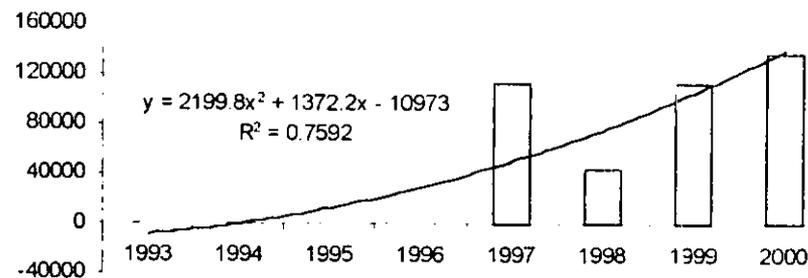
V-11

# MOVIMIENTO DE CONTENEDORES TRANSPORTADOS 1993 A 1997 Y PRONOSTICO AL 2000

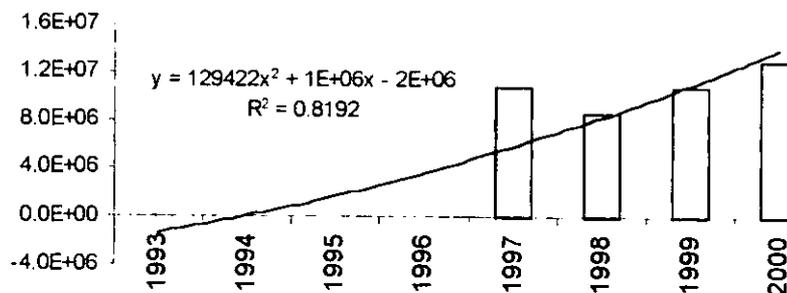
Evolución del número de contenedores transportados  
Destino Manzanillo



Evolución de las toneladas manejadas  
Destino Manzanillo



Evolución del ingreso facturado  
Destino Manzanillo



V-12

Gráfica 5.8 Fuente FNM

El corredor Nuevo Laredo-Pantaco, ocupa más del 50% e la carga contenerizada a nivel nacional. Es importante señalar que tanto las toneladas, como el ingreso facturado es proporcional al número de contenedores transportados.

Se puede observar en términos generales que 1995 refleja una crisis en la carga contenerizada, posteriormente se refleja una mejoría lo cual nos indica que la crisis económica del país repercute en los ferrocarriles, además hay que recordar que el cambio estructural de los ferrocarriles se da en los 90's por lo que lo hace más sensible a los cambios económicos del país.

Tomando como punto de llegada a Pantaco, coincide que los puntos de mayor demanda son los de Nuevo Laredo-Pantaco y Cd. Juárez-Pantaco. La evolución histórica en los últimos años es similar a lo ya comentado, hay una baja en 1995, pues hay una disminución considerable en el número de contenedores transportados, y por lo tanto, también en las toneladas y en los ingresos.

La mayor parte de la carga contenerizada que sale de Altamira (68%) va a Lázaro Cárdenas, la que le sigue es Pantaco por lo que el mayor tonelaje transportado y los mayores ingresos se dan precisamente en esas rutas. La carga que entra a Altamira proviene básicamente de cuatro lados, Pantaco, Lázaro Cárdenas, Mango y Manzanillo y en menor grado de Matamoros y Salina Cruz.

Siguiendo con Lázaro Cárdenas, vemos lo contrario a los casos anteriores, su carga de contenedores va disminuyendo, la mayor parte de los contenedores van a Pantaco, le siguen Miramar e Hibuera.

Analizando la evolución histórica a partir de 1993 vemos que el número de contenedores que llegan a Lázaro Cárdenas es mayor en 1995. Si nos fijamos en los contenedores que salen de este puerto, en este año no son pocos, por lo que nos hace pensar que en 1995 Lázaro Cárdenas disponía de las instalaciones (para maniobras) que otras terminales aún estaban preparando, sin embargo cuando empiezan a operar a un 60-70% de su capacidad instalada le quitan mercado y así también no se muestra tan competitiva como anteriormente se había manifestado.

Los contenedores que más entran a Lázaro Cárdenas provienen de Miramar, seguido de Hibuera, Altamira, Veracruz y Pantaco.

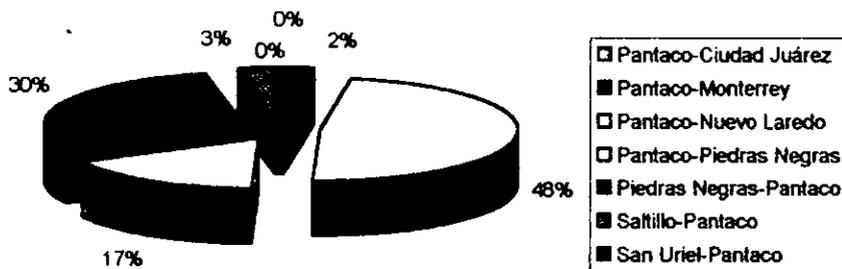
Por su parte, el puerto de Manzanillo incrementó su actividad de llegadas de 1996 a 1997 de hecho casi toda sus actividad de recepción de carga se da en este año, es tan considerable su incremento que se prevé (bajo un modelo de regresión lineal) que se establezca y siga creciendo. La mayor parte de la carga que llega a Manzanillo es de Miramar y Pantaco. Por otro lado la mayor carga se va a Pantaco, Lázaro Cárdenas y Aguascalientes.

Veracruz al igual que Manzanillo ha venido creciendo, en cuanto a su carga contenerizada se refiere, de hecho es uno de los principales puertos de entrada de contenedores al país. Pareciera sencillo creer que la mayor parte de su carga se dirige a Pantaco, sin embargo más de la mitad de su carga es transportada a Hibuera, Pantaco y en menor grado Lázaro Cárdenas.

## 5.2 ANALISIS DEL MOVIMIENTO DE CONTENEDORES PARA LA TERMINAL DEL VALLE DE MEXICO (PANTACO)

ORIGEN/DESTINO	NO. DE PIGGY-BACK	TONELADAS	INGRESO FACTURADO
Pantaco-Ciudad Juárez	3	50	14583
Pantaco-Monterrey	20	310	96768
Pantaco-Nuevo Laredo	442	5474	1767059
Pantaco-Piedras Negras	153	1146	562774
Piedras Negras-Pantaco	272	3048	1939502
Saltillo-Pantaco	26	130	52839
San Uriel-Pantaco	3	83	35704

PIGGY BACKS TRANSPORTADOS de 1993 a 1997  
Origen PANTACO

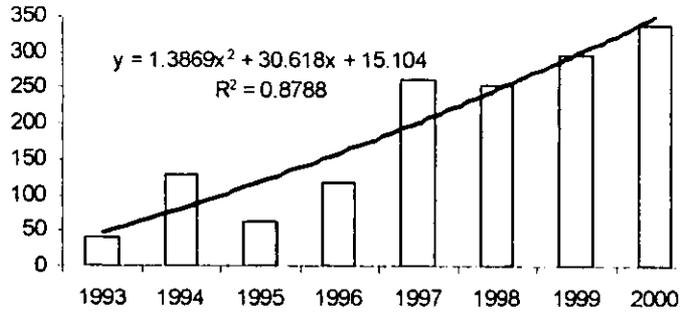


Gráfica 5.9

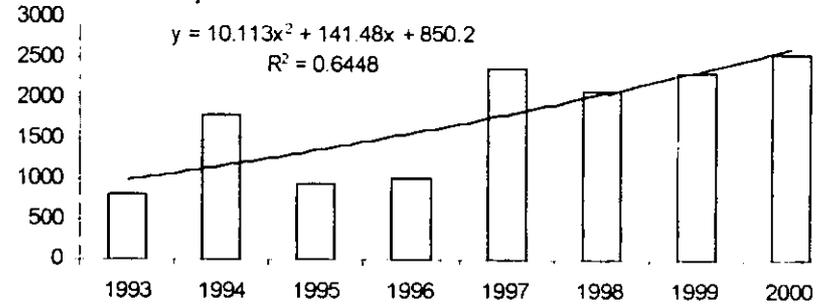
ORIGEN/DESTINO	NO. DE PIGGY-BACK	TONELADAS	INGRESO FACTURADO
Ciudad Juárez-Pantaco	426	7734	3144087
Ciudad Obregón-Pantaco	30	558	260798
Colima-Pantaco	3	80	33754
Chihuahua-Pantaco	61	1336	361802
Durango-Pantaco	2	64	16598
Empalme-Pantaco	32	640	414373
Guadalajara-Pantaco	431	8700	2096650
Irapuato-Pantaco	6	90	9129
Lázaro Cárdenas-Pantaco	1	9	5033
Los Mochis-Pantaco	11	243	105884
Manzanillo-Pantaco	2	80	9309
Matachic-Pantaco	1	15	12144
Mexicali-Pantaco	84	840	692949
Monterrey-Pantaco	33	505	110452
Nogales-Pantaco	80	810	513252
Nuevo Laredo-Pantaco	3107	60795	18223796

# MOVIMIENTO DE PIGGY-BACK TRANSPORTADOS DE 1993 A 1997 Y PRONOSTICO AL 2000

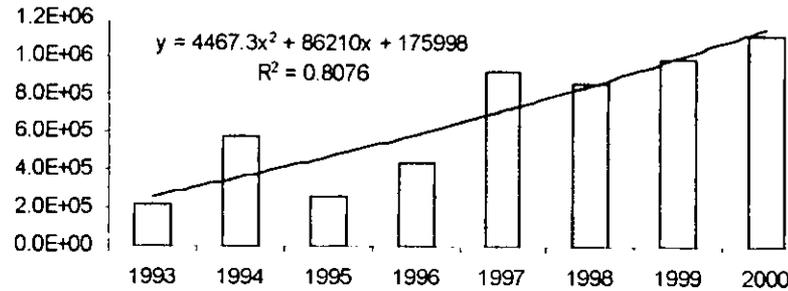
Evolución de Piggy Back Transportados  
Origen Pantaco



Evolucion de toneladas transportadas  
Origen Pantaco



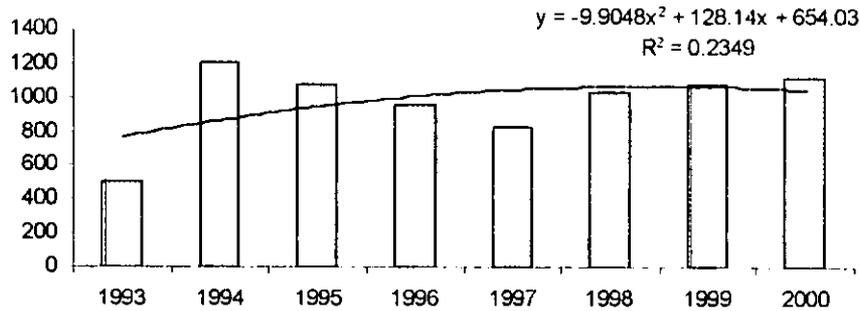
Evolución del Ingreso facturado  
Origen Pantaco



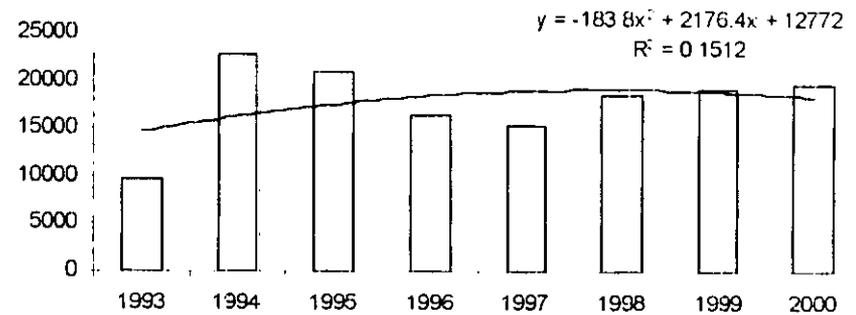
Gráfica 5.10 Fuente FNM

# MOVIMIENTO DE CONTENEDORES TRANSPORTADOS 1993 A 1997 Y PRONOSTICO AL 2000

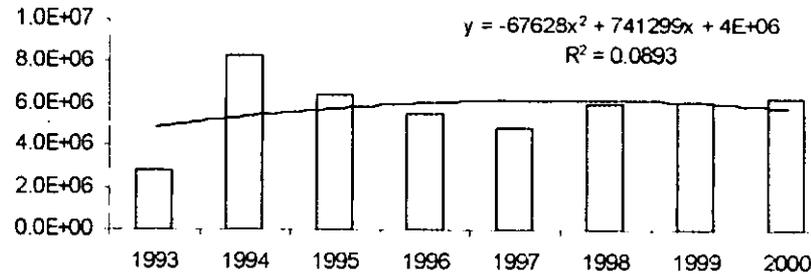
**Evolución de Piggy Back Transportados  
Destino Pantaco**



**Evolución de Toneladas Transportadas  
Destino Pantaco**



**Evolución del Ingreso facturado  
Destino Pantaco**



Gráfica 5.11 Fuente FNM

## EVOLUCION DE PIGGY-BACK 1993 A 1997

AÑO	NO. DE PIGGY BACK	TONELADAS	INGRESO
1993	42	825	224711
1994	130	1808	583997
1995	64	948	261121
1996	119	1015	445127
1997	263	2384	926228
1998	252.9	2093.5	867486
1999	296	2326	993902.4
2000	339.1	2558.5	1120318.8

Se puede observar que más del 50% de la carga transportada por Piggy-back se da en la ruta Nuevo Laredo-Pantaco. Esto se puede deber a la apertura comercial con los Estados Unidos, de esta forma Nuevo Laredo se convierte en una zona importante de afluencia de llegadas y salidas de mercancía.

Por otro lado puede observarse que la carga en Piggy-back se ha venido incrementando año con año, lo que prevé que para los próximos tres años esta tendencia continúe.

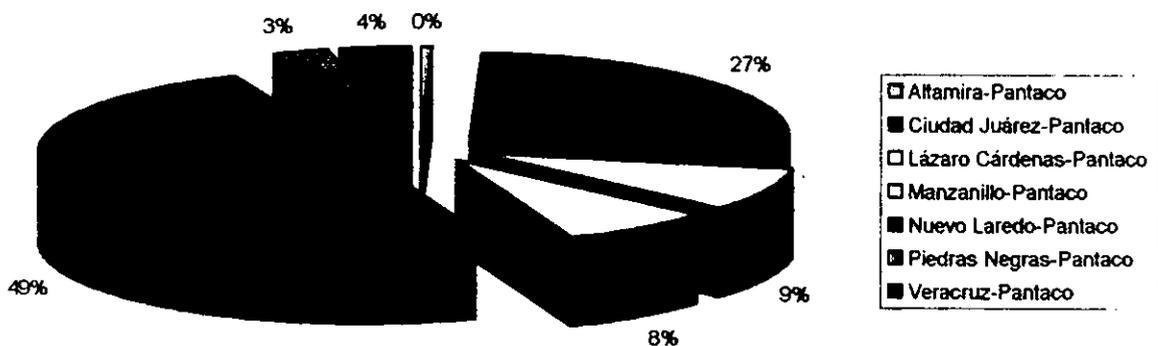
## MOVIMIENTO DE CONTENEDORES TRANSPORTADOS 1993 A 1997 ORIGEN PANTACO

ORIGEN/DESTINO	CONTENEDORES	TONELADAS	INGRESO FACTURADO
Pantaco-Aguascalientes	391	1665	655177
Pantaco-Altamira	1661	7038	3235511
Pantaco-Ciudad Juárez	19347	269658	76723473
Pantaco-Cortazar	9	21	12825
Pantaco-Chihuahua	31	77	44943
Pantaco-Gregorio García	150	780	475884
Pantaco-Guadalajara	27	104	31280
Pantaco-Hibueras	1232	3325	1148518
Pantaco-Lázaro Cárdenas	1950	21799	2574345
Pantaco-Mango	40	154	49955
Pantaco-Manzanillo	1394	34107	3272771
Pantaco-Miramar	684	1630	663630
Pantaco-Monterrey	457	1715	933046
Pantaco-Nuevo Laredo	54458	440071	139232319
Pantaco-Piedras Negras	1667	15317	6424793
Pantaco-Rojas	1	5	1865
Pantaco-Salina Cruz	176	2448	281734
Pantaco-Saltillo	12	80	37789
Pantaco-Tampico	31	534	88665
Pantaco-Veracruz	8147	141928	8557475

En cuanto a los contenedores transportados con destino a Pantaco se tiene lo siguiente:

ORIGEN/DESTINO	CONTENEDORES	TONELADAS	INGRESO FACTURADO
Altamira-Pantaco	451	9515	1811786
Ciudad Juárez-Pantaco	29475	792198	182099096
Chihuahua-Pantaco	26	608	165218
Gregorio García-Pantaco	2	10	5044
Guadalajara-Pantaco	67	206	79999
Lagranje-Pantaco	2	20	4802
Lázaro Cárdenas-Pantaco	9331	175451	25669143
Los Mochis-Pantaco	1	21	7666
Mango-Pantaco	71	213	42981
Manzanillo-Pantaco	8078	136093	27550802
Monterrey-Pantaco	21	71	43275
Nuevo Laredo-Pantaco	53243	578797	267034375
Ojinaga-Pantaco	9	66	76611
Piedras Negras-Pantaco	2963	26191	15945899
Querétaro-Pantaco	54	242	45864
Rojas-Pantaco	20	77	15883
Salina Cruz-Pantaco	355	1237	518699
Tampico-Pantaco	1	2	872
Veracruz-Pantaco	3961	32888	5168407

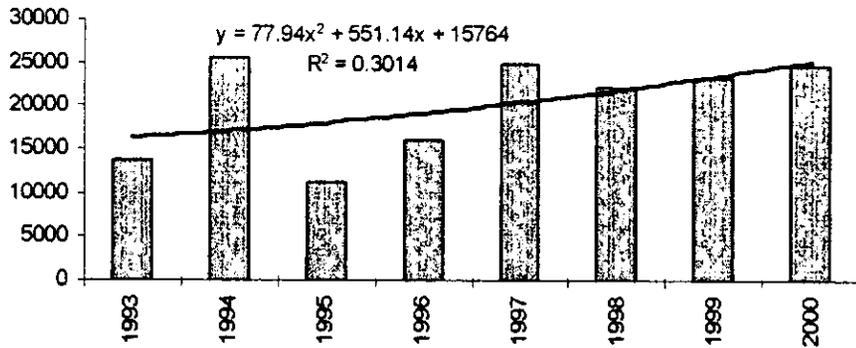
CONTENEDORES TRANSPORTADOS de 1993 a 1997 Destino PANTACO



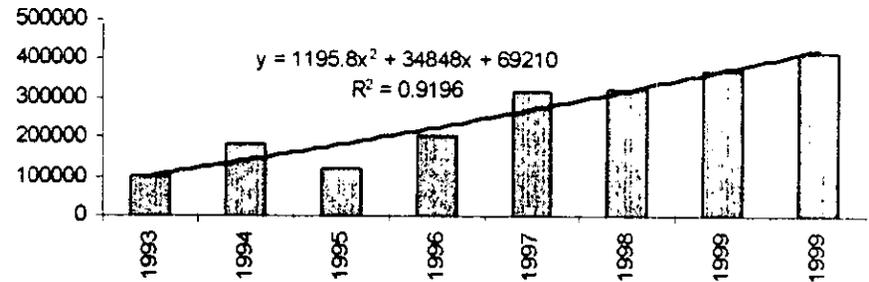
Gráfica 5.12 Fuente Series Estadísticas FNM

# MOVIMIENTO DE CONTENEDORES TRANSPORTADOS 1993 A 1997 Y PRONOSTICO AL 2000

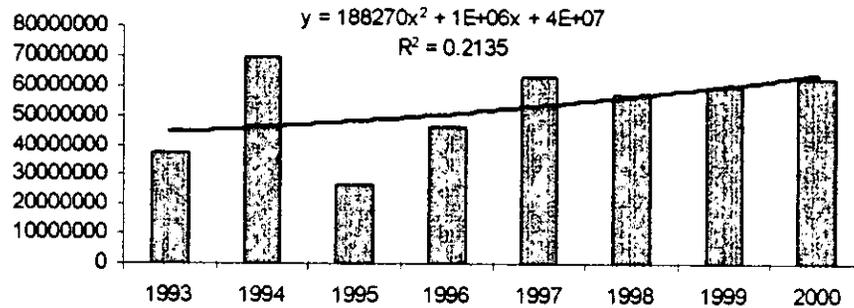
Evolución de Contenedores Transportados (Origen Pantaco)



Evolución de Toneladas Transportadas (Origen Pantaco)



Evolución del Ingreso facturado (Origen Pantaco)



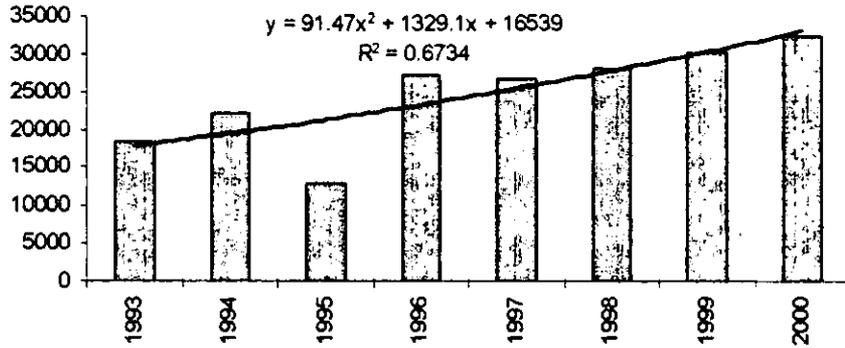
Gráfica 5.13 Fuente: FNM

V-19

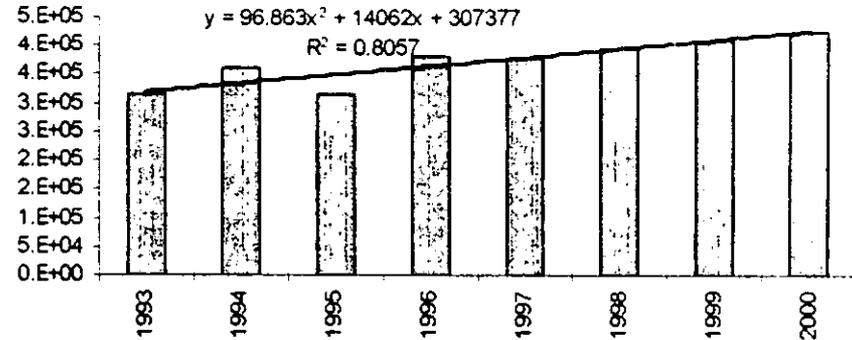
ESTADÍSTICAS DE LA SALUD DE LA BIOTECNOLOGÍA

# MOVIMIENTO DE CONTENEDORES TRANSPORTADOS 1993 A 1997 Y PRONOSTICO AL 2000

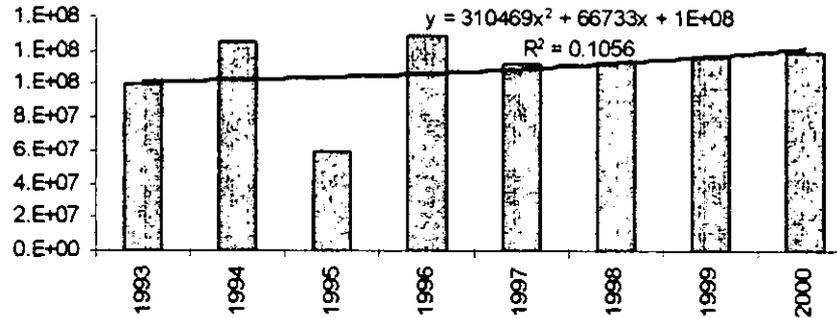
Evolución de Contenedores transportados (Destino Pantaco)



Evolución de Toneladas Transportadas (Destino Pantaco)



Evolución de ingreso facturado (Destino Pantaco)



Gráfica 5.14 Fuente: FNM

## EVOLUCION Y COMPORTAMIENTO DEL MOVIMIENTO DE CONTENEDORES DESTINO PANTACO

FECHA	NO. DE CONTENEDORES	TONELADAS	INGRESO FACTURADO
1993	18614	315330	100099671
1994	22303	361523	125247265
1995	13042	314832	59398111
1996	27264	382358	129026605
1997	26895	379579	112514772
1998	28080.5	395524.3	113840147.4
1999	30232.8	410457.6	116701101.6
2000	32385.1	425390.9	119562055.8

## EVOLUCION Y COMPORTAMIENTO DEL MOVIMIENTO DE CONTENEDORES ORIGEN PANTACO

AÑOS	NO. DE CONTENEDORES	INGRESO FACTURADO	TONELADAS
1993	13827	37735771	103075
1994	25675	70074302	184208
1995	11301	26884995	126256
1996	16069	46499455	207498
1997	24893	63250775	319482
1998	22110.8	57125607.9	324935
1999	23363.4	59871124	370545
2000	24616	62616640.1	416156

### 5.2.1 REQUERIMIENTOS TERMINAL PANTACO

Es indudable que los servicios que presta la Terminal de Pantaco de contenedores han aumentado, prueba de ello es el incremento de importaciones y exportaciones de la Terminal. No obstante, la terminal tiene algunas deficiencias, que hasta el momento no han interferido en su funcionamiento.

La más notoria es sin duda la dañada carpeta asfáltica del patio de contenedores vacíos, sin embargo en este patio las obras de carga y descarga se hacen de una forma más rápida que en el patio de contenedores cargados, por lo cual, a pesar de ser una deficiencia no interfiere de una manera significativa en funcionamiento.

De esta forma se ha determinado el arreglo del asfalto a corto plazo manejándose un período (aproximado de tres meses), aunque no es prioritario en este momento. La forma del mantenimiento

tendrá que hacerse de una manera seccional, es decir se tendrá que hacer por partes, debido básicamente a que el trabajo de la terminal no puede interrumpirse en su totalidad.

En el caso del patio de contenedores cargados es distinto pues el mantenimiento que se le da a la carpeta asfáltica es más constante, debido a que en esta parte de la Terminal no puede haber "baches", pues entorpecería la fluidez de la circulación del autotransporte, y debe recordarse que aquí se manejan por tiempos las maniobras de carga y descarga.

Otro problema que tiene la Terminal de Pantaco, es la falta de espacios para la realización de tareas administrativas. El trabajo se ha venido incrementando y la Terminal requiere de espacios adecuados para la realización de tareas técnicas y administrativas que se deben realizar para ofrecer un servicio de transporte a los usuarios, esto si es una prioridad para la Terminal de contenedores. Para ello se encuentra en construcción un edificio en el patio de contenedores vacíos, el cual se terminará en menos de un mes. La construcción viene a resolver la problemática planteada. Mientras tanto el personal de esta área tiene asignado un espacio en el taller de mantenimiento.

Por otro lado, y atendiendo esta misma problemática, se tiene planeado realizar la construcción de otro edificio en el patio de contenedores cargados, que seguramente se iniciará cuando se concluya el edificio del patio de contenedores vacíos.

La Terminal se encuentra en un proceso de transformación, el incremento de sus servicios hace que se den los cambios. Y otro cambio que ya se vislumbra es la obtención de equipo para las tareas de carga y descarga. En el área de contenedores vacíos, se adquirirá una grúa de pórtico, con la cual se conseguirá que las operaciones se realicen en menos tiempo de lo que se realizan en la actualidad. En cuanto a esto, se tiene un problema que parece sencillo pero que en realidad no lo es tanto; en esta área se localizan unos cables eléctricos que son necesarios para las instalaciones de la Terminal, la grúa de Pórtico no puede funcionar, pues los cables le estorbarían en su función. Este problema se está analizando por el personal de la Terminal, pues ambas cosas son importantes para la Terminal de contenedores.

En cuanto al equipo del área aduanizada (contenedores cargados) se está pensando en adquirir equipo como una grúa de Pórtico, equipo de montacargas y cargadores frontales, sin embargo esto por el momento no es seguro, primero se tiene que ver si la tendencia de las importaciones y exportaciones de la Terminal de contenedores de Pantaco continua en ascenso. De ser así, se destinarán partes de los ingresos en la adquisición del equipo antes mencionado, sin embargo, este proyecto es a largo plazo, ya que en la actualidad la prioridad de la Terminal es terminar lo que actualmente está en proceso.

En el futuro se espera contar con equipo de computo actualizado, personal capacitado, instalaciones adecuadas a los requerimientos del mercado y el mejoramiento del servicio.

---

## CONCLUSIONES

### TRANSPORTE

La evolución de los transportes es de origen económico, ya que de un 10 a 15% del valor del producto es destinado para ello.

El transporte ferroviario en México a lo largo de su historia se ha tenido que sujetar a diferentes toma de decisiones, por lo que en algún tiempo quedo relegado a segundo término, propiciando su descapitalización. Sin embargo en la gestión de FNM al frente de los ferrocarriles durante los años ochenta se dio la inversión más grande a este sector, aunque también las condiciones económicas futuras no fueron las más favorables y tomaron más crítica su situación.

Las concesiones y privatizaciones al ferrocarril actual no son un hecho aislado, obedecen a las actuales necesidades del mercado mundial.

En términos generales, México no cuenta con la infraestructura para satisfacer las demandas futuras pese a las crisis recurrentes que se han vivido en los últimos años, que no han permitido un crecimiento sostenido de la economía y por lo tanto del transporte.

### FERROCARRIL

El renacimiento del ferrocarril en México es un fenómeno irreversible que se gesto desde los Estados Unidos con el renacimiento de su propio sistema ferroviario.

La renovación de este modo de transporte ha sido provocada en primera instancia, por la transformación del espacio industrial mundial, provocando una reestructuración de las cadenas de transporte.

La tecnología ferroviaria y la manera de operar en México, ha creado una dependencia directa con los Estados Unidos.

Ha partir de la reestructuración ferroviaria se crean también los mecanismos para una forma de monopolios en los diferentes corredores ferroviarios.

La participación del ferrocarril en el mercado de carga a perdido competitividad, pasando de un 22.8% del total de carga manejado en la década de los 70, al transportar menos del 12%, en contraparte, el autotransporte participa con el 87.4% de la carga a nivel nacional.

Existen ventajas comparativas entre la utilización del autotransporte y la utilización del ferrocarril, pero la más importante sigue siendo el tiempo y la flexibilidad de entrega en los productos.

Los principales productos manejados por ferrocarril son productos clasificados como industriales (46%), sin embargo de esa clasificación sólo un pequeño porcentaje (12%) corresponde a productos industriales semielaborados y tráfico de contenedores.

El movimiento de contenedores transportados en los últimos años no es precisamente lo que se esperaba ha inicios de esta década, aunque hubo un crecimiento notable sobre todo en los primeros años, este crecimiento se ha estabilizado, incluso llegando en algunos casos ha decrecer.

El corredor Nuevo Laredo-Pantaco, maneja más del 50% de la carga contenerizada, y debido a la influencia de los Estados Unidos se espera se maneja un porcentaje similar en los siguientes años.

En el caso de Altamira el movimiento de contenedores se estima en unos 1400 que salen por unos 1500 que llegan anualmente, presenta un crecimiento sostenido de un 2% anual.

En el puerto de Lázaro Cárdenas no sólo no ha crecido en los últimos años, sino se espera que el volumen de carga contenerizada disminuya en los siguientes años, presentando en 1998 menos de 35,000 Ton-Km transportadas a las casi 70,000 Ton-Km. que se realizaron en 1995.

Sin embargo en Veracruz y Manzanillo, se observa un crecimiento del 5% anual, este crecimiento en apariencia no se ha visto afecto por las últimas crisis económicas del país.

#### MULTIMODAL

La importancia comparativa entre el autotransporte y el ferrocarril, esta en la complementariedad de uno con respecto al otro.

Los servicios de transporte están en relación con las necesidades de los usuarios y no en el control de los medios de arrastre.

A partir de este entendimiento los agentes de carga, tuvieron que reactivar a los ferrocarriles, logrando hacer del intermodalismo una actividad sumamente rentable, que se convirtió en la solución para salvarse de una quiebra casi segura.

El tiempo total de entrega se ha vuelto el punto esencial a resolver y no la velocidad de los trenes. En este contextó el manejo de las terminales se ha convertido en un aspecto central para la productividad y la efectividad de los servicios prestados.

La infraestructura para el manejo de contenedores juega un papel muy importante, ya que la carencia de esta o las condiciones de esta influyen de manera directa en el desarrollo de la región.

El movimiento contenerizado vía marítima esta siendo absorbido por la grandes empresas multinacionales, las cuales aseguran los servicios puerta a puerta desde su origen.

Un 85% de la carga de importación y exportación se traslada por mar.

A pesar de que a nivel nacional existen mas de 19 puertos de alto porte, sólo cuatro manejan buques contenerizados.

Lázaro Cárdenas es el puerto más importante para el manejo de contenedores pese a ello sólo cuenta con una sola vía ferroviaria.

Altamira es una de los puertos más importantes para el capital extranjero ya que pasan por el para más de cuarenta destinos.

La utilización del contenedor permite transportar productos de mayor valor agregado.

La modificación de flujos de materias primas y mercancías favoreció la reconstrucción y adaptación de la terminal de Pantaco.

Las expectativas en 1990 para el movimiento de contenedores en Pantaco eran tales que se iniciaron los trabajos de remodelación de la misma, sin embargo las proyecciones realizadas en aquel tiempo no cumplieron con las expectativas marcadas.

El tráfico de contenedores debe ser concentrado en un número limitado de puertos favorablemente localizados y bien equipados y sobre todo conectados con los demás modos de transporte.

En apariencia el intermodalismo en México tiende a convertirse en un servicio para el comercio internacional e intercambio de productos y no como en los Estados Unidos y Canadá que se convirtió en el medio para hacer rentables a los ferrocarriles.

## RECOMENDACIONES

La integración de los modos del transporte debe ser total, donde cada modo de transporte haga lo que funcionalmente deba hacer, y no subestimar modalidades ni exagerar en el uso de otras.

La conservación y mantenimiento de la infraestructura debe ser atención prioritaria, antes de la construcción de nuevas obras.

El fomento a la investigación en el sector transporte no debe ser un hecho aislado entre universidades y centros de investigación por una parte y por otra la investigación que llevan a cabo los directivos y empresarios.

El potencial de los ferrocarriles debe ser el traslado de productos de alto valor agregado incluyendo el de pasajeros.

# BIBLIOGRAFIA

Olivera Bustamante, Fernando.

*Estructuración de Vías Terrestres.*

2<sup>da</sup> Edición. México, CECSA, 1996. 413 pp.

Togno M., Francisco.

*Ferrocarriles.*

2<sup>da</sup> Edición. México, Representaciones y Servicios de Ingeniería,  
1986. 506 pp.

Enríquez de Dios, Juan José.

*Transporte Internacional de Mercancías.*

España, ESIC, 1994. 277 pp.

Crespo Villalaz, Carlos.

*Vías de Comunicación. Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, puentes y puertos.*

México, Limusa, 1982. 688 pp.

Oliveros Rives, Fernando; Mejía Puente, Manuel; López Pita, Andrés.

*Tratado de Ferrocarriles.*

España, Rueda, 1980. 692 pp.

Megaw, T.M.; Bartlett, J.V.

*Túneles. Planeación, diseño y construcción.*

Versión en español de Alberto García Ferrer.

México, Limusa, 1990. 360 pp.

Merritt, Frederick.

*Manual del ingeniero civil. Vol III.*

México, McGraw-Hill., 1984.

*La revolución de los ferrocarriles y el transporte intermodal en América del Norte.*

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte, Documento técnico  
No. 16. Sanfandila, Querétaro, 1995. 113 pp.

*Estudio de pesos y dimensiones de los vehículos de carga que circulan por las carreteras nacionales.*

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte, Documento técnico  
No. 18. Sanfandila, Querétaro, 1996. 106 pp.

*Un análisis de reparto modal de carga entre carretera y ferrocarril.*

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte, Documento técnico No. 76. Sanfandila, Querétaro, 1995.

*Lineamientos generales para la apertura a la inversión en el sistema aeroportuario mexicano.*

México, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1998.36 pp.