



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**SISTEMA FERROVIARIO
EN MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

GARCÍA GÓMEZ HUGO

MENDEZ GARCÍA LUZ ARELI

ASESOR DE TESIS:

ING. RICARDO CORDERO RODRIGUEZ

2014



FES Aragón



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

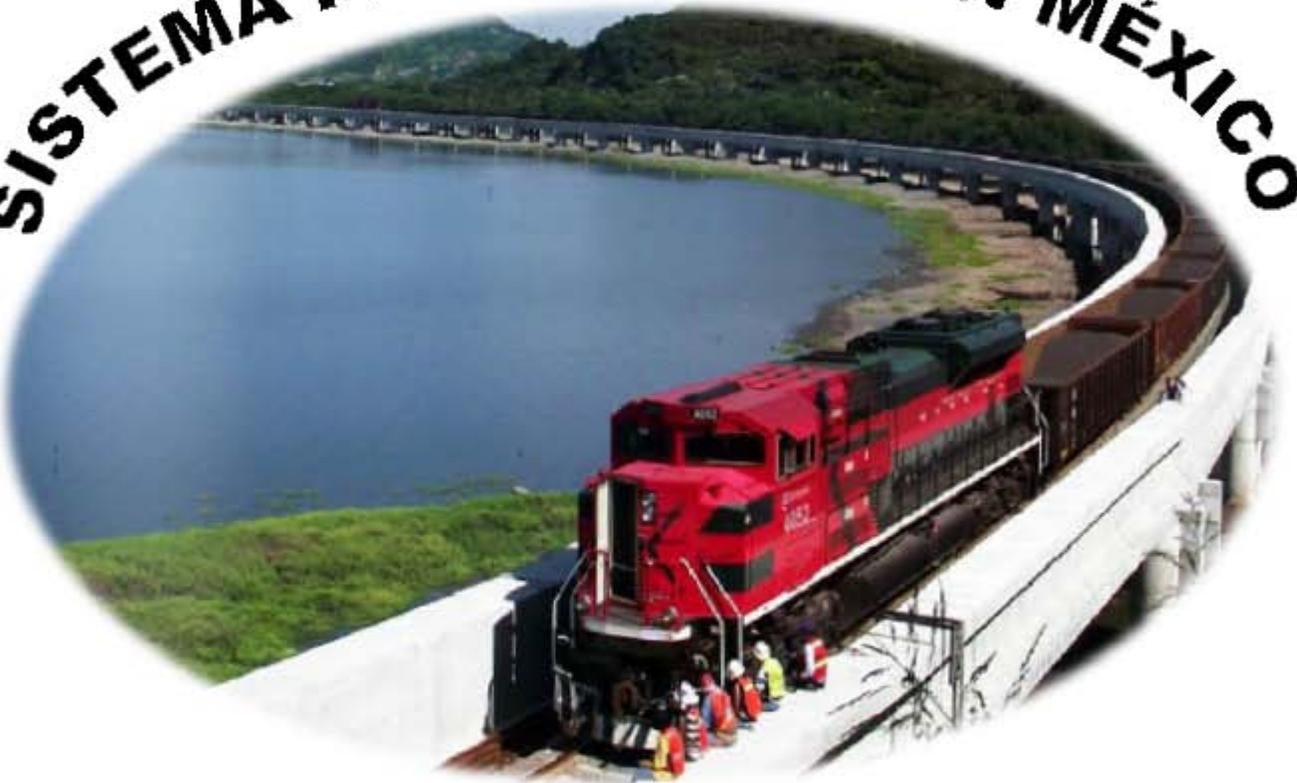
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

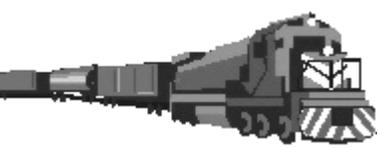
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO





AGRADECIMIENTOS

HUGO GARCÍA GÓMEZ:

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Jaime García y Ana María Gómez por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida; sobre todo por ser un gran ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos: Diego, Edson y Ana Gabriela por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.

A mi novia Claudia por llenar mi vida de alegrías y amor cuando más lo he necesitado, por ser una parte muy importante de mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, pero sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

A mis amigos los oxidados por todos los momentos que pasamos juntos, por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaré y por todos los campeonatos que ganamos.

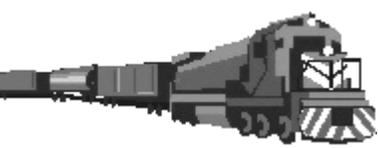
A mi tío Sabino García por ser una parte muy importante de mi vida por el apoyo que me brindó desde el día que entre a la universidad y por los buenos consejos que ha compartido conmigo, pero sobre todo por ser una persona digna de admiración y respeto.

A mis profesores de la Fes Aragón, les agradezco por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera, por su tiempo, amistad y por los conocimientos que me transmitieron.

A luz Areli por haber sido una excelente compañera de tesis y amiga, por haberme tenido la paciencia necesaria y por motivarme a seguir adelante en los momentos de desesperación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón. Sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.



AGRADECIMIENTOS

LUZ ARELI MÉNDEZ GARCÍA

En este presente trabajo de tesis quiero dar gracias principalmente a Dios, por darme la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Rosa María García, por ser el pilar principal y por demostrarme siempre su cariño, su apoyo incondicional y formarme con buenos principios y valores, lo cual me han ayudado a salir adelante.

A mi padre Mario Méndez por su gran apoyo a pesar de la distancia siempre ha estado allí dándome ánimos y consejos para lograr mis metas.

A mis hermanos Ussiel, Emmanuel, Gamaliel y Miriam por su gran cariño, comprensión, ayuda y sobre todo su apoyo para lograr este decoro.

A mis abuelos Bartolo Méndez y Teresa Zúñiga, por brindarme su cariño y su ayuda incondicional, a mi tía Luz María Méndez por ser ejemplo que con perseverancia, dedicación y fuerza de voluntad se puede lograr todo lo que uno se proponga hacer.

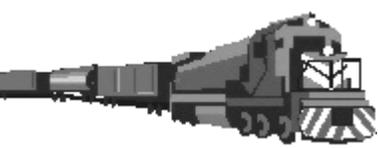
A mi amigo y compañero de tesis Hugo García Gómez por su dedicación, entrega y paciencia para hacer realidad este proyecto.

A mis amigos Fátima, Alejandra, Gustavo, Alejandro, Martha, Guadalupe, Azael, Ángel (compañeros y amigos de la carrera de ingeniería) por su compañía, apoyo ánimo y paciencia.

A mis profesores de la FES Aragón, por su dedicación y sus conocimientos transmitidos en cada materia.

Al economista Emilio Sacristán Roy ex presidente de la AMF (asociación mexicana de ferrocarriles) por su apoyo de información y punto de vista para concluir esta investigación.

A TODOS MUCHAS GRACIAS Y QUE DIOS LOS COLME DE BENDICIONES



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

INTRODUCCION

El transporte es indispensable para cualquier comunidad, desde tiempos remotos el hombre se ha desplazado para satisfacer sus necesidades, en la sociedad moderna, el transporte propicia el rápido movimiento de personas y mercancías y hace posibles innumerables procesos económicos, sociales políticos, comerciales y recreativos. El transporte desempeña un papel esencial en la vida moderna, es más, difícilmente se puede concebir una sociedad futura en la que no continúe siendo de primordial importancia

El ferrocarril o “camino de hierro” tiene en su nombre su sentido “sistema de transporte terrestre el cual es guiado sobre rieles de cualquier tipo cuyo material es normalmente acero”.

En México, el ferrocarril ha sido testigo del inicio de dos siglos y actor principal en la historia mexicana. El ritmo de la locomotora sobre los rieles es parte esencial en el desarrollo de pueblos y ciudades, así como en el crecimiento económico del país.

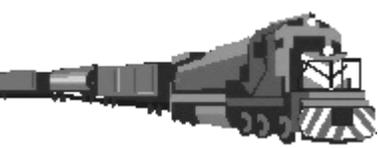
Los ferrocarriles realizan cada vez más alianzas comerciales con operadores logísticos, compañías marítimas y de autotransporte para proveer a sus clientes la combinación de modalidades de forma más económica.

HIPÓTESIS

En el presente documento se hace un análisis profundo del sistema transporte ferroviario, ya que es de gran importancia el desarrollo de un diagnóstico de este transporte de carga, dado que con base en él se pueden identificar oportunidades y áreas prioritarias que impulsen y apoyen este sector. El auge de las relaciones comerciales internacionales y el crecimiento del país han determinado la conveniencia de que se utilice cada vez con mayor intensidad el transporte ferroviario.

Con este trabajo se pretende hacer una propuesta, y de alguna manera cubrir el vacío que hay en cuanto a una visión integrada del transporte ferroviario, dado que no sólo se detectan los principales problemas de este modo de transporte, tales como que se puede hacer para dar un impulso a una dinámica de crecimiento, para atender con mayor seguridad y eficiencia los mercados nacionales y proyectar el comercio de nuestro país hacia el exterior en condiciones más favorables de competitividad.

La aportación del trabajo consiste en generar conocimiento objetivo con base en información y expectativas que hoy en día se tienen para un futuro, y hacer una



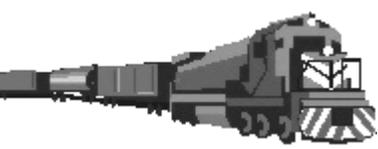
SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

comparación del sistema ferroviario en México con los países de primer mundo y descubrir de manera global que es lo que hace falta para llegar a esos niveles.

OBJETIVOS

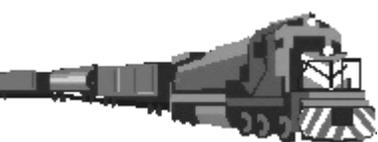
El objetivo de este trabajo es el de dar a conocer de una manera más clara y concreta la importancia de considerar al ferrocarril como un medio de transporte multimodal e intermodal, seguro y eficiente, así como:

- Describir la importancia de rescatar el patrimonio ferroviario nacional no sólo radica en su pasado, sino en la cultura social de convivencia hacia el ferrocarril que requiere ser desarrollada de forma participe y viva.
- Demostrar cómo se integra y se constituye una vía férrea con todos sus elementos.
- Dar conocimientos básicos del proceso constructivo de una vía férrea y describir sus componentes principales de una estación ferroviaria.
- Mostrar la participación de nuestro sistema ferroviario por las cuatro grandes concesionarias y sus principales rutas de servicio que operan.
- Mostrar la integración del sistema ferroviario y su interrelación con el resto de medios de transportes de forma efectiva, flexible y alineada a la estrategia de competitividad y conectividad requerida.



CONTENIDO

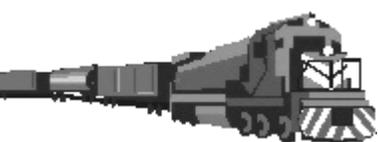
- 1. ANTECEDENTES DEL FERROCARRIL.** Información fue obtenida de:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/capasso_g_ag/capitulo1.pdf) Breve reseña de los ferrocarriles mexicanos, Transporte e Industria. <http://www.estaciontorreon.galeon.com/productos627821.html>
<http://www.imt.mx/> IMT - Instituto Mexicano del Transporte
- 2. CONSTITUCIÓN DE UNA VÍA FÉRREA.** Información fue obtenida de: Temas selectos de ferrocarriles UNAM, libramiento ferroviario Celaya Guanajuato, FERROMEX Guadalajara. [http://www.imt.mx/IMT - Instituto Mexicano del Transporte](http://www.imt.mx/IMT-InstitutoMexicano-del-Transporte)
- 3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.** Información fue obtenida de: Tesis Incorporación No 8727 – 15. A la Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela de Ingeniería Civil.
TEMA: analizar el proceso constructivo del libramiento ferroviario de Tehuantepec, Oaxaca del km 7 + 400 al 10 + 000 y del 12 + 600 al 15 + 019 de la vía federal Matías romero – salina cruz.
- 4. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE SU ESTRUCTURA.** Información fue obtenida: libro de ferrocarriles Francisco M. Tognó. Asesor técnico de ferrocarriles de México pagina 447.
- 5. CLASIFICACIÓN DE VAGONES, LOCOMOTORAS, CARGA Y TRANSPORTE MULTIMODAL.** Información fue obtenida:
<http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>, Multimodalismo en infraestructura logística SCT Lic. Oscar S. Corzo, <http://www.alstom.com/>, <http://www.siemens.com/entry/cc/en/.com>, <http://www.bombardier.com/en/transportation.html>
- 6. DIAGNÓSTICO DEL MODO FERROVIARIO AÑO 2000 AL 2012** Información fue obtenida: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGTFM/Anuarios_DGTFM/Anuarios_pdf2010-2011-2012/Anuario.pdf
- 7. PARTICIPACIÓN DE LAS CONCESIONARIAS DEL FERROCARRIL EN MÉXICO Y SUS PRINCIPALES RUTAS.** Información fue obtenida:
<http://www.ferromex.com.mx/>, http://es.wikipedia.org/wiki/Kansas_City_Southern_de_M%C3%99, www.ferrosur.com.mx/, Apuntes de temas selectos de ferrocarriles, renacimiento de los ferrocarriles mexicanos de carga Francisco Javier Gorostiza AMF. Revista T21
- 8. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE ESTE MODO DE TRANSPORTE.** Información fue obtenida: renacimiento de los ferrocarriles mexicanos de carga Francisco Javier Gorostiza AMF. Revista T21, Conferencia magistral Kansas city southern de México Dr. José G. Zozaya Delano Conferencia magistral FERROMEX Ing. Lorenzo Reyes Retana Conferencia terminales ferroviarias (FERROVALLE) Erich Wetzler Mesa redonda tecnología de trenes interurbanos Alstom, Bombardier, CAF, Siemens,



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

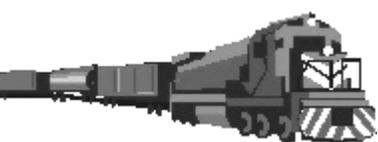
INDICE

1. ANTECEDENTES DEL FERROCARRIL. -----	11
1.1 ORÍGENES Y EVOLUCIÓN DEL FERROCARRIL EN EL MUNDO.-----	11
1.2 Cronología del desarrollo histórico del ferrocarril siglos xix, xx y xxi. -----	11
1.3 Historia del Ferrocarril Mexicano -----	15
1.4 Principales líneas del ferrocarril en México. -----	18
1.5 Panorama de la situación del Servicio Ferroviario en México. -----	29
2. CONSTITUCIÓN DE UNA VÍA FÉRREA. -----	32
2.1 TERRACERÍAS-----	32
2.2 Superestructura -----	32
2.3 Derecho de vía -----	33
2.4 Riel-----	33
2.5 El hongo o cabeza-----	33
2.6 Calibres usuales en los rieles-----	34
2.7 Vida útil del riel -----	35
2.8 Durmientes -----	35
2.9 Accesorios de fijaciones -----	36
2.10 Balasto -----	38
2.11 Herrajes de cambio -----	38
2.12 Trocha o Ancho de vía-----	39
2.13 Vía Ancha o Ancho Iberico -----	39
2.14 Vía Estandar-----	39
2.15 Vía Estrecha -----	40
2.16 Aparatos de Vía-----	40
2.17 Catenaria -----	40
2.18 Pantógrafo ferroviario -----	41
2.19 Circuitos de vía y bloqueo -----	41
2.20 Señalización -----	42
2.21 Tuneles -----	42
2.22 Cut and cover -----	43
2.23 Túnel con TBM (en ingles Tunnel Boring Machine) -----	43
2.24 Puentes -----	44
2.25 Tipos de puentes -----	45
2.26 Puente colgante -----	45
2.27 Puente en vigas-----	45
2.28 Puente en arco.-----	46
2.29 Puente cantilever -----	46



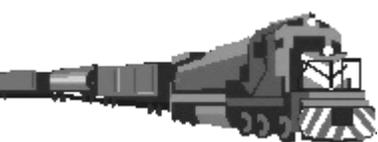
SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

3. PROCESO CONSTRUCTIVO.	47
3.1 DESMONTE	47
3.2 Despalme	47
3.3 Cortes	48
3.4 Bancos de prestamo	48
3.5 Terraplenes	49
3.6 Material para la subyacente	49
3.7 Material para sub-balasto	50
3.8 Acarreo para terraceria	50
3.9 Colocacion de la via	51
3.10 Alineamiento y nivelación	57
3.11 Sobreelevación	57
3.12 Colocacion de un cambio	58
3.13 Contrarieles	58
3.14 Mantenimiento de la vía según su estado	59
3.15 Tratamiento general de las vías	59
3.16 Tratamiento de las vías con juntas	60
3.17 Tratamiento de las vías sin juntas	60
3.18 Control del estado de las vías	62
4. DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DE SU ESTRUCTURA.	64
4.1 PATIOS	64
4.1.1 Patios de joroba	64
4.1.2 Patios de gravedad	65
4.1.3 Patios planos	66
4.2 Terminales	67
4.2.1 Terminales de viejeros	67
4.2.2 Terminales de carga	67
4.3 Estaciones	68
4.3.1 Estaciones de tráfico mixto	68
4.3.2 Estaciones de paso para pasajeros	68
4.3.3 Estaciones de carga o mercancías	69
5. CLASIFICACIÓN DE VAGONES, LOCOMOTORAS Y CARGA.	70
5.1 CARROS DE CARGA	70
5.2 Tipos de carros de carga ferroviario	71
5.2.1 Furgon 50	71
5.2.2 Furgon 60	71



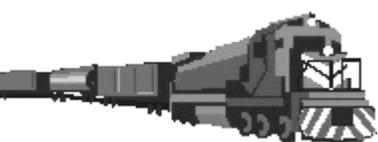
SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

5.2.3 Carro tanque	72
5.2.4 Tolva granelera (mineral)	72
5.2.5 Tolva abierta	73
5.2.6 Tolva granelera agricola	73
5.2.7 Tolva cementera	74
5.2.8 Gondola	74
5.2.9 Gondola cubierta	75
5.2.10 Gondola multiusos	75
5.2.11 Trinivel automotriz (AUTORACK)	76
5.2.12 Plataforma intermodal	76
5.2.13 Caja trailer	77
5.2.14 Contenedor 53	77
5.3 Transporte intermodal	78
5.4 Los avances en los modos de transporte	79
5.5 Plataformas logisticas intermodales	81
5.6 Locomotoras para trenes de carga	81
5.6.1 Locomotora e vapor	82
5.6.2 Locomotoras electricas	83
5.6.3 Caracteristicas de las locomotoras electricas	84
5.7 Locomotoras eléctricas en México	85
5.8 Locomotoras de Diesel	86
5.8.1 Locomotoras Diesel-Electricas	86
5.8.2 Modelos de locomotoras diesel comunes en México	87
5.9 Dispositivos adicionales	89
5.10 Trenes de alta velocidad para pasajeros	89
5.10.1 Ejemplos de trenes de alta velocidad	91
5.10.2 Tren SHINKASEN	86
5.10.3 Trenes TGV	92
5.11 Principales fabricantes de material rodante de pasajeros	93
5.11.1 Alstom	93
5.11.2 AGV	94
5.10.3 Duplex	94
5.10.4 Coradia	94
5.12 Bombardier Transportation	95
5.12.1 Zefiro	95
5.12.2 Trenes regionales	95
5.12.3 Intercity	95
5.13 Siemens	95
5.13.1 Velaro	96
5.13.2 Venturio	96



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

6. DIAGNÓSTICO DEL MODO FERROVIARIO AÑO 2000 AL 2012 -----	96
6.1 INTRODUCCIÓN -----	96
6.2 Anuario estadístico ferroviario 2010 -----	98
6.3 Anuario estadístico ferroviario 2011 -----	100
6.4 Anuario estadístico ferroviario 2012 -----	102
6.5 Conflicto de la nueva ley ferroviaria -----	107
6.6 Opiniones de las concesionarias con respecto a la nueva ley-----	107
7.PARTICIPACIÓN DE LAS PRINCIPALES CONCESIONARIAS DE FERROCARRIL EN MÉXICO Y SUS RUTAS -----	108
7.1 ANTECEDENTES DE LA CONCESIÓN -----	109
7.2 Proceso de concesión del servicio ferroviario en México -----	110
7.3 participacion de las principales 4 concesionarias del ferrocarril en México y sus rutas -----	113
7.3.1 Concesionaria FERROMEX -----	113
7.3.2 Kansas city southern de México, S.A de C.V. (KCSM)-----	116
7.3.3 Ferrocarril del suereste (FERROSUR) -----	117
7.3.4 Ferrocarril y Terminal del Valle de México (FERROVALLE)-----	118
8. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE ESTE MODO DE TRANSPORTE -----	119
8.1 COMPARACIÓN DEL SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO CON OTROS PAÍSES -----	119
8.2 Planeación estratégica para la solución del transporte ferroviario-----	121
8.3 Metas y estrategias en el sistema ferroviario Mexicano-----	122
CONCLUSIONES -----	122
BIBLIOGRAFÍA -----	123



1. ANTECEDENTES DEL FERROCARRIL.

1.1 Orígenes y evolución del ferrocarril en el mundo.

Para dar inicio a este apartado comenzaremos por definir el significado de la palabra ferrocarril:

Se le llama ferrocarril o “camino de hierro” al sistema de transporte terrestre el cual es guiado sobre rieles de cualquier tipo cuyo material es normalmente acero (ferro del latín ferrum) los cuales son tendidos a una distancia uniforme entre sí (escantillón) normalmente de 1.435 metros de separación formando dos barras paralelas que se adaptan al terreno y son fijadas a durmientes construidos normalmente de madera o concreto, que constituyen el camino o vía férrea sobre el cual circulan los trenes.

Desde tiempos muy remotos el hombre descubrió que era más fácil tirar de un carro o trineo que eran pesados si preparaba dos surcos de piedras lisas o de tablas de madera paralelos entre sí, o también si los cavaba en un camino rocoso.

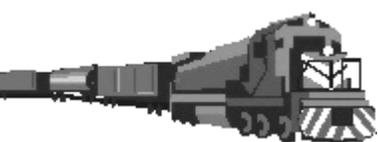
Posiblemente la primera evidencia de lo que más adelante evolucionaría como una línea de ferrocarril fue una línea de 6 kilómetros siguiendo el camino Diolkos, que se utilizaba para transportar barcos a lo largo del istmo de Corinto durante el siglo VI a. C.

Las vías por donde circula el ferrocarril posiblemente aparecieron por primera vez durante el siglo XV o XVI en las minas alemanas, que eran las mejor instaladas en toda Europa, en las cuales las cargas se transportaban en pequeños vagones. Se establece que en el desarrollo de las primeras locomotoras estaba inmiscuido Richard Trevithick, quién construyó su primer locomotora en 1804.

1.2 Cronología del desarrollo histórico del ferrocarril siglos XIX, XX y XXI.

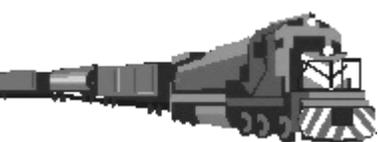
Con el objetivo de puntualizar y destacar la información más importante sobre la evolución del ferrocarril, a continuación se expone una tabla con la cronología del desarrollo histórico del ferrocarril.

Año	Acontecimiento
1803	Locomotora de vapor de alta presión de Trevithick. Probada exitosamente al año siguiente en el País de Gales. Inauguración del Surrey Iron Railway, primer ferrocarril público de carga (tracción animal).
1814	Se construye la locomotora “Blucher”, de



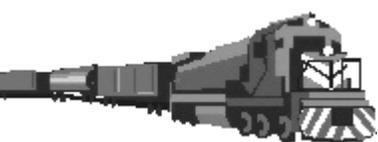
SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

	George Stephenson
1825	Se inaugura el FC Stockton and Darlington primer Ferrocarril de vapor para transportar carga.
1830	Entra en operación el FC Liverpool – Manchester. FC Baltimore and Ohio primero de pasajeros y carga en los Estados Unidos el FC de Carolina del Sur con la locomotora estadounidense “Best Friend of Charleston” inicia el servicio regular de pasajeros con tracción de vapor Robert I. Stevens diseña un modelo de riel precursor del riel en “T”.
1841	Por primera vez se utilizan semáforos de señales en New Cross, Inglaterra.
1851	En Alemania se fabrican por primera vez ruedas de acero para locomotoras. En los Estados Unidos entra en servicio el primer carro refrigerador. Se establece la primera conexión ferroviaria internacional en el continente americano entre laprairie, Quebec, y Rouses Poiru, Nueva York. En el estado de Nueva York se utiliza por primera vez el telégrafo en el despacho de trenes.
1857	Se fabrican e instalan los primeros rieles de acero en Derby, Inglaterra.
1859	Entra en servicio el primer coche dormitorio-Pullman.



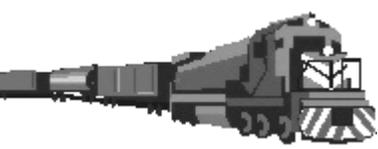
SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

1863	Comienzan a correr los primeros coches comedores entre Filadelfia y Baltimore. Aparece la locomotora a vapor de vía angosta. Se inaugura en Londres la primera línea subterránea de vapor (Metropolitan Railway).
1879	Se construye la locomotora eléctrica de Siemens.
1888	Se construye el motor eléctrico.
1890	La electricidad se introduce en el metro de Londres, permitiendo la construcción de grandes líneas subterráneas.
1893	Diesel diseña su motor de combustión interna.
1903	Primer récord mundial de velocidad con automotriz eléctrica Siemens. 210 Kilómetros por hora en Alemania.
1938	La locomotora Mallard alcanzó la velocidad máxima de 202,73 Kilómetros por hora estableciendo un record mundial para una locomotora de vapor.
1964	En Japón entra en funcionamiento el Shinkansen o Tren bala, entre Tokio y Osaka. La velocidad media es de 160 Kilómetros por hora.
1979	Francia inaugura el Tren de alta velocidad TGV (Train à Grande Vitesse) con una velocidad media de 213 Kilómetros por hora.
1985	Alemania desarrolla el ICE (Inter City Express) sistema de trenes de alta velocidad.
1987	Record mundial de un tren diésel en Gran Bretaña, alcanzando una velocidad de 238 Kilómetros por hora.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

1988	Comienza a circular en Holanda el tren de pasajeros más largo del mundo con 60 vagones y una longitud total de 1,6 Kilómetros de longitud.
1990	Record mundial para un automotor eléctrico francés, el TGV alcanza 515 Kilómetros por hora.
1997	Primer servicio comercial del tren de alta velocidad Euromed de Renfe a 200 Kilómetros por hora.
2006	Récord mundial de locomotoras eléctricas en Alemania, en la NBS (Neu Bau Strecke) Nuremberg–Ingolstadt de 357 Kilómetros por hora con la ES-64U 1216-050 (Taurus).
2007	Récord mundial de tracción eléctrica en Francia con una rama modificada de TGV-POS (Paris Ostfrankreich-Süddeutschland) de 574,8 Kilómetros por hora en la línea de alta velocidad LGV Est européenne.
2011	Se presenta el proyecto para la creación del túnel de Bering que pretende unir Estados Unidos con Europa y Asia.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

1.3 Historia del Ferrocarril Mexicano

La historia del ferrocarril mexicano se remonta a los primeros tiempos de México, cuando se comienza a formar como una nación y a perfilarse quienes llevarían las riendas. El trazo de las vías férreas conduce por diversos lugares de la nación que, al correr de los años han sido, las mismas vías, testigos de importantes acontecimientos, cuyo conjunto define el perfil actual de la nación. Cada sitio por el que cruza habla de un pasado en ocasiones lejano, que revela la identidad de un país.

La primera línea ferroviaria en México fue la del Ferrocarril Mexicano, de capital inglés, de la Ciudad de México a Veracruz, vía Orizaba y con un ramal de Apizaco a Puebla. Fue inaugurada, en toda su extensión, por el presidente Sebastián Lerdo de Tejada, en enero de 1873. Al finalizar 1876, la longitud de las líneas férreas llegaba a 679.8 Km.1

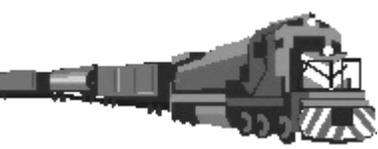
En la imagen 1 que se muestra a continuación se puede apreciar una locomotora a vapor con vagones para pasajeros, transitando por el Istmo de Tehuantepec.



Imagen 1: Ferrocarril Istmo de Tehuantepec. Fuente: La comarca lagunera, Estación Torreón Galeón. <http://www.estaciontorreon.galeon.com/>

Red Ferroviaria, México Desconocido.

http://www.mexicodesconocido.com.mx/espanol/cultura_y_sociedad/actividades_economicas/



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Durante el primer período de gobierno del presidente Porfirio Díaz (1876-1880) se promueve la construcción ferroviaria por medio de concesiones a los gobiernos de los estados y a particulares mexicanos, además de las administradas en forma directa por el estado. Bajo concesión a los gobiernos de los estados se construyeron las líneas de Celaya-león, Omestuco-Tulancingo, zacatecas-Guadalupe, Alvarado-Veracruz, Puebla-Izúcar de Matamoros y Mérida-Peto.

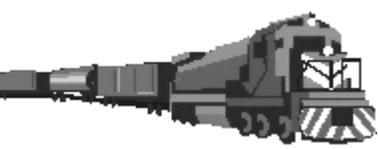
Bajo concesión a particulares mexicanos destacan las líneas del ferrocarril de Hidalgo y las líneas de Yucatán. Por administración directa del estado, el ferrocarril nacional esperanza-Tehuacán, el ferrocarril nacional Puebla-San Sebastián Texmelucan y el ferrocarril nacional de Tehuantepec. Más tarde, la mayoría de estas líneas formarían parte de los grandes ferrocarriles de capital extranjero, o se unirían a los ferrocarriles Nacionales de México en un período posterior.

En la imagen 2 se aprecia como el ferrocarril en su comienzo era utilizado por todas las clases sociales. Aquí se aprecia una locomotora de ferrocarriles nacionales de México.



Imagen 2: Locomotora de ferrocarriles Nacionales de México, aproximadamente de 1890.Fuente: La comarca lagunera, Estación Torreón Galeón. <http://www.estaciontorreon.galeon.com/>

Breve reseña de los ferrocarriles mexicanos, Transporte e Industria.
<http://www.estaciontorreon.galeon.com/productos627821.html>



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

En 1880 se otorgan tres importantes concesiones ferroviarias a inversionistas norteamericanos, con toda clase de facilidades para la construcción e importación de material y equipo rodante, que dieron origen al Ferrocarril Central, al Ferrocarril Nacional y al Ferrocarril Internacional. Al concluir el primer período de gobierno del General Díaz, en 1880, la red de vías férreas de jurisdicción federal contaba con 1,073.5 Km. de vía.

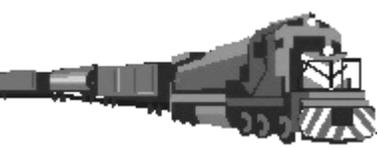
Posteriormente, durante los cuatro años de gobierno de Manuel González se agregaron a la red 4,658 Km. El Central concluyó su tramo hasta Nuevo Laredo en 1884 y el Nacional avanzó en sus tramos del norte al centro y viceversa. En ese año la red contaba con 5,731 Km. de vía.

En la imagen 3 se muestra una terminal de pasajeros, gente que espera el tren y se muestra una locomotora a vapor.



Imagen 3: Terminal de pasajeros, con locomotora de vapor.

Fuente: La comarca lagunera, Estación Torreón Galeón. <http://www.estaciontorreon.galeon.com/>



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

El retorno de Porfirio Díaz y su permanencia en el poder de 1884 a 1910 consolidaron la expansión ferroviaria y las facilidades a la inversión extranjera. En 1890 se constituía el sistema ferroviario por una longitud de 9,544 Km de vía; 13,615 Km. en 1900; y 19,280 Km. en 1910. Lo cual demuestra la necesidad de crecimiento que se tenía en estas épocas.

La imagen 4 muestra un tren militar de los convencionistas, data de la época de la revolución.

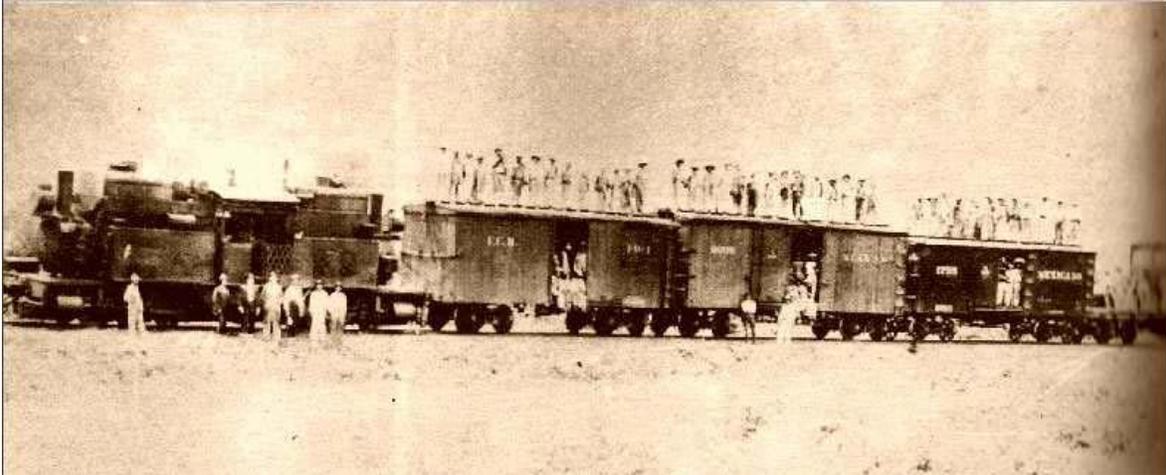
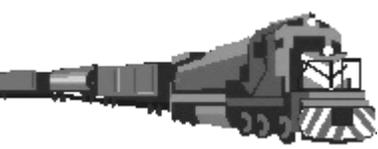


Imagen 4: Tren Militar de los Convencionistas, Época de la revolución. Fuente: La comarca lagunera, Estación Torreón Galeón. <http://www.estaciontorreon.galeon.com/>

1.4 Principales líneas del ferrocarril en México.

En México las líneas sugieren una cobertura de los corredores económicos más activos, pero también obedecen a la necesidad de comunicar el extenso territorio mexicano, las principales ciudades. Con las principales líneas del ferrocarril en México se recorría la extensión del territorio y recorriendo también por los grandes sucesos y eventos que forjarían el México de hoy y la situación actual del ferrocarril en México.

Ferrocarril Central, de capital norteamericano. Concesión otorgada a la compañía bostoniana Achison, Topeka, Santa Fe. Línea entre la Ciudad de México y Ciudad Juárez (Paso del Norte). Inaugurada en 1884 con un ramal al Pacífico por Guadalajara y otro al puerto de Tampico por San Luís Potosí. El primer ramal se inauguró en 1888 y el segundo en 1890.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Ferrocarril de Sonora, de capital norteamericano. En funciones desde 1881, concesionado a la Achison, Topeka, Santa Fe. Línea de Hermosillo a Nogales, frontera con Arizona.

Ferrocarril Nacional, de capital norteamericano, de la Ciudad de México a Nuevo Laredo. Inaugurada su línea troncal en 1888. Posteriormente con la compra del Ferrocarril Michoacano del Sur, se extendió hasta Apatzingán y por el norte se vinculó con Matamoros. Quedó concluido en su totalidad en 1898.

Ferrocarril Internacional, de capital norteamericano. Línea de Piedras Negras a Durango, a donde llegó en 1892. En 1902 tendió un ramal a Tepehuanes.

Ferrocarril Interoceánico, de capital inglés. Línea de la Ciudad de México a Veracruz, vía Jalapa. Con ramal a Izúcar de Matamoros y Puente de Ixtla.

Ferrocarril Mexicano del Sur, concesionado a nacionales, finalmente fue construido con capital inglés. Línea que va de la ciudad de Puebla a Oaxaca, pasando por Tehuacán. Fue inaugurada en 1892. En 1899 compró el ramal de Tehuacán a Esperanza del Ferrocarril Mexicano.

La imagen 5 muestra una de las grandes locomotoras de Nacionales de México.

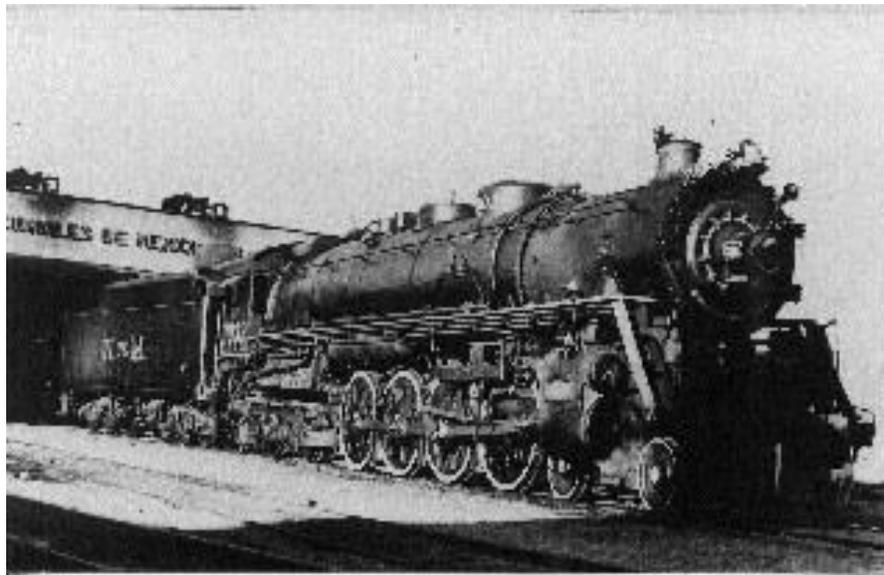
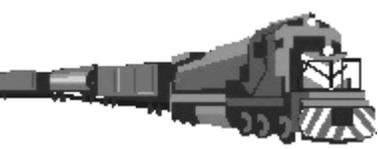


Imagen 5: Locomotora de ferrocarriles Nacionales de México.

Fuente: La comarca lagunera, Estación Torreón Galeón <http://www.estaciontorreon.galeon.com/>

Ferrocarril de Occidente, de capital inglés. Línea del Puerto de Altata a Culiacán en el estado de Sinaloa.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Ferrocarril Kansas City, México y Oriente, de capital norteamericano. Derechos comprados a Alberto K. Owen en 1899. Línea de Topolobampo a Kansas City que sólo logró consolidar el trayecto de Ojinaga a Topolobampo, con la construcción por la S.C.O.P. del Ferrocarril Chihuahua-Pacífico de 1940 a 1961.

Ferrocarril Nacional de Tehuantepec del puerto de Salina Cruz en el Océano Pacífico a Puerto México (Coatzacoalcos) en el Golfo de México. Inicialmente de capital estatal, en 1894 se responsabiliza de su construcción la firma inglesa Stanhope, Hamposon y Crothell, con malos resultados. En 1889 se encarga de su reconstrucción la Pearson and Son Ltd. Esta misma compañía se asocia en 1902 con el gobierno mexicano para la explotación del ferrocarril. En 1917 se rescinde el contrato a la Pearson y el gobierno toma a su cargo la línea, anexada a los Ferrocarriles Nacionales de México en 1924.

Ferrocarril Mexicano del Pacífico, de capital norteamericano. Línea de Guadalajara a Manzanillo pasando por Colima. Fue concluida en 1909.

Ferrocarril Sud-Pacífico, del grupo norteamericano Southern Pacific. Producto de la unidad de varias líneas. Parte de Empalme, Sonora, y llega a Mazatlán en 1909. Finalmente la línea llega a Guadalajara en 1927.

Ferrocarriles Unidos de Yucatán, financiado por empresarios locales. Se integraron en 1902 con los diversos ferrocarriles existentes en la península. Permanecieron aislados del resto de las líneas férreas hasta 1958, con el ensanchamiento del ramal Mérida a Campeche y su conexión con el Ferrocarril del Sureste.

La imagen 6 muestra un tren a vapor de pasajeros cruzando por el puente Dos Ríos.

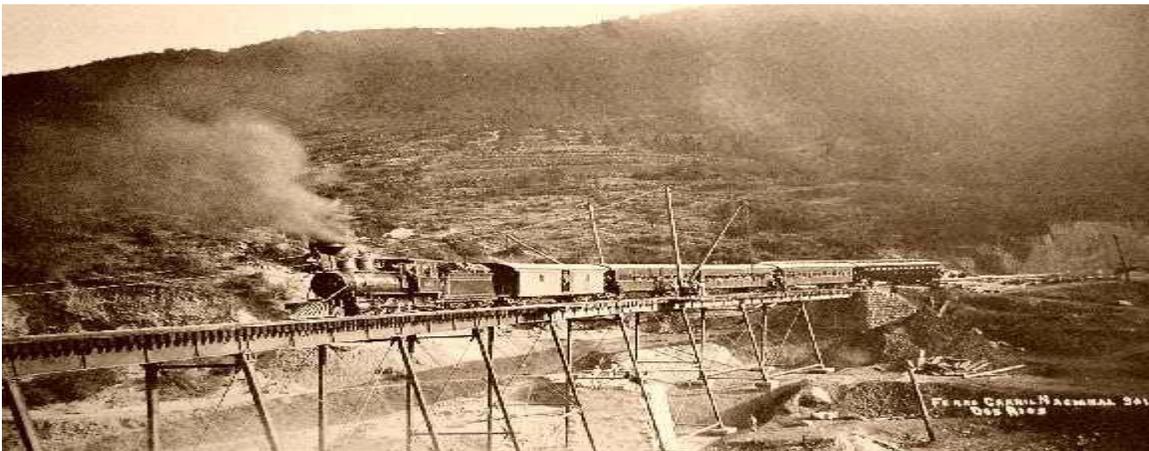
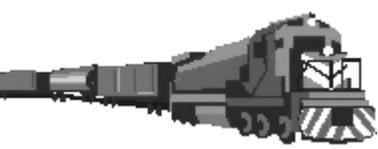


Imagen 6: Ferrocarril Nacional, Dos Ríos.

Fuente: La comarca lagunera, Estación Torreón Galeón. <http://www.estaciontorreon.galeon.com/>



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Ferrocarril Panamericano, inicialmente de capital norteamericano y del gobierno de México por partes iguales. Unió la frontera con Guatemala, en Tapachula y San Jerónimo, con el Nacional de Tehuantepec pasando por Tonalá. Se terminó de construir en 1908.

Ferrocarril Noroeste de México, en operación en 1910. De Ciudad Juárez a La Junta en el estado de Chihuahua. Posteriormente integrado al Chihuahua-Pacífico.

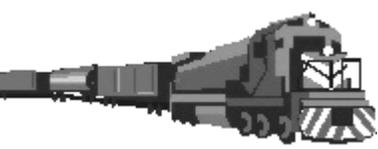
En la imagen 7 se aprecia una locomotora propiedad de Nacionales de México en una estación, la locomotora 1140 acompañada de su vagón de carbón. Esta locomotora hoy en día se encuentra situada en el Museo del Ferrocarril de la Ciudad de Puebla.



Imagen 7: Locomotora 1140 de Nacionales de México, situada ahora en el museo del ferrocarril de la Ciudad de Puebla. Fuente: La comarca lagunera, Estación Torreón Galeón. <http://www.estaciontorreon.galeon.com/>

Quedando pendientes del tendido ferroviario el sureste mexicano, parte de la zona centro del Pacífico, la península de Baja California, la Sierra de Chihuahua, parte de Sonora y regiones específicas en cada uno de los estados.

En 1908 nacen los Ferrocarriles Nacionales de México con la fusión del Central, el Nacional y el Internacional (junto con varios ferrocarriles pequeños que le pertenecían: Hidalgo, Noroeste, Coahuila y Pacífico, Mexicano del Pacífico). Los



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Nacionales de México contaban en total con 11,117 Km. de vías férreas en territorio nacional.

En la época de la revolución el tendido ferroviario sufrió grandes golpes, se buscaba limitar el avance de tropas enemigas de ambos frentes sabotando las líneas ferroviarias.

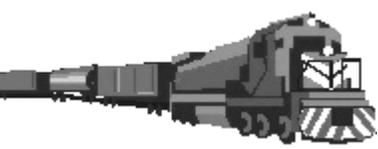


Imagen 8: Los hombres de Villa Reparando las vías en las afueras de Torreón. Fuente: La comarca lagunera, Estación Torreón Galeón, copyright – mutual film company.
<http://www.estaciontorreon.galeon.com/>

En 1910 estalla la Revolución Mexicana peleada sobre rieles. Durante el gobierno de Francisco I. Madero la red aumenta 340 Km. Para 1917 se habían agregado a la red de los Nacionales de México los tramos Tampico-El Higo (14.5 Km.), Cañitas-Durango (147 Km.), Saltillo al Oriente (17 Km.) y Acatlán a Juárez Cháveta (15 Km.).

En 1918 la red ferroviaria de jurisdicción federal sumaba 20,832 Km. Los estados, por su parte, contaban con 4,840 Km. En 1919 la red federal había aumentado a 20,871 Km.8

Entre 1914 y 1925 se construyeron 639.2 Km. más de vías, fueron levantados 238.7 Km., rectificadas algunos trazos y diseñadas nuevas rutas.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

La imagen 9 muestra la locomotora 64, a bordo o al mando de dicha locomotora podemos apreciar a diversos hombres armados.



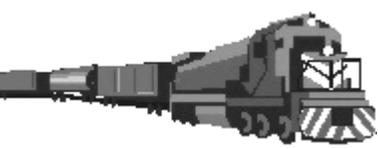
Imagen 9: Locomotora 64.

Fuente: La comarca lagunera, Estación Torreón Galeón. <http://www.estaciontorreon.galeon.com/>

En 1926 los Nacionales de México fueron devueltos a sus antiguos propietarios, y se creó la Comisión de Eficiencia de Tarifas y Valuadoras de Daños. Los accionistas privados recibieron la red de los Nacionales con 778 Km. más de vías.

En 1929 se constituye el Comité Reorganizador de los Ferrocarriles Nacionales presidido por Plutarco Elías Calles. En ese tiempo se inicia la construcción del Ferrocarril Sub-Pacífico que unió a Nogales, Hermosillo, Guaymas, Mazatlán, Tepic y Guadalajara. Además se avanzó en la línea que cubriría los estados de Sonora, Sinaloa y Chihuahua.

Al iniciar los años treinta el país contaba con 23,345 Km. de vías. En 1934, con la llegada de Lázaro Cárdenas a la presidencia de la república, se inicia una nueva etapa de participación del Estado en el desarrollo ferroviario, que incluyó la creación en ese mismo año de la empresa Líneas Férreas S.A., con el objetivo de adquirir, construir y explotar toda clase de líneas férreas y administrar los ferrocarriles Nacional de Tehuantepec, Veracruz-Alvarado y dos líneas cortas.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

En 1936 se crea la Dirección General de Construcción de Ferrocarriles, encargada de establecer nuevas líneas férreas, y en 1937 se expropiaron los Ferrocarriles Nacionales de México por considerarlos empresa de utilidad pública.

En la imagen 10 se logra apreciar lo que se conoce como la acción de dar el paso de vía.

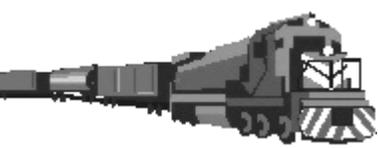


Imagen 10: Dando el paso de Vía,

Fuente: La comarca lagunera, Estación Torreón Galeón. <http://www.estaciontorreon.galeon.com/>

El ánimo constructor por dotar al país de una red férrea integral, que incluyera por ejemplo zonas cuya importancia económica fue posterior al tendido inicial, continuó en las décadas siguientes. De 1939 a 1951 la construcción de nuevas vías férreas a cargo de la federación fue de 1,026 Km., y el gobierno adquirió, además, el Ferrocarril Mexicano, que pasó a ser una institución pública descentralizada.

En la imagen 11 se aprecia un tren de pasajeros cruzando un puente, esta fotografía es portada del libro llamado "Los Días de Vapor."



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Imagen 11: Tren de pasajeros de Vapor.

Fuente: Los días de Vapor.

Las principales líneas construidas por la federación entre 1934 y 1970 son las siguientes:

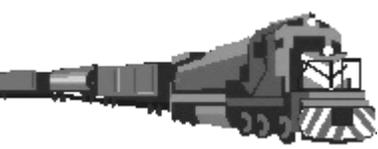
Línea Caltzontzin-Apatzingán en el estado de Michoacán rumbo al Pacífico. Fue inaugurada en 1937.

Ferrocarril Sonora-Baja California 1936-47. Parte de Pascualitos en Mexicali, atraviesa el desierto de Altar y une Punta Peñasco con Benjamín Hill, donde entronca el Ferrocarril Sud-Pacífico.

Ferrocarril del Sureste 1934-50. Parte del puerto de Coatzacoalcos a Campeche. Entronca con los Unidos de Yucatán en 1957 con el ensanchamiento del ramal Mérida-Campeche.

Ferrocarril Chihuahua al Pacífico 1940-61. Luego de integrar líneas en existencia desde el siglo XIX y de construir nuevos tramos, se inicia en Ojinaga, Chihuahua, y termina en el puerto de Topolobampo, Sinaloa.

En los años cuarentas y cincuentas se hicieron importantes trabajos de ensanchamientos de vías, rectificación de trazos y modernización de telecomunicaciones, especialmente en la línea México-Nuevo Laredo.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

En 1957 se inaugura el Ferrocarril Campeche-Mérida y se construyen los tramos Izamal-Tunkás como parte de los Unidos de Yucatán, y Achotal-Medias Aguas para solucionar el tráfico de Veracruz al Istmo. En ese mismo año se reanudan las obras del Ferrocarril Michoacán al Pacífico, partiendo de Coróndiro rumbo al puerto de Pichi, cerca de Las Truchas. Además se concluye el ramal San Carlos-Ciudad Acuña que incorpora a esa ciudad fronteriza en Coahuila a la red nacional.

En 1960 el Ferrocarril Mexicano se incorpora a los Nacionales de México. En 1964 existen en el país diez entidades administrativas diferentes en los ferrocarriles. La longitud de la red alcanza 23,619 Km., de los cuales 16,589 pertenecen a los Nacionales de México.

Parte de la colección del Museo del Ferrocarril de la Ciudad de Puebla, se conforma de trenes importantes para la historia de México, así se aprecia la locomotora 7025 de Nacionales de México, ahora situada en el mencionado Museo de la Ciudad de Puebla.

Esta locomotora se puede apreciar en la imagen 12. En la imagen 13 se aprecia la misma locomotora que se ve en la imagen 12.



Imagen 12: Locomotora 7025, de Nacionales de México, ahora situada en el museo del Ferrocarril en la Ciudad de Puebla.

Fuente: Msn groups, ferrocarriles mexicanos. <http://groups.msn.com/ferrocarrilesmexicanos>

En 1965 la federación se hace cargo del Ferrocarril de Nacozari. En 1968 se crea la Comisión Coordinadora del Transporte y se sientan las bases para la unificación ferroviaria nacional. En agosto de ese año se fusionaron el Ferrocarril del Sureste y los Unidos de Yucatán.

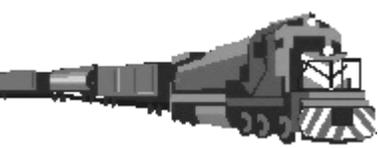


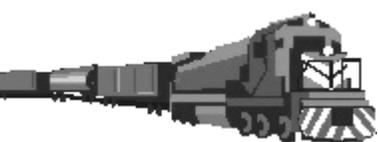
Imagen 13: Locomotora 7025 restaurada, de Nacionales de México, situada en el museo del Ferrocarril en la Ciudad de Puebla.

Fuente: Msn groups, ferrocarriles mexicanos. <http://groups.msn.com/ferrocarrilesmexicanos>

En febrero de 1970 se entregaba a los Nacionales de México la línea de Coahuila a Zacatecas, y en junio adquiere la línea del Ferrocarril Tijuana-Tecate, con lo que se culmina la nacionalización de las líneas férreas en México, proceso iniciado como ya se dijo a principios de siglo. También en ese año se moderniza la vía y se corrigen los trazos de la capital a Cuautla y a San Luis Potosí, además de la línea a Nuevo Laredo.

En los años ochentas la labor ferroviaria se abocó fundamentalmente a la modernización de vías, telecomunicaciones e infraestructura, a la corrección de pendientes y al diseño de nuevos trazos. Entre 1979 y 1993 se llevaron a cabo también obras de vital importancia en la línea México-Veracruz, vía Orizaba (del antiguo Ferrocarril Mexicano, 1873).

En ésta se realizó un nuevo trazo. Cuenta con el túnel El Mexicano, de 2, 960 m, cuya construcción permitió un delineamiento con menos curvas y mejores condiciones de operación, y es el túnel ferroviario más largo de América Latina, el nuevo puente Metlac, de 430 m de longitud entre apoyos extremos y una altura máxima de 130 m; los viaductos Azumbilla, Vaquería, Acultzingo; y el viaducto



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

túnel Pénsil, enclavado en la montaña, con sus arcos abiertos hacia el cielo, tiene una longitud de 135 m con trazo curvo y anchura para la instalación de doble vía. El Pénsil cuenta con dos reconocimientos internacionales: La mención otorgada por la organización Puente Alcántara en España, 1993, y el Premio Brunel concedido por el gobierno de Dinamarca, en el concurso de diseño internacional de 1996.

Basta señalar, que en el Plan de Largo plazo y Programa de los Ferrocarriles Nacionales de México, 1989-1994, se establecen las vías férreas que deben ser reconstruidas, los nuevos trazos a implementarse, así como las nuevas líneas a construirse hasta el año 2000. Más de un siglo de ingeniería ferroviaria en México, con sus éxitos y sus límites, sorprenderían sin duda a aquellos primeros hombres que soñaron, tan solo soñaron, con una red férrea nacional.

La imagen 14 muestra un convoy de de dos locomotoras y vagones de pasajeros.

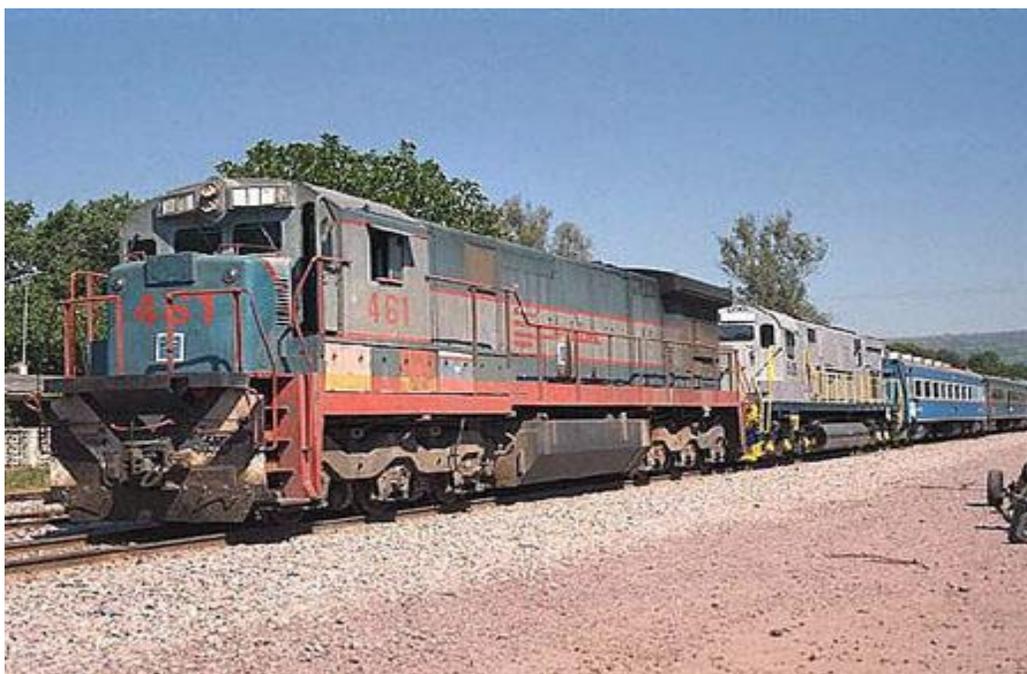
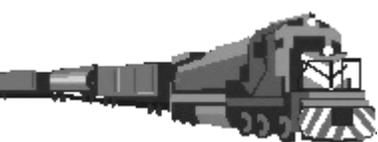


Imagen 14: Convoy de dos locomotoras y vagones de pasajeros.

Fuente: msn groups, ferrocarriles mexicanos. <http://groups.msn.com/ferrocarrilesmexicanos>

Para el año 1995 el Gobierno presenta al Congreso una iniciativa para modificar el artículo 28 de la Constitución, que reservaba al Estado la exclusividad de explotación de los ferrocarriles. Poco tiempo después se redactó la denominada Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario que sentó las bases para la entrada del sector privado en este campo del transporte. En esta norma se determinó que una empresa extranjera no podía disponer de más del 49% de la compañía privatizada.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Más tarde, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes redactó las normas básicas del proceso de apertura al capital privado y a mediados de 1996, salió a concurso la primera línea.

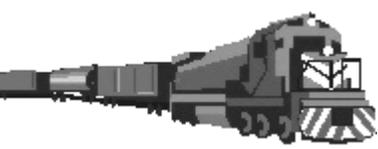
El antiguo sistema ferroviario fue dividido en tres grandes regiones. En junio de 1997, las compañías Kansas City, Southern Industries y Transportación Ferroviaria Mexicana se hicieron con la zona Noroeste, con 3.960 kilómetros de vías, por un precio de 1.000 millones de dólares. Unos cuantos meses más tarde fue Grupo México y Union Pacific quienes se hicieron con la línea del Pacífico Norte, con 6.200 kilómetros de vías, por 400 millones de dólares. Y en último lugar, Ferrocarril del Sureste, con 2.200 kilómetros de vías, fue vendida al grupo mexicano Tribasa por 290 millones de dólares, quien a su vez, se deshizo de ella el mes de julio de ese mismo año y la vendió a Frisco, filial del holding mexicano Carso.

En la actualidad, la privatización de los Ferrocarriles Nacionales de México está tocando su fin, con operaciones de empresas privadas a lo largo de más de una década, el ferrocarril se ve en condiciones de crecimiento, con un panorama prometedor, y con una competencia actual del autotransporte que necesita reestructuración.

1.5 Panorama de la situación del Servicio Ferroviario en México.

Para poder hablar de la actualidad del ferrocarril es importante tener en cuenta la historia del ferrocarril en México. Quienes conocen la historia de México, sabrán que para el momento en el que comenzaba a tomar fuerza el ferrocarril y la nación mexicana buscaba su estabilidad política, la situación económica era bastante difícil debido a la explotación que sufrió México, por ser colonia española. No era el único problema que enfrentaba México sino que también transcurrían una serie de enfrentamientos por el poder y por encontrar quien llevaría el mando en México.

El ferrocarril mexicano fue utilizado para librar grandes batallas durante la época en que se consolidaba México, fue utilizado a grandes escalas, era el principal medio de transporte del país. Podría decirse que “México nació siendo una nación ferrocarrilera dado que jugó un papel muy importante en la revolución y las otras épocas en las que México se organiza como nación. Venustiano Carranza firma varios acuerdos y tratados en carros de ferrocarriles, cuando firma en 1913 con el Licenciado Isidro Fabela en Tlalnepantla. Era el medio unificador de la nación. Sin embargo posterior a las guerras surge un decaimiento precoz del ferrocarril en



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

México. Dicho decaimiento se debió a la inestabilidad política y gran pobreza que surgió de las guerras y batallas que existirían en el país en los años siguientes debido a enfrentamientos de tipo ideológico y político.

Una interpretación interesante del fenómeno del déficit crónico durante dicho periodo: “El problema no era el de la magnitud de los ingresos del gobierno, sino la magnitud de sus gastos militares requeridos no solamente para la defensa nacional, sino para establecer y restablecer la autoridad de los diferentes regímenes en contra de la oposición política y de las revueltas indígenas”. Esta circunstancia indica una modificación estructural de la vida cotidiana respecto del viejo régimen: El deterioro de la hegemonía de la Iglesia. Según palabras de David Brading, “era la Iglesia, y no la fuerza militar, la que conservaba la paz en la Nueva España”.

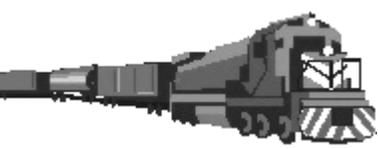
En su reconocido estudio histórico sobre la hacienda pública mexicana, que data de 1905, Pablo Macedo asienta una triste verdad: “La hacienda pública mexicana fue concebida en pecado original; cuando vino a la vida, nació con ella la bancarrota y, sin hipérbole alguna, al día siguiente de consumada la Independencia, apenas instalado el primer gobierno nacional, se vio que los ingresos no alcanzaban a cubrir los gastos...”. De esta situación se desencadenan todo tipo de problemas para el país, sin embargo atañe el ferrocarril y su infraestructura, y de modo que cuando un país no puede manejar su economía sanamente no tendrá la posibilidad de hacer inversiones, esto querrá decir que la infraestructura no tendrá inversión.

La imagen 15 ilustra un tren revolucionario, propiedad de la compañía Nacionales de México.



Imagen 15: Tren revolucionario, locomotora 113 de Nacionales de México.

Fuente: La comarca lagunera, Estación Torreón Galeón. <http://www.estaciontorreon.galeon.com/>



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

“El transporte ferroviario está destinado a fungir como columna vertebral en materia de carga, en virtud de sus grandes ventajas como medio de transporte masivo.” Ahora, se sabe que para desarrollar crecimiento se puede realizar únicamente mediante un amplio desarrollo de la actividad económica, la cual depende en gran parte del sistema de transporte. De igual forma el transporte genera el desarrollo regional, al facilitar la creación de mercados y realiza una red incorporada de actividades en dichos mercados.

El ferrocarril mexicano actualmente no se encuentra en el rezago que aparenta según el estudio de la evaluación económica de las actuales condiciones de competencia y complementariedad entre el ferrocarril y el autotransporte, realizada para la Secretaria de Comunicaciones y Transportes y el Instituto Mexicano del Transporte, es entendible el hecho que ante la liberalización del ferrocarril, éste y el autotransporte se ven en condiciones de coexistencia de mayor competencia a la vez que tienen una creciente complementariedad.

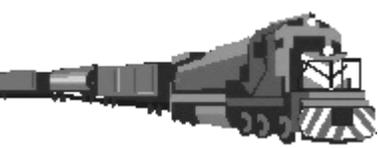
Las imágenes 16 y 17 muestran las locomotoras de Transportación Ferroviaria Mexicana y Ferromex respectivamente con sus convoyes.



Imagen 16 y 17: Locomotoras de TFM y Ferromex, en sus convoyes.

Fuente: Msn groups, ferrocarriles mexicanos. <http://groups.msn.com/ferrocarrilesmexicanos>

A comparación del transporte ferroviario de carga, el de pasajeros muestra un grave descenso, tras reconocerse que la vocación del ferrocarril estriba en mover grandes volúmenes de carga a grandes distancias. Sin embargo el transporte de pasajeros sería una herramienta indispensable para el pasajero mexicano, dado que éste ofrece recorridos largos a bajos costos. El problema del transporte de pasajeros por ferrocarril deberá ser abordado en estudios de viabilidad y un análisis de los diferentes impactos económicos que propiciaría y cómo afectaría a los servidores de este servicio.



2. CONSTITUCIÓN DE UNA VÍA FÉRREA.

La vía de un ferrocarril se compone de dos partes principales: las terracerías y la superestructura.

2.1 Terracerías:

Conjunto de obras formadas por cortes y terraplenes para llegar al nivel de subrasante, y a la superestructura.



Imagen 18: Esta foto muestra la Construcción de Terracerías preparando para asentar vía. Fuente: [víahttp://www.gamasolucionesqueretaro.com/Servicios/Terracer%C3%ADas/tabid/65/Default.aspx](http://www.gamasolucionesqueretaro.com/Servicios/Terracer%C3%ADas/tabid/65/Default.aspx)

2.2 Superestructura:

Parte que va arriba de la terracería y la forman dos hileras de rieles sujetos a piezas transversales llamadas durmientes, que a su vez descansan sobre un lecho de material pétreo denominado balasto, a lo que hay que agregar los accesorios de la vía tales como placas, planchuelas, tornillos, etc.

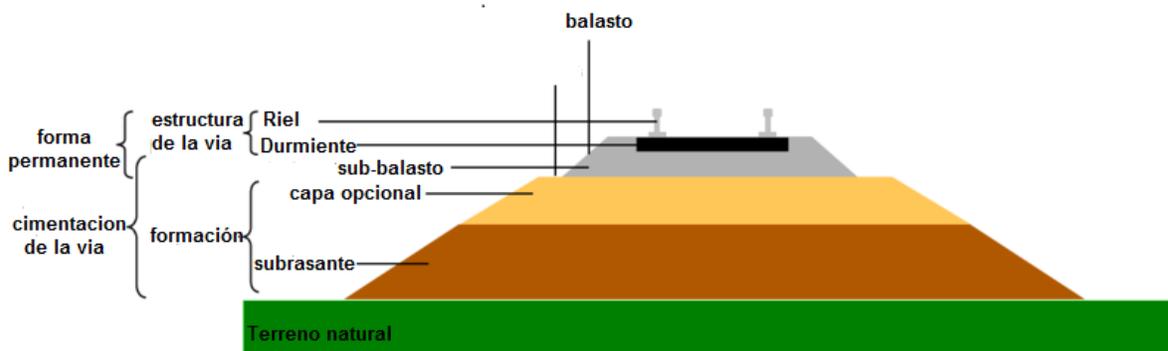
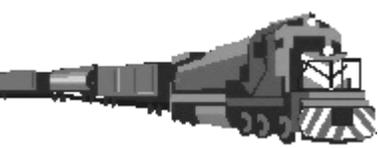


Imagen 19: Esta foto muestra la superestructura de Vía sobre traviesas de madera, con balasto Foto tomada durante la realización de cateos, se observa la capa de piedra debajo del durmiente. Fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](http://temasselectosdeferrocarriles.unam.mx)



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

2.3 Derecho de vía:

Hoy en día es uno de los elementos más valioso, sujeto de compra, negociación y/o expropiación, y al derecho de vía se le conoce como la franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía de comunicación terrestre estatal.

En la actualidad, las vías generales de comunicación son cada vez más complejas, ya que a las tradicionales obras de vías férreas y carreteras se suman una serie de obras adicionales, tales como tendidos de líneas eléctricas, telegráficas y telefónicas, fibra óptica, ductos y cableados de muy diversa naturaleza e importancia económica y social.

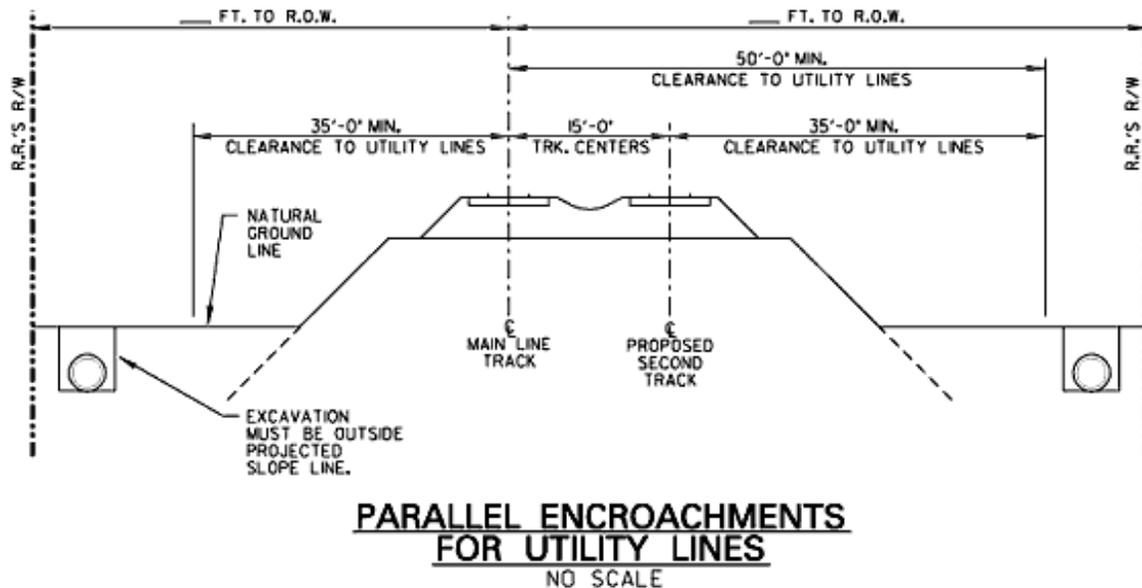
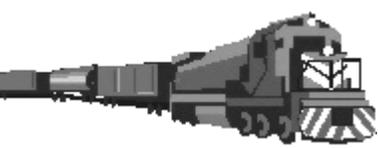


Imagen 20: En esta foto se demuestra como es el derecho de vía y sus componentes, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

2.4 Riel: Es un elemento de acero reforzado (paralelos a una distancia entre sus costados interiores denominada Escantillón), que consta de la siguiente estructura: Hongo, alma y patín que permiten el tránsito del equipo, cuyas ruedas se mantienen sobre las vías gracias a las cejas con separación igual al escantillón mas una pequeña holgura. Ver figura (21).

2.5 El hongo o cabeza: Representa la superficie de rodamiento que soporta un desgaste hasta una primera fase, que hace clasificar el fin de ese riel seminuevo, como riel usado, pero aprovechable en vías de menor importancia por largo plazo, hasta alcanzar un desgaste del hongo y otros deterioros, a un grado tal, que obligan a retirar el riel usado de la circulación de trenes y venderlo como riel de recobro o chatarra para ser fundido nuevamente a un precio de salvamento.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Los rieles requieren la máxima precisión para su alineado en planta y la nivelación del perfil longitudinal, así como adecuadas sobreelevaciones, para poder permitir altas velocidades y confort, a un tráfico que somete a los rieles, a grandes esfuerzos que precisan de fijaciones solidas para mantenerlos sobre los durmientes, amortizando golpes y vibraciones.

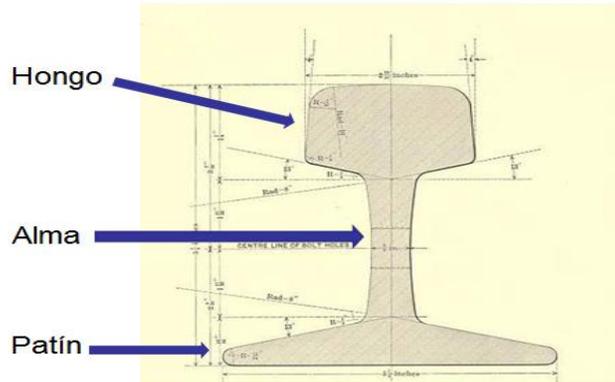


Imagen 21 en esta imagen se muestra como es la estructura de un riel, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

2.6 Calibres usuales en los rieles:

- 80 lb/yd (39.7 kg/m)
- 100 lb/yd (49.6 kg/m)
- 115 lb/yd (57.0 kg/m)
- 136 lb/yd (67.5 kg/m)

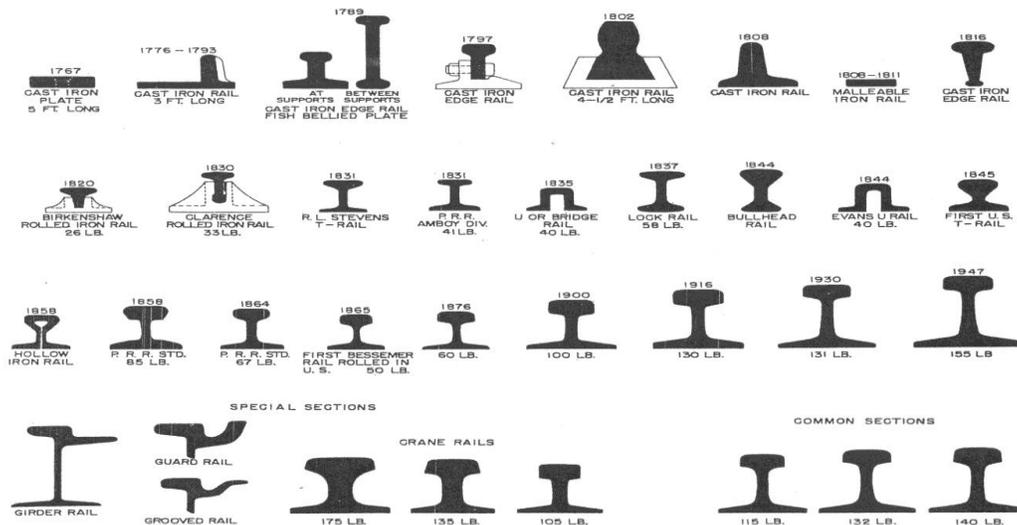
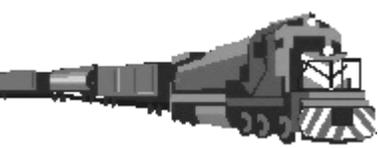


Imagen 22: En esta foto se muestra los tipos de rieles que existen en el mundo, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

2.7 Vida útil del riel: Depende del tráfico y su velocidad, del calibre o sea del peso en libras por yarda o kilos por metro; del durmiente, su número, calidad y su mantenimiento; respecto del balasto, la clase y nivelación de este y sobre todo, de la supresión de impactos directos en las juntas, la reducción de vibraciones y el mejor alineado geométrico de la vía, además de otros numerosos factores.

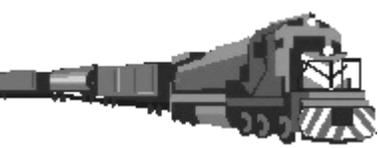
La vida del riel puede variar desde 10 hasta 50 años, y los cargos anuales dependen de ese dato pero con mayor precisión, mediante calculos detallados para cada caso, sin ser admisibles aproximaciones toscas que provoquen dispendio o insuficiencia.



Imagen 23 y 24: En estas fotos se puede observar el desgaste del riel. Fuente: [patio de servicio FERROMEX Guadalajara](#).

2.8 Durmientes: Su finalidad es proveer al riel de un adecuado apoyo. Los durmientes se encuentran separados entre sí a una distancia que varía entre 55 a 60 cm según la vía y pueden estar compuestos de los siguientes materiales: Madera, concreto, metálico y bi-block estos dos últimos durmientes actualmente ya no se utilizan. Hoy en día se emplean solamente durmientes de madera y concreto.

Los durmientes conservan escantillón y fijan los rieles, transmiten y distribuyen esfuerzos al balasto y al terraplén y se colocan a cada 60 o 75 cm.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Durmientes de concreto imagen 25



Durmientes de madera imagen 26



Durmientes metálico imagen 27



Durmientes bi-block imagen 28

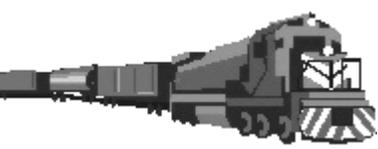


imagen 25,26 durmientes. Fuente: [libramiento ferroviario Celaya Guanajuato](#)
Imagen 27,28: durmientes. Fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

Los durmientes, a su vez, deben transmitir solo presiones máximas admisibles al balasto y anclar a la vía, para impedir su desplazamiento lateral o el corrimiento longitudinal.

2.9 Accesorios de fijaciones

El estilo de fijación de riel ha evolucionado, anteriormente se utilizaban clavos hincados a golpe, o requiriendo de clavos guiados por un barreno de menor diámetro, de ahí tornillos para las planchuelas, pero actualmente se emplean los clips. En la siguiente figura se muestran los distintos accesorios de fijación de los rieles.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

1. Tornillo para fijar planchuela al durmiente
2. Placa elastomérica
3. Arandela elastic
4. Ancla
5. Tornillo de presión
6. Planchuela

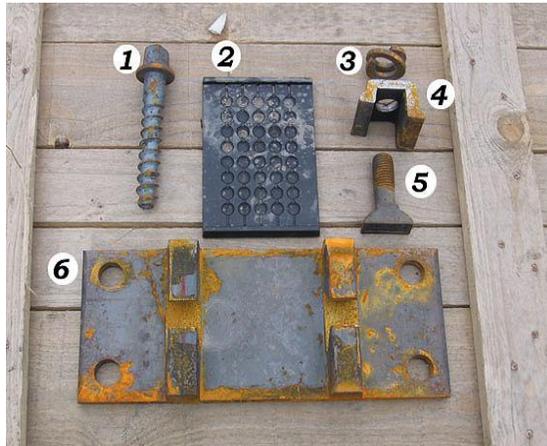


imagen 29. En esta foto se demuestra los accesorios de fijación que se utilizan para unir los rieles por sus extremos, fijar a los durmientes evitar que se apoyen directamente y que no recojan o deslicen en dirección longitudinal o transversal. Fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

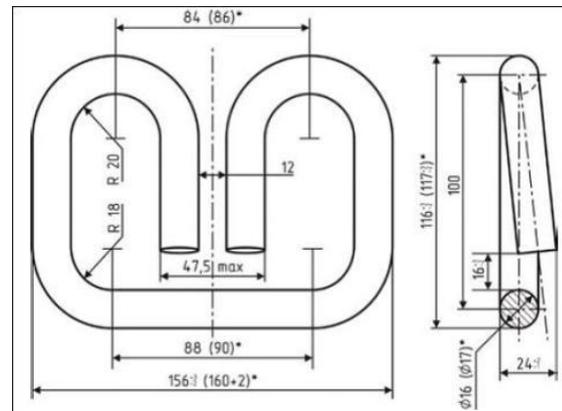
Fijación con clavo y planchuela **imagen 30** Fijación Pandrol e-clip **imagen31**



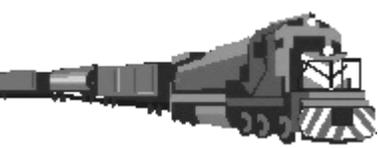
Clip a presión **imagen 32**



Diagrama de una grapa **imagen 33**



Imágenes 30, 31, 32, 33. En estas fotos se muestran las fijaciones que se hacen entre el durmiente y el riel y el diagrama de una grapa, fuente: [libramiento ferroviario de Celaya Guanajuato](#)



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

2.10 BALASTO: Constituye la base de las vías férreas y están compuestos por agregados gruesos (grava) los cuales le dan una buena estabilidad, fija la vía al terraplén arrojando los durmientes, manteniendo nivelación.

Normalmente es roca triturada angulosa que facilita el drenaje y escurrimiento del agua, distribuye los esfuerzos de manera uniforme al terraplén, debe tener una granulometría uniforme de entre 28 y 50 mm por partícula, y reduce vibración y minimiza daño a otros elementos de la vía y superestructura.



Imagen 34 vaciado de balasto sobre vía, fuente: [temas de selectos de ferrocarriles UNAM](#)

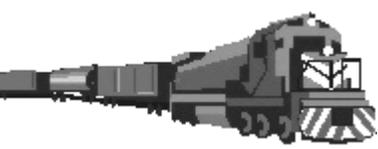


Imagen 35,36, en estas fotos se muestra el tendido de balasto sobre la vía, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

2.11 Herrajes de cambio

Permiten el cambio a otras vías y están compuestos por:

- Agujas
- Sapo
- Guardavía



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

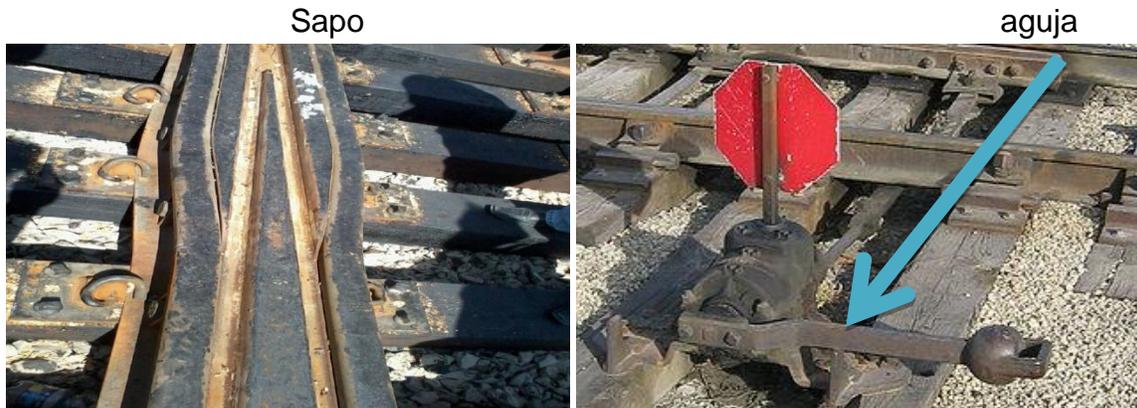


Imagen 37,38: En estas fotos muestran los tipos de herrajes de cambio, fuente: [libramiento ferroviario Celaya Guanajuato](#).

2.12 Trocha o ancho de vía

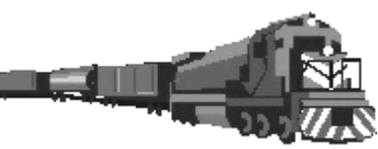
Sistema utilizado para controlar el tráfico ferroviario de forma segura, esencialmente para evitar la colisión de los trenes.

Se denomina ancho de vía o trocha a la separación entre los carriles, la cual debe coincidir con la separación entre ruedas del material rodante. Se mide entre caras internas, tomando como punto de referencia el ubicado entre 10 mm y 15 mm por debajo de la cara superior del carril.

El ferrocarril de vía estrecha, ferrocarril de vía angosta o ferrocarril de trocha angosta es un tipo de transporte ferroviario cuyo ancho de vía o trocha es inferior al considerado "normal" del transporte ferroviario. Este ancho "normal", que depende de las características de cada país, es el utilizado en la red principal de ferrocarriles, siendo el de vía estrecha el que se utiliza para líneas de carácter secundario.

2.13 Vía ancha o de ancho ibérico: El vigente en la mayor parte de la red española y portuguesa (siendo en este último 2 mm menos). Es de 1668 mm. También es citado bajo el nombre de "ancho RENFE", "ancho nacional" o "ancho convencional" (término a evitar, pues puede ser confundido con "ancho estándar").

2.14 Vía de ancho estándar: El utilizado en la mayoría de las redes europeas y del resto del mundo (aproximadamente un 60% de la extensión total de líneas de ferrocarril), por lo que se ha adoptado en las nuevas construcciones de las LAV en España. Es de 1.435 mm, y en ocasiones también se le denomina como internacional, o europeo aunque el uso preferible es el de estándar.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Una denominación habitual, aunque en este caso incorrecta, es la de ancho UIC. Hace referencia a la Organización Internacional de Ferrocarriles (UIC), pero en realidad esta organización no propone ni impulsa la implantación de ningún ancho de vía específico. En ese sentido, son anchos de vía UIC cualquiera de los que estén presentes en las redes de sus miembros alrededor de todo el planeta, ya sean mayores o menores que el estándar.

2.15 Vía estrecha: En este tipo se engloban todos aquellos anchos inferiores a los 1.435 mm del ancho estándar. En España la mayor parte de vía estrecha es de 1000 mm (ancho métrico o vía métrica).

2.16 Aparatos de vía

Los aparatos de vía permiten la ramificación y el cruce de los itinerarios del ferrocarril. Se distinguen varios tipos de aparatos de vía.

Los desvíos, que permiten a un itinerario ramificarse en dos o más vías siendo los ejes de las vías tangentes entre sí. Las travesías, que permiten la intersección de dos itinerarios y por lo tanto los ejes de las vías se cortan, y, los cruzamientos, lugares donde dos vías se cruzan, pero sin posibilidad de cambiar de una a otra.

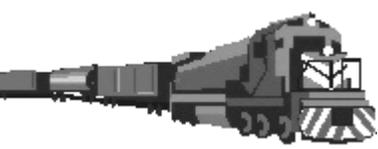
2.17 Catenaria



En ferrocarriles se denomina catenaria a la línea aérea de alimentación que transmite energía eléctrica a las locomotoras u otro material motor.

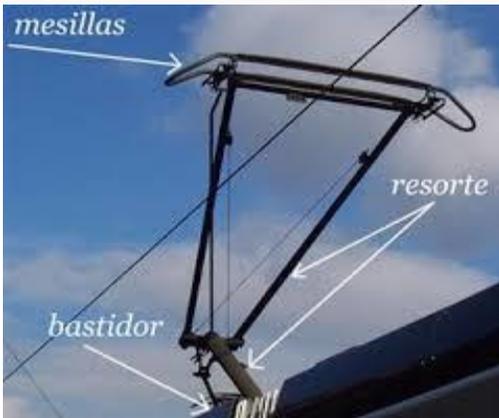
Algunos autores prefieren utilizar el término "Línea Aérea de Contacto" o abreviadamente L.A.C.,¹ que puede incluir los sistemas denominados "línea tranviaria", "línea de trolebús", "catenaria flexible" y "catenaria rígida". Existen otros sistemas de alimentación eléctrica para ferrocarriles que no deben ser considerados como catenarias. Las tensiones de alimentación más comunes van desde 600 V a 3 kV en corriente continua, o entre 15 y 25 kV en corriente alterna. La mayor parte de las instalaciones funcionan con corriente continua o alterna monofásica.

Imagen 39 esta foto muestra la alimentación eléctrica de las locomotoras catenaria mediante catenaria, fuente: [vía de FERROVALLE, Tlalnepantla Edo. México.](#)



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

2.18 Pantógrafo ferroviario.



El pantógrafo ferroviario es un mecanismo articulado que transmite la energía eléctrica, que proporciona la fuerza de tracción, a una locomotora, trolebuses, tranvías y otros vehículos.

El pantógrafo consiste en un sistema articulado que sujeta un patín, presionándolo contra la catenaria, bajo la que se desliza.

Imagen 40 muestra la transmisión de energía para tranvías, metro, etc. Y las partes que conforman a un pantógrafo, fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1064379&page=22>

Se sitúa en el techo de la unidad tractora y es regulable en altura de forma automática, para poder alcanzar la catenaria independientemente de la altura a la que se encuentre el hilo conductor aéreo.

Para evitar que el patín se desgaste en un sólo punto, la trayectoria de la catenaria se dispone en zigzag, de modo que va barriendo la mayor parte del patín provocando un desgaste uniforme en toda su superficie.

2.19 Circuitos de vía y bloqueo

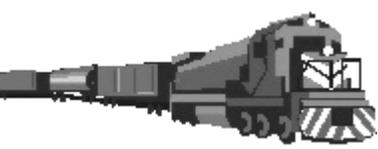
Sistema eléctrico que permite detectar la presencia de un tren en un tramo de vía concreto.

Un circuito de vía es un circuito eléctrico o electrónico que sirve para saber si hay trenes en un tramo de vía determinado. Se utiliza normalmente para actuar sobre las señales y evitar que un tren acceda al cantón si este es utilizado por otro tren.



En ferrocarril, el bloqueo es un dispositivo que sirve para organizar la asignación de tramos de vía en la circulación de trenes. La función del bloqueo es impedir la colisión entre trenes reservando cada tramo de vía para un único tren, evitando que dos trenes circulen en sentido contrario por el mismo tramo de vía, que un tren alcance al precedente o que un tren circule sobre aparatos de vía que no han sido configurados correctamente.

Imagen 41, muestra un ejemplo de circuito de vía que se utilizan para la movilidad de los trenes, fuente: <http://es.wikipedia.org/ferrocarril>.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

La forma en la que se realiza el bloqueo depende de la tecnología disponible, desde simples acuerdos verbales para evitar que dos trenes usen la misma vía, hasta complejos sistemas informatizados que comprueban en todo momento la posición de los trenes.

2.20 Señalización



Sistema utilizado para controlar el tráfico ferroviario de forma segura, esencialmente para evitar la colisión de los trenes y también se utiliza para indicar al maquinista las condiciones de la vía que se va a encontrar por delante.

Imagen 41, ejemplo de señalización en una vía férrea para el control del tráfico ferroviario, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

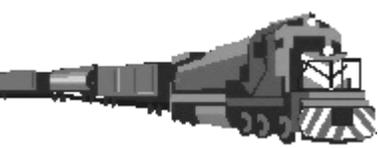
2.21 Túneles

Un **túnel** es una obra subterránea de carácter lineal, cuyo objeto es la comunicación de dos puntos que permite librar obstáculos, abatir pendiente, acortar trazo, cambios en los trazos de vías de comunicación y un gran dominio de civilización sobre la naturaleza.

La siguiente **imagen 42**, es del ferrocarril Chihuahua- pacífico mejor conocido como el chepe entrando en un túnel para su recorrido por las barrancas del cobre.



Imagen 42, túnel ubicado en la sierra tarahumara, fuente: <http://www.chepe.com.mx/>



2.22 Cut and cover

Que significa "cortar y cubrir", son túneles superficiales, donde se excava desde la superficie la totalidad o una parte, se construye el túnel dentro del cielo abierto y se cubre una vez terminado. Requiere un sistema de sostenimiento fuerte para soportar las cargas del material que lo cubrirá, este tipo de túneles es más usado para sistemas de transporte urbano. En la **imagen 43**, se muestra un ejemplo de construcción del túnel cut and cover.

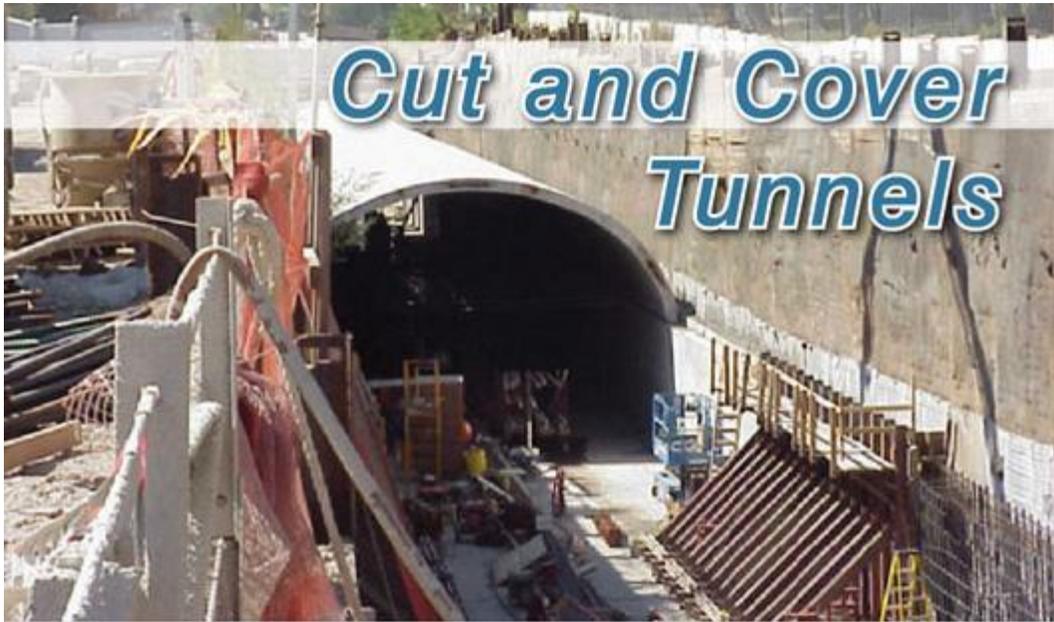


imagen 43 ejemplo del tunel cut and cover, fuente:

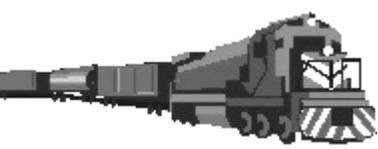
http://www.waterproofmag.com/back_issues/201201/Cut-and-Cover_Tunnels.php

2.23 Túnel con TBM (en ingles Tunnel Boring Machine)

Es una máquina capaz de excavar túneles a sección completa, a la vez que colabora en la colocación de un sostenimiento si este es necesario, ya sea en forma provisional o definitiva. Como se muestra en las siguientes **imágenes 44 y 45**.

La excavación se realiza normalmente mediante una cabeza giratoria equipada con elementos de corte y accionada por motores hidráulicos (alimentados a su vez por motores eléctricos, dado que la alimentación general de la máquina se realiza con energía eléctrica). Sus principales ventajas son:

- Que automatiza los procesos y hace más eficiente la construcción
- Y se puede emplear en diferentes tipos de suelo



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



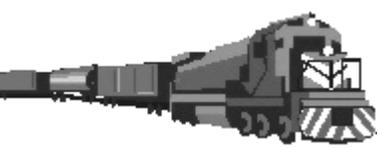
Imagen 44,45, ejemplo de tunel TBM, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

2.24 Puentes

Es una construcción que permite salvar un accidente geográfico como un río, un cañón, un valle, un camino, una vía férrea, un cuerpo de agua o cualquier otro obstáculo físico. El diseño de cada puente varía dependiendo de su función y la naturaleza del terreno. Permite grandes cambios en los trazos de vías de comunicación al hacer conexiones imposibles, mantienen pendientes y curvas adecuadas y son las obras emblemáticas y quizás las más estéticas y atractivas de la Ingeniería Civil. En la **imagen 46**, se observa el ferrocarril “**chepe**” haciendo su recorrido sobre un emblemático puente que conecta en las barrancas del cobre.



Imagen 46, ejemplo de puente ferroviario en la sierra tarahuamara, fuente: <http://www.chepe.com.mx/>



2.25 Tipos de puentes

2.26 Puente colgante

Es un puente sostenido por un arco invertido formado por numerosos cables de acero, del que se suspende el tablero del puente mediante tirantes verticales. Desde la antigüedad este tipo de puentes han sido utilizados por la humanidad para salvar obstáculos. Con el paso de los siglos y la introducción y mejora de distintos materiales de construcción, este tipo de puentes son capaces en la actualidad de soportar el tráfico rodado e incluso líneas de ferrocarril ligeras. En la **imagen 47**, se puede ver el emblemático puente colgante de Coatzacoalcos.



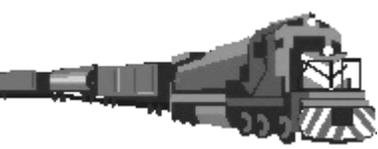
Foto 47, puente coatzacoalcos, fuente: <http://www.radiover.info/n.php?id=49722>

2.27 Puente en vigas

Están formados fundamentalmente por elementos horizontales que se apoyan en sus extremos sobre soportes o pilares. Mientras que la fuerza que se transmite a través de los pilares es vertical y hacia abajo y, por lo tanto, éstos se ven sometidos a esfuerzos de compresión, las vigas o elementos horizontales tienden a flexionarse como consecuencia de las cargas que soportan. El esfuerzo de flexión supone una compresión en la zona superior de las vigas y una tracción en la inferior. La siguiente **imagen 48**, es un puente con vigas de placas. Este es de tres tramos se ha diseñado con vigas de sección variable.



Foto 49, ejemplo de puente en vigas, fuente: http://labrm.mecaest.etsii.upm.es/media/IMG0035_secc_var_full.jpg



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

2.28 Puente en arco

Es una estructura semicircular con los estribos en cada extremo. El diseño del arco, el semicírculo, desvía naturalmente el peso de la cubierta del puente hacia los estribos. Los puentes de arco están siempre bajo compresión. La fuerza de la compresión empuja hacia fuera a lo largo de la curva del arco hacia los estribos. Tensión: La tensión en un arco es insignificante. En la **imagen 49**, se muestra un puente ferroviario que consta de seis arcos son 20 metros de largo en el cantón de los Grisones (Suiza).



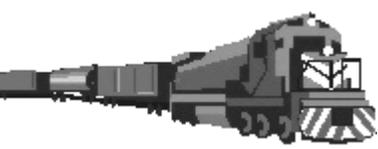
Imagen 49 ejemplo de puente en arco, fuente: [temas selectos ferroviario UNAM](#)

2.29 Puentes Cantilever

Tienen especial aplicación en tramos muy largos. Reciben su nombre de los brazos voladizos conocido como (cantiléver) que se proyectan desde las pilas. Los brazos voladizos también pueden proyectarse hacia las orillas para sustentar los extremos de dos tramos suspendidos. En las **imágenes 50,51** se muestra el puente ferroviario tipo cantiléver que sirve como conexión entre el noreste y el sureste de Escocia, tiene una longitud de 2.5 kilómetros, y es de doble vía.



Fotos 50, 51 puente ferroviario tipo cantilever, fuente: [temas selectos ferroviario UNAM](#)



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

3. PROCESO CONSTRUCTIVO.

Se dan las normas generales que deben seguir sea en la construcción de las terracerías de una obra vial, según la específica la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, principalmente en lo relacionado con el desmonte; cortes, terraplenes, refinamientos, canales y accesos.

3.1 Desmonte.

El desmonte es el despeje de la vegetación existente en el derecho de vía y en las áreas destinadas a bancos, con objeto de evitar la presencia de materia vegetal en la obra como puede ser; árboles y arbustos y maleza de hierba o residuos de las siembras; desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con raíces o cortando estas; limpiando y retirando el producto del desmonte.

Este proceso se requiere un tractor de orugas para poder realizar las actividades.

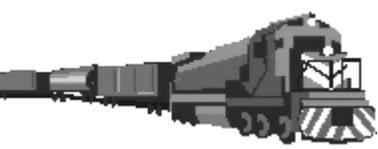


Imagen 54,53: En estas fotos se puede mostrar el trabajo que se realiza para la limpia y desmonte del derecho de una vía fuente: <http://www.agroads.com.ar/detalle.asp?clasi=132618>

3.2 Despalle.

El despalle se ejecuta dependiendo de los materiales, ya sea porque el terreno es blando o suelto que puede ser eficiente excavado como son los suelos poco o nada cementados con partículas, los suelos agrícolas, los limos o las arenas.

Estos trabajos se puede ocupar un tractor de orugas o una motoconformadora para desprender una capa de vegetación aproximadamente de 0.15 cm, ya después se debe de dar una compactación al terreno ya desplantado; así mismo se le da un riego de agua para recibir lo que es la primer capa de terraplén.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Imagen 54,55: En estas imágenes se puede mostrar el trabajo que se realiza para el despalme del derecho de una vía fuente:

<http://www.aguascalientes.gob.mx/transparencia/calidad/sop/Obras/ReportesVarios/masgrande.asp?Foto=imagen.asp?id=19967>

3.3 Cortes.

Los cortes se describen como las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación y / o abatimiento de taludes, en rebajes en la corona de cortes, así mismo para los cortes de terraplenes con objeto de preparar y / o formar la sección de la obra de acuerdo con los proyectos.

Los materiales de cortes, de acuerdo con la dificultad que presenten para su extracción y carga, se clasificara tomando como base los tres tipos siguientes:

Material A, Material B, Material C.

Algunos materiales de corte pueden ser utilizados para los terraplenes dependiendo de la resistencia o de estudios de laboratorio.

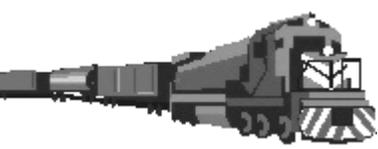
3.4 Bancos de préstamo.

Los bancos de préstamos son las excavaciones en los lugares determinados por el proyecto para obtener los materiales con que se forman los terraplenes no compensados, pudiendo ser laterales o de bancos.



Imagen 56: En esta imagen se puede mostrar el trabajo que se realiza para los bancos de préstamo. Fuente:

<http://www.agroads.com.ar/detalle.asp?clasi=132618>



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

3.5 Terraplenes.

Los terraplenes se describe como el principal de la estructuras ya que se necesita materiales adecuado para la formación del cuerpo del terraplén, estos materiales se requieren del producto de despalme o de bancos de préstamos; también se consideran como terraplenes, las cuñas contiguas a los estribos de puentes y de paso a desnivel.

El proceso para realizar un terraplén se hace el tendido de una capa del espesor que permita el tamaño máximo del material pero no menor de 30 cm, en todo el ancho de la sección y se riega agua sobre la capa, en cantidad aproximada a 100 litros por metro cubico y después se somete a un tractor de orugas que pese 20 toneladas pasando por cada uno de los puntos que forman la superficie; en seguida se hacen sondeos a cielo abierto en los 20 cm superiores de la capa para estudiarlos en el laboratorio.



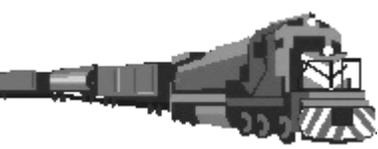
imagen 55: En esta imagen se muestra como se pasa la maquinaria para la construcción de un terraplén, fuente: [libramiento ferroviario Celaya Guanajuato.](#)

3.6 Material para subyacente.

La capa de subyacente se ejecuta en seleccionar material cribado de banco, para tener una mejor formación del material; estos trabajos se realizan con maquinaria pesada como es tractor de orugas y motoconformadora para tener una mejor formación de la capa de subyacente y teniendo una finalidad de acomodo de material y resistencia.



imagen 56: En esta imagen se muestra como se pasa la motoconformadora para la la formación de la capa subyacente: [libramiento ferroviario Celaya Guanajuato](#)



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

3.7 Material para sub – balasto.

Es la parte de la estructura del terraplén ya que es de gran importancia porque es la que soporta la mayor parte de la carga de la vía férrea. Y los materiales deben ser de calidad y con una granulometría para tener una buena textura.



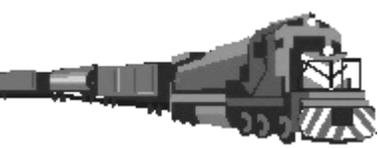
imagen 57: En esta imagen se muestra el material para sub-balasto y parte de la estructura del terraplén: [libramiento ferroviario Celaya Guanajuato](#)

3.8 Acarreo para terracerías.

Es el transporte de los materiales para construir un terraplén o efectuar un desperdicio; así como el transporte del agua empleada para la compactación de terracerías, el acarreo libre es efectuado hasta una distancia de 20 metros como máximo después del término de los 20 metros, el acarreo se considera sobre acarreo, la distancia de sobre acarreo.



Imagen 58,59: En estas imágenes se puede mostrar el trabajo que se realiza para el transporte de materiales, así como el transporte de agua empleada para un terraplén. Fuente: <http://www.ismconstrucciones.com/Secciones.aspx?ld=18>



3.9 Colocación de la vía.

La vía se coloca sobre el sub-balasto terminado, armándose como sigue:



Imagen 60: En esta foto se puede mostrar la colocación de vía que se va haciendo durante el proceso constructivo de una vía férrea, fuente: [libramiento ferroviario Celaya Guanajuato](#)

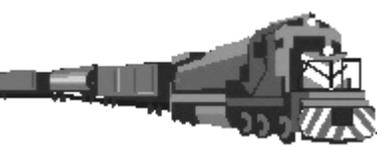
- a) La vía clavada; en el lugar.
- b) La vía elástica; en el lugar o en el taller.

Para armar una **vía clavada**, en la que solo se utilizan durmientes de madera, las secuencias de operaciones y los requisitos deben cumplirse, son los siguientes: La distribución de los durmientes se hará sobre el sub-balasto terminado, siendo la dotación mínima de 1830 durmientes por kilómetro de vía.



Imagen 61: En esta foto se muestra la estructura de una vía ferrea ya terminada, fuente: [libramiento ferroviario Celaya Guanajuato](#).

El escantillón se mide a 1.6 centímetros debajo de la superficie de rodamiento y debe ser de 1.435 metros en tangente y en curvas hasta de (2°) dos grados; en curvas de mayor grado se aumente el escantillón a razón de 2.5 milímetros por



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

cada grado de curvatura o fracción adicional, hasta un máximo de 1.450 metros, como se indica en la siguiente tabla: **Tabla 1**

GRADO DE CURVATURA (G)		ESCANTILLON EN MM
DE	0° 00' a 2° 00'	1435
	2° 01' a 4° 00'	1440
	4° 01' a 6° 00'	1445
	6° 01' a 8° 00'	1450

Tabla 1, presenta los grados de curvatura, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM.](#)

Se emplean placas metálicas, estas se colocan sobre los durmientes en su posición definitiva, el patín del riel debe quedar siempre dentro y paralelo a las costillas de la placa de asiento y tendrá, con respecto al eje del durmiente, una inclinación de (1:40) uno cuarenta hacia el centro de la vía.



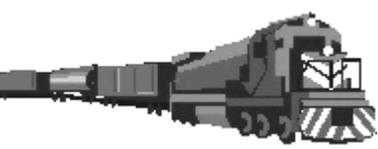
Fotos 62,63: En estas fotos se muestran como se colocan las placas metalicas sobre os durmientes y se ve como se monta la vía sobre los durmientes y como hace funcion la placa, fuente: [libramiento ferroviario Celaya Guanajuato.](#)

Los rieles se colocan sobre las placas de asiento, fijando el riel y la placa con los clavos de la vía. Se fija primero el riel de un lado, conservando el escantillón, el opuesto.

Las juntas del riel deben quedar cuatraperadas (sin coincidir). Las anclas se sujetan a presión al patín del riel y deben quedar en contacto con las caras verticales de los durmientes, debiendo emplearse un mínimo de (16) dieciséis anclas por riel, en el lado opuesto se colocan en los mismos durmientes en el que se colocaron en el primero.



Imagen 64: En esta foto se muestra la Junta de vía en rieles de perfil, fuente: [libramiento Celaya Guanajuato.](#)



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Cuando sea necesario hacer perforaciones en los rieles (perforaciones de campo), estas se hacen con taladro y broca, se debe evitar que se altere el material, por calentamiento excesivo.

Para la vía elástica armada en el lugar, en términos generales la ausencia de las operaciones y requisitos que deben cumplirse son los siguientes:

La distribución de los durmientes se hace sobre el sub-balasto terminado. En general la dotación mínima es de 1680 durmientes por kilometro de vía.

Los durmientes se colocan centrales y normales al lineamiento horizontal, espaciándolos con forme al proyecto, de tal manera que cuando se coloquen los rieles, sus juntas de unión quede entre dos durmientes.



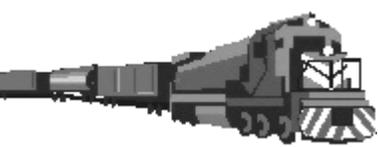
Imagen 65, aquí se muestra como se colocan los durmientes sobre el terraplén, Fuente: [libramiento ferroviario Querétaro- Celaya](#).

Cuando se utilicen durmientes de madera, se emplean placas de asiento metálicas en curva, estas se limpian por ambas caras y se colocan sobre los durmientes en su posición definitiva, el patín del riel debe quedar siempre dentro y paralelo a las costillas de la placa de asiento y tiene, con respecto al eje del durmiente, una inclinación de 1:40 hacia el centro de la vía la que se da por medio de la placa de asiento o por la entalladura del durmiente.

Se colocan placas de hule amortiguadoras sobre las placas de asiento.

Cuando se utilizan durmientes de concreto hidráulico se colocan únicamente placas de hule amortiguadoras y la inclinación 1:40 se da en los durmientes a fabricarse.

Los rieles se colocan sobre las placas de hule amortiguadoras, placas de asiento en su caso, fijando riel y placa con el dispositivo de sujeción correspondiente. Se fija primero el riel de un lado y luego conservando el escantillón, el riel opuesto. Las juntas de unión deben quedar cuatrapeadas (sin coincidir).



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Cuando sea necesario hacer perforaciones de campo en los rieles se debe evitar que se altere el material por calentamiento excesivo.



Imagen 66: Las placas amortiguadoras colocadas entre los durmientes de concreto en las vías férreas, y tienen una vida útil prevista de 20 años, [fuente: temas selectos de ferrocarriles UNAM.](#)

Cuando el proyecto y/o la secretaria fijen el uso de juntas de unión, estas se arman en la siguiente forma:

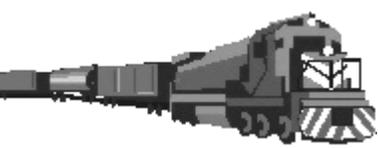
Se limpian las superficies de contacto entre rieles y planchuelas y se extiende sobre estas una capa de grasa grafitada haciendo coincidir las perforaciones de las planchuelas con la de los rieles, se colocan los tornillos con cabezas alternadas, las rondanas de presión y las tuercas que se aprietan ligeramente. Una vez sujeto el riel al durmiente, las tuercas se continúan apretando, primero las centrales y después las extremas en cada junta de unión, hasta dar al tornillo una tensión entre 10,000 y 15,000 kilogramos.

Para dar tensiones requeridas, se emplean llaves especiales que destraben al alcanzar la tensión fijada. Según lo ordene la secretaría de uno a tres meses después de iniciado el tránsito de trenes se revisa la tensión dada a los tornillos, que no debe ser menor de 10,000 kilogramos.

En las juntas de unión, la separación entre los extremos de rieles se calibra, empleando separadores de metal o de fibra, de acuerdo con la temperatura de los rieles en su momento de colocación, la cuela se medirá con el termómetro para riel. En rieles con longitud estándar o sea 11.85 metros (39') el espesor de los separadores debe ser el indicado en la **tabla 2**, siguiente:

TEMPERATURA °C RIELES ESTANDAR	ESPEJOR DE LOS SEPARADORES EN MM.
Menos de 0°	7.0
De 0° a 10°	5.5
De 10° a 25°	3.0
De 25° a 40°	1.5
Más de 40°	0.0

Tabla 2, presenta la temperatura de rieles estándar y espesor de los separadores, [temas selectos de ferrocarriles UNAM.](#)



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Nota: para los rieles cortos el espesor será proporcional a los valores a notados.

En túneles cuando la temperatura sea superior a 21°C, los rieles con longitud estándar 39' (pies) se tienden sin separación y cuando la temperatura sea inferior a 21°C se deja una separación de 1.6 milímetros por cada 11°C (grados centígrados) de reducción en la temperatura.

Los separadores se quitan cuando tengan 12 tramos de riel estándar tendidos.

Los tirafondos deben penetrar verticalmente en los durmientes de madera, atornillándolos en las perforaciones hechas de antemano, como guías.

Los muelles o las grapas se fijan en los durmientes de madera por medio de tirafondos y en los durmientes de concreto, por medio de pernos; ambos deben sujetar el patín del riel, con la presión indicada.

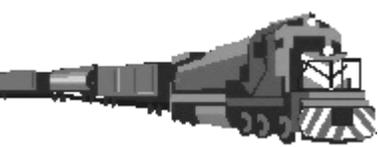
Los rieles se deben soldar en el lugar o en planta para integrar:

- a) Rieles de mediana longitud de 24 a 36 metros aproximadamente, que se obtienen al soldar 2 o 3 rieles estándar respectivamente.
- b) Rieles largos se obtienen de soldar más de 20 rieles estándar.



Imagen 67,68: Se muestra la soldadura del riel en el lugar, la cual puede efectuarse antes o después de su tendido, fuente: [libramiento ferroviario Celaya Guanajuato](#).

Cuando se emplean rieles largos soldados en planta se tiende una vía con riel provisional emplanchuelado, con los durmientes y sujeción definitiva, balastándola, alineándola y nivelándola. Los rieles largos se transportan sobre esta vía y se procede a efectuar el cambio de rieles.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Las juntas de unión deben quedar fuera de los cruceros con calles o carreteras. Para esto se emplean rieles soldados con la longitud necesaria, con contraríeles y guardarrieles.

Las juntas de dilatación especiales se colocan donde lo fije el proyecto.

El escantillón se mide 1.6 centímetros debajo de la superficie de rodamiento y debe ser de 1.435 metros en tangentes y en curvas hasta de 2° (grados) en curvas de mayor grado se aumenta conforme a la tabla #1.

Para la vía elástica armada en el taller, las secuencias y operaciones son las siguientes:

El armado de la vía se hace por tramos, generalmente con rieles de longitud estándar sobre patios de trabajo, colocando los durmientes de acuerdo con la posición fijada en el proyecto. La dotación mínima por kilómetro de vía es de 1680 durmientes de concreto hidráulico o de 1830 si son de madera.

Cuando se utilizan durmientes de madera o de concreto se procede con forme a lo establecido, en lo relativo al uso de placas metálicas o de hule.

Sobre las placas de hule amortiguadoras se colocan por pares los rieles de una misma longitud. Cuando los tramos de vía que estén armando vayan a quedar en curva, las juntas con los tramos contiguos se ajustan recortando los rieles interiores de acuerdo con la **tabla 3** siguiente:

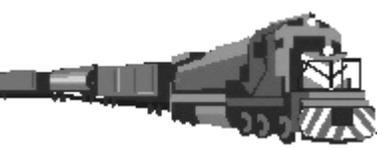
TABLA #3

GRADO DE CURVATURA (G)	RECORTE r EN CM.
1°	1.6
2°	3.1
3°	4.7
4	6.3
5°	7.9
6°	9.5
7°	11.0
8°	12.6

NOTA: Para diferentes grados de curvatura y longitudes $r = 1.3125 GL$

Los rieles se sujetan a los durmientes por medio de los dispositivos de sujeción fijados en el proyecto.

Cuando se emplean rieles soldados, la soldadura se efectúa después de su tendido.



3.10 Alineamiento y nivelación

Se efectúa en forma simultáneamente como se indica:



Imagen 69: Trabajos de alineamiento y nivelación de una vía férrea, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

Se hincan estacas de referencia a la separación para alineamiento y nivelación a lo largo de la vía, en las cuales se marca el nivel de proyecto a que debe de quedar la parte superior del hongo del riel.

La nivelación se ejecuta calzando los durmientes con el balasto utilizando equipo especial para levantes sucesivos hasta que los rieles alcancen el nivel de proyecto.

Después se procede a perfilar el balasto hasta obtener la sección de proyecto.

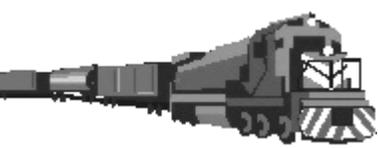
3.11 Sobreelevación

La sobreelevación es el alce del riel exterior en las curvas para permitir que se use el peso del vehículo (fuerza gravitacional) para contrabalancear el efecto de la fuerza centrífuga. Al alzar el riel exterior el efecto de la fuerza del peso se mueve hacia el riel interior.

Cuando se determine la sobreelevación de una curva no deben ser ignoradas las condiciones de operación a baja velocidad y la parada. Cuando se provea sobreelevación práctica para la velocidad de equilibrio. De lo contrario, se recomienda que la máxima velocidad de los carros con el centro de gravedad a 98" (pulgadas) de altura, (altura máxima permitida del centro de gravedad en el libre intercambio), sea restringida para dar no más de 2" (pulgadas) y elevación desbalanceada.

Una curva puede estar elevada tanto que pueda ocurrir el descargado del riel alto a velocidades muy bajas o durante el arranque.

Bajo ninguna circunstancia la sobreelevación excederá de 6" debido al grado de curvatura, centro de gravedad permitida u otros factores.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

3.12 Colocación de un cambio.

Al instalar un cambio de acuerdo con la localización que se fije para el P.A. (punta de aguja) y conocimiento del n° del sapo que se va a colocar, se procede previa protección reglamentaria:

1. Se hacen los ajustes correspondientes en los rieles para situar las juntas inmediatas a los P.A. en el lugar indicado.
2. Se coloca el juego de madera de cambio.
3. Se coloca el contrarriel de la vía principal o de la vía de donde saldrá el cambio, a la distancia reglamentaria.
4. Se coloca el sapo y la guía recta o principal y después se colocan todos los demás accesorios del cambio

3.13 Contraríeles

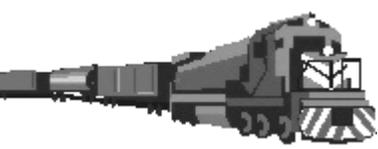
Los contraríeles se colocan de tal modo que la distancia del lado del escantillón del sapo a la cara del contrarriel donde pasa la ceja de la rueda, sea de 1.387 metros y 0.866 metros en vía angosta.

Para la vía con escantillón estándar, la separación del contrarriel y del riel es de 4.76 centímetros.



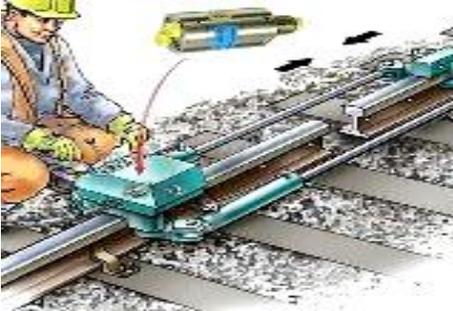
Imagen 70: Se muestra un contrarriel de aguja en un cambio doble, fuente:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Contraaguja>



3.14 MANTENIMIENTO DE LA VÍA SEGÚN SU ESTADO

3.15 Tratamiento general de las vías



En la infraestructura son objeto de control los drenajes, los cauces de los ríos y arroyos en las cercanías inmediatas a la explanación de la vía, la faja de emplazamiento, las cercas de delimitación y las señales fijas de vía, por lo que es muy importante considerar que todas las vías deben continuar manteniendo los siguientes parámetros para su buena marcha:

Imagen 71, ejemplo de mantenimiento al riel, fuente: <http://es.scribd.com/doc/34376938/Plan-de-Mantenimiento-de-La-via-Ferrea>

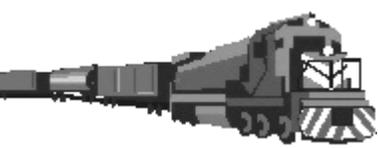
Los drenajes longitudinales y transversales, así como los cauces de los ríos y arroyos deberán mantenerse libres de obstáculos que eviten la evacuación de las aguas pluviales, o que puedan originar afectaciones en los viaductos y demás obras de fábrica.

Para fomentar este drenaje, deben limpiarse adecuadamente las cunetas de la citada plataforma y las de guarda de desmontes, juntamente con las obras transversales (caños, tajeas, alcantarillas, etc.) eliminando, de ellas, cualquier clase de material que dificulte su trabajo, sean tierras, elementos vegetales, materiales de vía, etc. y restituir sus secciones que hayan sido dañadas.

En la faja de emplazamiento se deberá controlar la vegetación para evitar:

- a) Peligros de incendio
- b) Obstrucción de los drenajes.
- c) Interferencias con los obreros encargados del mantenimiento y al personal de operaciones.
- d) Fallas en las líneas de señales y comunicaciones.
- e) que se obstaculice la inspección a las instalaciones (superestructura, aparatos de vía, etc.), así como a los equipos en movimiento en las Estaciones.
- f) El patinaje de los trenes por exceso de hierbas.
- g) Falta de visibilidad de las señales. Además, se tendrá en cuenta que en esta faja de terreno se prohíbe pastar el ganado mayor, dado sus implicaciones en la seguridad del movimiento de los trenes.

Adecuado comportamiento de la vía, manteniendo la capacidad de carga de la plataforma de acuerdo con las acciones que se ejerzan sobre ella.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Para lograrlo es necesario mantener adecuadamente las dimensiones de la banqueta de balasto especialmente en lo que se refiere a su espesor.

En la superestructura de la vía son objeto de inspección todos sus componentes: los carriles y sus juntas, los durmientes y sus fijaciones al carril, el balasto, los cambiavías de más instalaciones y faja del Ferrocarril.

La faja de la vía debe mantenerse limpia, la vegetación debe eliminarse, su observancia estará a cargo de los jefes de cuadrillas y supervisores de vía.

3.16 Tratamiento de las vías con juntas

En general es costoso efectuar una buena conservación en la vía con juntas, en primer lugar a causa de la rápida degradación de su nivelación longitudinal ocasionada por los elementos que las integran y, sobre todo, por la necesidad de mano de obra requerida. Por estas razones, el objeto a conseguir en este tipo de vía queda orientado en garantizar la calidad y seguridad de las circulaciones y, para ello, deben tenerse en cuenta las siguientes circunstancias:

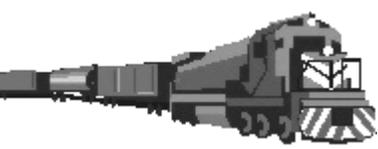
Mantener el ancho de trocha entre sus tolerancias de seguridad. Para lograr esta finalidad debe mantenerse el apretado correcto de la sujeción. La tarea viene complementada por diferentes acciones que mejoran el estado de la vía bajo el punto de vista de la seguridad y con escaso costo.

Eliminación de los grupos de traviesas inútiles consecutivas: Vigilar especialmente las zonas de juntas de carriles.

El trabajo debe realizarse prestando especial atención al apretado de tornillos y de tirafondos, controlando la uniformidad de distribución, inspeccionando el desgaste de los extremos de los carriles y de las eclisas que los unen. Para ello deben tratarse las juntas hundidas, principalmente, las situadas en las curvas de transición y mejorar la nivelación transversal de la vía.

3.17 Tratamiento de las vías sin juntas

Para el buen comportamiento de estas vías formadas con barras largas soldadas debe prestarse atención al estado de las tensiones de los carriles que la constituyen. Como consecuencia deben vigilarse estrechamente las siguientes acciones: Programar, con carácter urgente, la regulación de tensiones en aquellas barras largas donde después de efectuar trabajos de segundo grado, que pudieran haber dado lugar a una modificación de la estabilidad de la vía, no se haya realizado una homogeneización o una liberación de tensiones. Tales trabajos comprenden, entre otros:



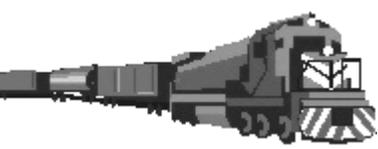
SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

- Soldaduras aluminotermias.
- Reparación de juntas aislantes.
- Sustitución de carriles inútiles.
- Depuración y desguarnecido de la banqueta.
- Rectificación del ancho de trocha.
- Sustitución de durmientes.
- Sustitución de conjuntos de pequeño material de vía.
- Reglaje y reparación de desvíos y de durmientes.
- Reglaje y reparación de aparatos de dilatación.
- Bateado de durmientes colgados.
- Deformaciones de la vía.
- Nivelación de juntas de carriles.
- Nivelación, alineación, compactación, perfilado y estabilización de la vía.
- Reparación de averías causadas por descarrilamiento. Estos trabajos deben realizarse de acuerdo con las operaciones, cumpliendo las medidas de seguridad y respetando los intervalos de temperatura.

El apretado de las sujeciones de sus carriles, teniendo en cuenta su tipo y utilizando maquinaria adecuada con los correspondientes pares de apriete perfectamente contrastados.

A estos efectos debe observarse que un apretado insuficiente facilita el deslizamiento del carril sobre la traviesa y da lugar, en tiempo caluroso, a la aparición de serpenteos e incluso de pandeos en la vía, que son función del número de sujeciones contiguas flojas. Por contrario, un apretado excesivo puede originar pérdida de elasticidad e incluso rotura en las sujeciones del carril llegando, incluso, a fisurar los durmientes. En particular, el apretado correcto de la sujeción tiene gran importancia en las zonas de respiración de las barras largas. Una atención especial debe ser prestada a la posición de la vía en planta y al prisma de balasto.

No puede permitirse el deslizamiento de la piedra por los taludes del prisma, el aumento de la pendiente de estos y la disminución del hombro del prisma de balasto hasta una dimensión menor de 25 cm.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

La realización de algunos tipos de trabajos de vías (alineación, levantes, etc.) provoca la reducción temporal de la estabilidad de la vía sin juntas. Por eso, tales trabajos deben realizarse de acuerdo con exigencias especiales.

Se prohíbe, realizar trabajos relacionados con el debilitamiento de la vía al desplazamiento transversal, longitudinal y vertical, con temperaturas en las bandas de carril que superen la temperatura de fijación, en una magnitud mayor que la establecida por las normas para este tipo de vía.

De acuerdo con la necesidad, tales trabajos pueden realizarse, solamente después de la liberación de las tenciones de temperatura en las bandas de carriles.

El cambio individual de durmientes, tornillos T, fijaciones y arandelas con una temperatura de las bandas de carril, que se diferencia de la temperatura de fijación de la banda, en 15° C o más, solo puede realizarse simultáneamente en no más de un durmiente de cada vez.

Para solucionar defectos en la banda de carril, seguir las instrucciones que establecen las normativas establecidas.

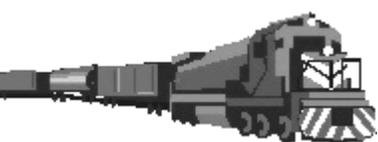
3.18 Control del estado de la vía

Constituye la primera acción de las operaciones a realizar y, dentro de ella, se distinguen las siguientes tareas de vigilancia que deben llevarse a efecto aplicando los medios indicados para ello.

- 1. Recorridos de vigilancia a pie:** Estos recorridos se efectúan en cada trecho, por el caporal o por un obrero experimentado o ambos, con periodicidad mensual aproximadamente será imprescindible la disponibilidad y utilización de medios de medición específicos, o sea, reglas de medición de trocha y peralte, así como una cuerda de 20.0 metros.

El que haya efectuado el recorrido consignará los defectos detectados en el parte de recorrido correspondiente, anotando su localización en la vía así como cuantas observaciones sean precisas para su total identificación, evaluándolos en **categorías de defectos, defectos priorizados o defectos urgentes.**

Dicho parte se entregará al Jefe del Área en cuestión al terminar el recorrido y éste programará la corrección de los defectos que no haya podido subsanar el agente que efectuó el recorrido. Una vez efectuada la corrección, el Jefe de Área consignará, en el lado derecho del parte, las operaciones efectuadas y la fecha de ejecución.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Si con los elementos disponibles no se pueden realizar las reparaciones, el Jefe del área lo comunicará con toda urgencia a la Jefatura superior para que ésta actúe en consecuencia.

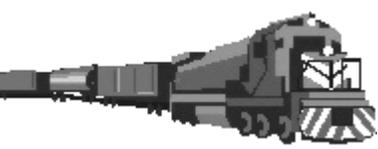
El personal que realiza la inspección debe poseer al menos un año de experiencia técnica en la vía y demostrar que puede detectar las desviaciones de los parámetros, así como prescribirlas acciones remediables apropiadas para corregir o compensar con seguridad dichas desviaciones. Además debe tener una autorización personal por escrito para ejecutar estas acciones.

- 2. Control ultra sonoro de los carriles:** La prospección está destinada a determinar los defectos internos de estos elementos de la vía y de sus uniones por soldadura, dejando marcada con pintura su ubicación sobre los citados carriles para el seguimiento local de su evolución, si fuera preciso.

Se realiza por la acción de equipos ultrasónicos y su periodicidad debe ser anual, excepto en los casos que el deterioro progresivo de estos elementos exija un tiempo menor.

El técnico responsable de la prospección irá acompañado durante el recorrido por el Jefe del Área de Vías o el Técnico correspondiente y, al terminarlo, le entregará una parte de auscultación con la localización de los defectos detectados y las medidas a adoptar sobre ellos. El Jefe de Vías tomará las medidas oportunas y señalará, en el citado Parte, la fecha de su ejecución y la naturaleza de las operaciones realizadas

- 3. Control del estado de los materiales de la vía.-** Este control deberá ser dirigido por el Jefe de Vías y tendrá una periodicidad anual aproximadamente. Para realizar el control se tomará como base los recorridos periódicos de vigilancia a pie verificados durante el año y sus resultados servirán para programar a medio plazo la sustitución de los materiales inútiles en la vía. Sin embargo, antes de establecer esta programación deben identificarse las causas originarias de los defectos a reparar y el modo de llevar a efecto sus medidas correctivas.
- 4. Resultados a obtener con el Control del estado de la vía, Detección de defectos.-** En definitiva, de todas las inspecciones y comprobaciones especificadas en el presente apartado de Control del Estado de la vía debe obtenerse una relación de los defectos existentes en dicha vía y de ellos, habrán sido subsanados aquellos que puedan repararse con los medios disponibles en el área de mantenimiento.



4. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE SU ESTRUCTURA.

4.1 PATIOS:

Conjunto de vías que sirven en la repartición de los carros a diferentes destinos y/o a escapes para las empresas a las cuales les llegan grandes cargas por medio de este servicio de transporte.

Tipos de patios:

- Patios de joroba
- Patios de gravedad
- Patios planos.

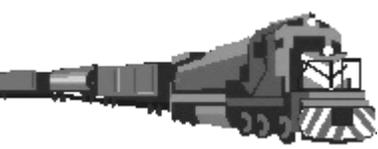
Elementos de los patios:

- Patio de recibo
- Patio de despacho
- Patio de clasificación
- Zona de abasto
- Casa redonda

4.1.1 Patios de joroba:

Se debe mencionar que las maniobras en patios a nivel, resultan lentas y costosas, quedando las vías semibloqueadas por el continuo ir y venir de las máquinas, donde los garroteros operan manualmente los numerosos cambios de vías y donde la operación se realiza bajo órdenes verbales del Jefe de Patio obteniéndose apenas regulares resultados económicos que llegan alcanzar un valor crítico. Este es el principal motivo por el cual se construye un patio de joroba o de clasificación por gravedad.

Para la localización de este patio, debe alojarse donde exista alguna loma u ondulación natural 5 o 6 metros más alta que los terrenos planos colindantes para constituir la joroba necesaria para impulsar los carros hacia las vías de clasificación, dado que de no existir esas condiciones topográficas naturales, entonces precisaremos construir y compactar las terracerías de una loma de 5 metros de altura, cuyo volumen es considerable.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

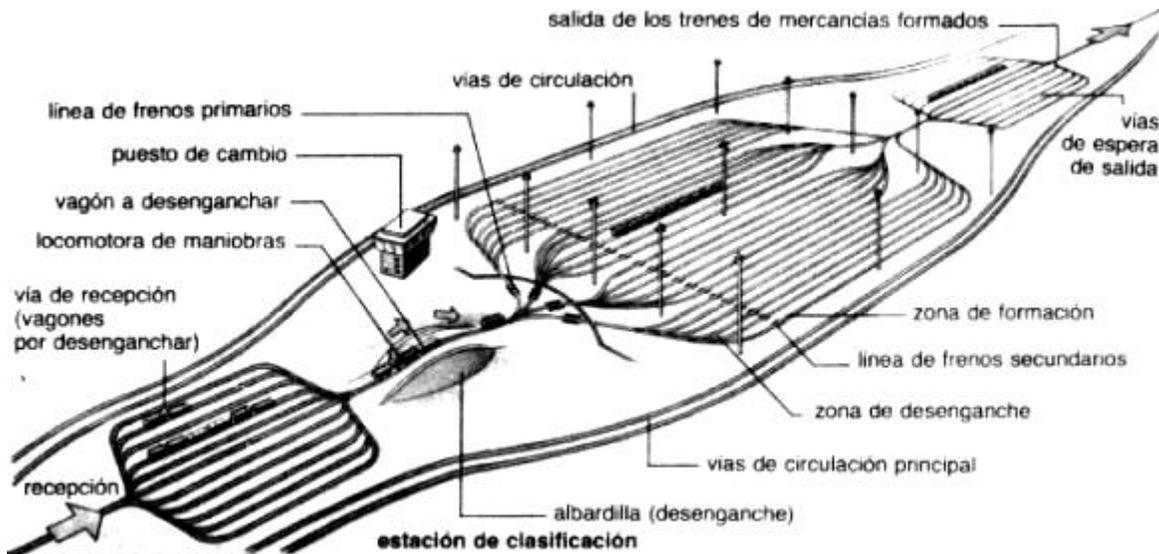


Imagen 72: Patio de joroba con sus características, fuente: [libro "ferrocarriles" Francisco M. Togno.](#)

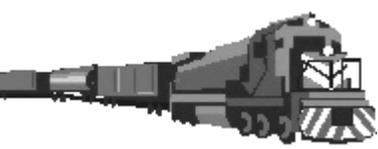
Operación dinámica:

La máquina de patio, se concreta a extraer del patio de recibo carros y subirlos hasta la cima de la joroba, donde los impulsará hacia las vías de clasificación con velocidad teoría óptima de 10 [km/h], cifra que consideraremos como la carga de velocidad inicial del patio.

Desde la torre de control se observa, el paso de los carros y se les conduce hasta la vía de su destino clasificado, accionando las agujas de los cambios automáticamente, mediante control eléctrico a distancia. Al igual que la aplicación del freno hasta controlar la velocidad deseada por observaciones a ojo o mediante computadoras electrónicas quienes inclusive pueden aplicar por sí mismas el frenado requerido para llegar a formar cada carro en su meta asignada. En México no existe ningún patio de joroba, estos solo se encuentran en Estados Unidos y Europa.

4.1.2 Patios de gravedad

Los patios de gravedad, son aquellos que mantienen una pendiente en el transcurso de su longitud. Se debe tener en cuenta que del patio de recibo, los carros son empujados hasta la cima de una joroba, donde por gravedad, descienden hacia un patio donde existen tantas vías como destinos de los carros que se clasifican. La operación se ejecuta a mayor ritmo y menor costo que en patios planos, a partir de cierto volumen de tráfico. Este tipo de patio ya no están en uso.



Perfil del patio de gravedad

Los carros son empujados de la vía de recibo hasta la cima o joroba, donde deben pasar entre 3 y 4 [Km/h], iniciando un descenso mediante gravedad por la máxima pendiente del perfil. De la vía simple de recibo, a unos 1000 m de la cima, se instala el centro de un retardador del patio denominado joroba, cuya misión consiste en recibir carros de peso variable, frenarlos y dejarlos salir a la máxima velocidad de 10 [Km/h].

En la vía troncal y a distancia aproximada de 120 metros después del retardador de joroba, se desprenden las vías de cada grupo del patio de clasificación, el cual puede tener haces de vía, como se ilustra en la **foto 68** donde el patio de clasificación presenta cuatro haces de 5 vías cada uno.

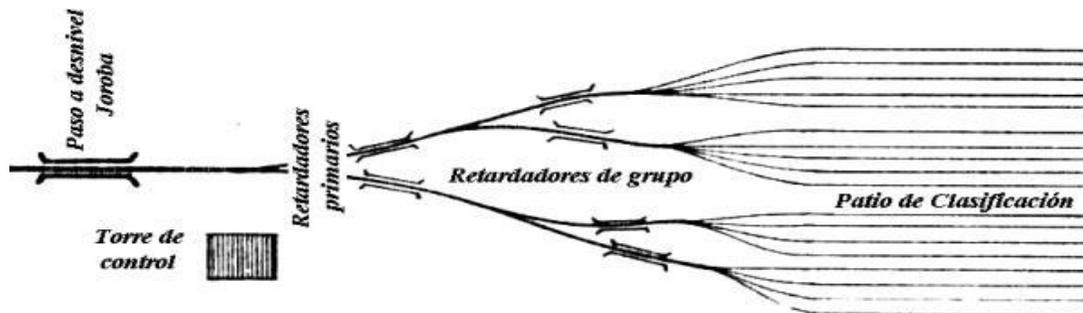
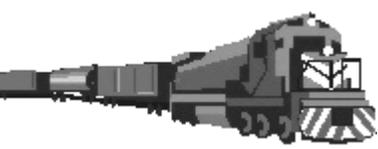


Imagen 73: Patio de gravedad y sus características, fuente: libro “ferrocarriles” Francisco M. Togno.

4.1.3 Patios planos

En los pequeños patios y terminales, localizados en empalmes de 2 ó más líneas y cuando el tráfico es reducido, basta utilizar una o dos máquinas de patio para clasificar los carros de los trenes que se reciben y formar los nuevos trenes según su destino. Existen estaciones con patios a nivel, los cuales preferentemente deben recibir con descenso de -0.2 %, dejando a nivel, el centro de patio y proyectando una suave subida de +0.2 % a la salida. A modo de ayudar al movimiento de entrada de los carros, en ambos sentidos y a su frenado al extremo opuesto. Estos son los patios más comunes en todo el mundo y son los únicos que existen en México, los dos patios más grandes se encuentran en san Luis operados por las concesionarias Kansas city y Ferromex.



4.2 TERMINALES

Las terminales en sí, comprenden las áreas del Ferrocarril, donde se atienden los servicios públicos de carga y pasajeros, contiguos, en ocasiones, a zonas destinadas a servicios propios de inspección, mantenimiento, aprovisionamiento y formación de trenes de carga y pasajeros.

4.2.1 Terminales de viajeros

La misión de las terminales de viajeros es la de recepción y expedición de trenes de viajeros así como la transferencia de viajeros desde los vehículos ferroviarios a otros medios de transporte o viceversa. Las estaciones de viajeros están formadas por:

- **Sector ferroviario:** Compuesto por las vías, andenes e instalaciones necesarias propias para la instalación.
- **Edificio de servicio:** Con las instalaciones dedicadas a la atención del viajero (información, restaurantes, salas de espera, zonas comerciales, etc.) y las zonas dedicadas al transporte de equipaje y paquetes.
- **Instalaciones complementarias:** Aparcamientos u otros accesos.

En la **imagen 68** se muestra la disposición para una estación de pasajeros exclusivamente.

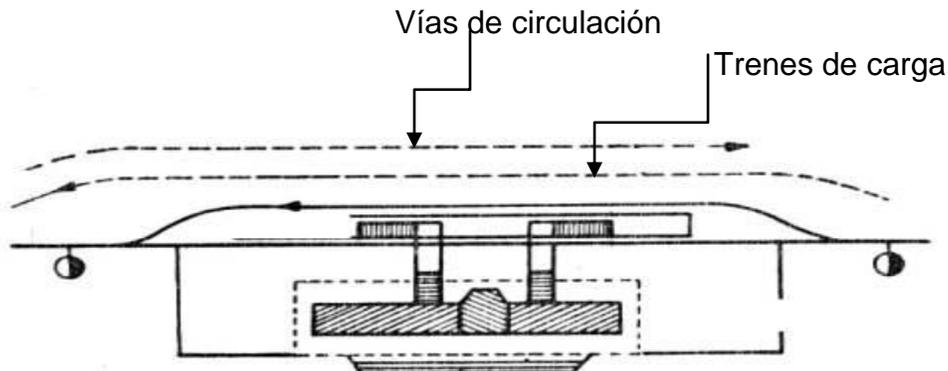
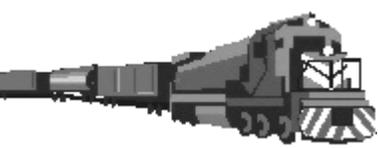


Imagen 74: Terminal de pasajeros, fuente: [libro "ferrocarriles" Francisco M. Tognó.](#)

4.2.2 Terminales de carga

Los tipos de terminales de carga según las mercancías que se transporten pueden ser: de trenes directos, los cuales tienen origen, destino y horarios fijos, circulan con carácter regular y, por lo general, sin paradas intermedias; de detalle, para paquetería, servicios de correos y equipajes sin propietarios e intermodal, para el transporte de contenedores o vagones especiales.



4.3 ESTACIONES

Las estaciones y terminales en sí, comprenden las áreas del Ferrocarril, donde se atienden los servicios públicos de carga y pasajeros, contiguos, en ocasiones, a zonas destinadas a servicios propios de inspección, mantenimiento, aprovisionamiento y formación de trenes de carga y pasajeros. Los diferentes tipos de estaciones, según su función, son las estaciones de tráfico de viajeros, de carga y mixtos.

4.3.1 Estaciones de tráfico mixto

En este tipo de estaciones, las terminales de viajeros y mercancías no están separadas claramente la una de la otra. Ambas terminales están compuestas de los departamentos que se detallan en los tipos de estaciones.

En estaciones que prestan servicios de pasajeros y carga, las instalaciones necesarias están relativamente próximas unas a continuación de otras. Debiendo emplearse túnel para peatones y amplio andén intermedio entre dos vías, exclusivas para pasajeros, para atender trenes en dos direcciones simultáneamente y para el manejo adecuado de la carga que será seleccionada para la descarga o trasbordo a otro medio de transporte.

4.3.2 Estaciones de paso para pasajeros

Los trenes de carga deben pasar sin detenerse empleando otras vías exclusivas para circulación hasta la estación de carga, como se ilustra en la **foto 70**. Por otra parte el mínimo servicio público sobre vía troncal, se establece mediante un corto andén y una caseta con tejado, o la caja de un carro fuera de servicio, acondicionado para proteger contra la intemperie, al reducido pasaje de una pequeña comunidad, que aborda trenes locales mediante las señales del usuario.

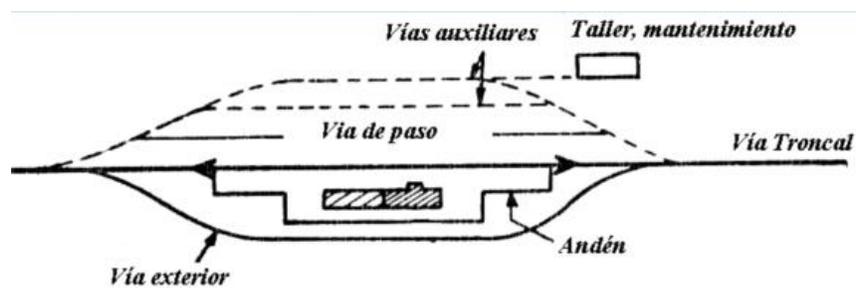
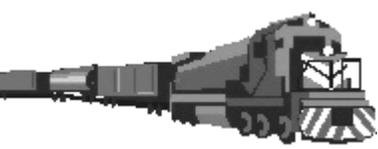


Imagen 75: Estación de paso para pasajeros, fuente: [libro "ferrocarriles" Francisco M. Togno.](#)



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

4.3.3 Estaciones de carga ó mercancías

La función de las estaciones de carga en el manejo y distribución a sus diferentes destinos, tales como ciudades vecinas, industrias con vías particulares o el trasbordo de la carga desde los vagones a otros medios de transporte. Los componentes principales de las terminales de carga son las siguientes: Patios o parques de recepción, expedición y estacionamiento de material, ordenación, formación y descomposición de trenes, los cuales están formados por las instalaciones de la vía, comunicaciones, señalización y todas las demás instalaciones precisas para el tráfico de los trenes en la terminal.

5. CLASIFICACIÓN DE VAGONES, LOCOMOTORAS Y CARGA.

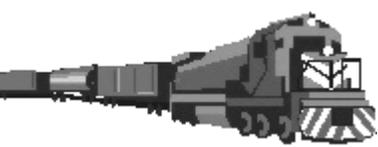
5.1 Carros de carga

Los carros de carga son unidades de equipo rodante que arrastrados por las locomotoras, se utilizan para transportar distintos tipos de flete. Existen muchas clases de estos carros: los hay para el transporte de minerales, líquidos, semillas, automóviles o ganado, entre otros.

En México, a partir de la segunda mitad del siglo XIX, los trenes empezaron a llevar y traer, de todas partes, gran cantidad de mercancías. La enorme capacidad de carga de los ferrocarriles mexicanos facilitó la introducción de nueva maquinaria y equipo para la industria mexicana.

Actualmente hay carros que tienen capacidad para transportar, desde cincuenta hasta cien toneladas de carga; y un tren puede estar formado por cien carros, muchos de los cuales viajan sin parar desde la ciudad de México hasta la frontera del norte, a velocidades cercanas a los 100 kilómetros por hora.

Actualmente, algunos furgones de carga, carros jaula o tanques, que fueron diseñados para el transporte de mercancías.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

5.2 TIPOS DE CARROS DE CARGA FERROVIARIA:

5.2.1 Furgón 50



Los furgones es el equipo de arrastre más flexible, se emplean para transportar productos que requieren protección contra la intemperie. Algunas variaciones incluyen amortiguadores para transportar carga frágil como pueden ser obras de arte, componentes electrónicos, o mercancías sensibles a la vibración y movimientos bruscos.

Los furgones es el equipo de arrastre más flexible, se emplean para transportar productos que requieren protección contra la intemperie. Algunas variaciones incluyen amortiguadores para transportar carga frágil como pueden ser obras de arte, componentes electrónicos, o mercancías sensibles a la vibración y movimientos bruscos.

Imagen 76, ejemplo equipo de arrastre furgón 50, fuente: <http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

Características:

Sin control de temperatura	Longitud: 50' 60"	Longitud con coples: 58' 5 1/2"
Altura: 17' 0"	Capacidad cúbica: 6,197 ft ³	Peso neto sin carga: 75,000lb.

5.2.2 Furgón 60

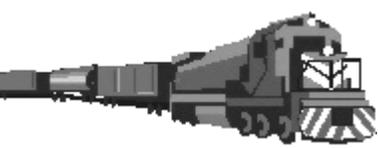


Existen variaciones de estos carros con control de clima para mercancías que así lo requieran, como frutas, carne congelada y animales vivos.

Imagen 77, ejemplo equipo de arrastre furgón 60, fuente: <http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

Características:

Con control de temperatura	Longitud: 60' 9 3/4.	Longitud con coples: 66' 1 1/2"
Altura: 17' 0"	Capacidad cúbica: 7,598 ft ³	Peso neto sin carga: 83,200lb.



5.2.3 Carro tanque



Los carros tanque permiten el transporte de materiales fluidos o gases además son atmosféricos, existen diferentes recubrimientos en su interior como vidrio, acero inoxidable.

También poseen cierre hermético para evitar fugas o posibles contaminaciones ya que transporta productos líquidos o gaseosos como son combustóleo, diesel, melaza, gasolinas.

Imagen 78, ejemplo equipo de arrastre carro tanque, fuente:

<http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

Características:

Longitud: 50' 26"	Altura: 14' 27"	Capacidad de carga: 90,719 ft3
--------------------------	------------------------	---------------------------------------

5.2.4 Tolva granelera (mineral)



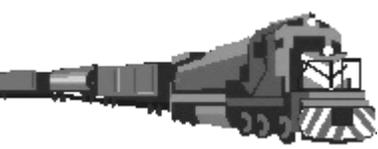
Las tolvas graneleras se utilizan para el transporte de productos industriales que no requieren protección contra el medio ambiente, como el carbón. Posee compuertas en la parte inferior que facilita la descarga de productos a granel.

Imagen 79, ejemplo equipo de arrastre tolva granelera industrial, fuente:

<http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

Características:

Longitud: 62' 0.	Longitud con coples: 64' 7 1/2".	Altura: 15' 6"
Capacidad cúbica: 5,800 ft3	Peso neto sin carga: 63,300lb	



5.2.5 Tolva abierta



Este tipo de tolvas es similar a la góndola, pero compuertas inferiores o laterales para su carga, se utiliza para transportar carga granel y existen tipos especializados y transporta carbón mineral, piedra, coque, piedra arena, grava.

Imagen 80, ejemplo equipo de arrastre tolva abierta, fuente: <http://www.csx.com/>

5.2.6 Tolva granelera (agrícola)

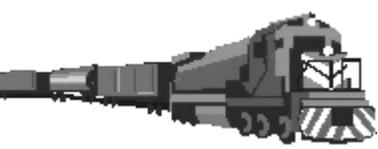


Las tolvas graneleras se utilizan para el transporte de productos agroindustriales que requieren protección contra el medio ambiente, como café, o maíz o trigo. Poseen compuertas en la parte superior e inferior que facilitan la carga y descarga de productos a granel.

Imagen 81, ejemplo equipo de arrastre tolva granelera agrícola, fuente: <http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

Características:

Longitud: 62' 0.	Longitud con coples: 64'7 7 1/2"	Altura: 15' 6"
Capacidad cúbica: 5,800 ft ³	Peso neto sin carga: 63,300lb	



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

5.2.7 Tolva cementera



Imagen 82, ejemplo equipo de arrastre tolva cementera, fuente: <http://www.ferrosur.com.mx/servi/flota.html>

Este tipo de tolvas son utilizadas para transportar productos resistentes al medio ambiente.

Cuentan con compuertas inferiores para la descarga del producto.

Características:

Longitud: 39' 3 1/2	Longitud con coples: 41' 11"	Altura: 15' 1"
Capacidad cúbica: 3,000 ft ³	Peso neto sin carga: 56,000lb	

5.2.8 Góndola

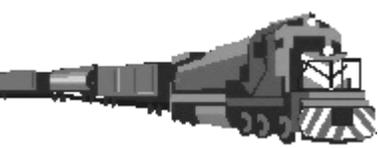


Las góndolas son carros descubiertos que transportan todo tipo de material que no necesita protección contra el medio ambiente, como chatarra, madera elementos estructurales de acero. Estos carros están diseñados para facilitar la carga y descarga por medio de grúas de volteo de carros o magneto.

Imagen 83, ejemplo equipo de arrastre góndola, fuente: <http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

Características:

Longitud: 64' 4	Longitud con coples: 8' 11 1/2"	Altura: 9' 0"
Capacidad cúbica: 3,242 ft ³	Peso neto sin carga: 85 tons.	



5.2.9 Góndola cubierta



Las góndolas son carros cubiertos que transportan todo tipo de material que necesita protección contra el medio ambiente. Como lo son bobinas de lámina, rollos de lámina, placas de acero.

Imagen 84, ejemplo equipo de arrastre góndola cubierta, fuente: <http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

Características:

Longitud: 13.3 mts	Longitud de cooples: 15.3 mts	Altura: 4.1 mts
Capacidad de carga: 85 tons		

5.2.10 Góndola multiusos

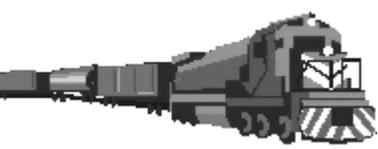


Las góndolas son carros descubiertos que transportan todo tipo de material que no necesita protección contra el medio ambiente. Estos carros están diseñados para facilitar la carga y descarga por medio de grúas de volteo de carros o magneto.

Imagen 85, ejemplo equipo de arrastre góndola cubierta, fuente: <http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

Características:

Longitud: 68' 4"	Longitud de cooples: 72' 11 1/2"	Altura: 12' 6 3/8"
Capacidad cubica a nivel de las paredes laterales: 3,366 cu. Ft.	Peso neto sin carga: 77,900 lbs	



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

5.2.11 Trinivel automotriz (autorack)



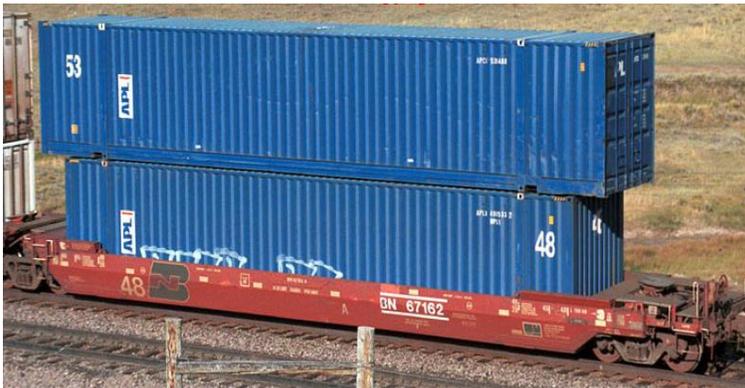
Estos carros son utilizados para el transporte de automóviles nuevos, Existen variación de abiertos y cerrados, para garantizar la integridad del producto. Existen de dos o tres niveles, capacidades de hasta 24 autos

Imagen 86, ejemplo equipo de arrastre autotrack, fuente: <http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

Características:

Longitud: 72' 11 ½"	Ancho: 10' 8"	Altura: 20' 2"
Capacidad automotriz máxima: 24 unidades		

5.2.12 PLATAFORMA INTERMODAL

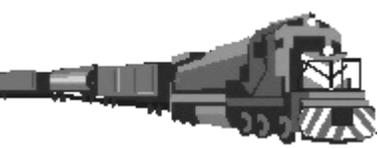


Las plataformas articuladas con fosa para doble estiba. Son equipo intermodal y se utilizan para el transporte de carga en general o carga pesada que no requiere protección contra el medio ambiente.

Imagen 87, ejemplo equipo de arrastre plataforma intermodal, fuente: <http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

Características:

Longitud: 304' 11	Longitud con coples: 58' 4"	Altura: 57"
Capacidad cúbica: 586, 500 lb	Peso neto sin carga: 215,500lb	



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

5.2.13 Caja tráiler



Las cajas de tráiler son equipo intermodal que pueden ser movidas por el ferrocarril en carros plataforma, reduciendo el costo de transporte en distancias largas. También existen variaciones para control de temperatura ambiente en las mercancías que así lo requieran.

Imagen 88, ejemplo de cajas tráiler sobre una plataforma de ferrocarril fuente: [apuntes análisis de los sistemas de transporte UNAM](#)

Características:

Longitud: 53' 00	Longitud con coples: 8' 6"	Altura: 9' 6"
Capacidad cúbica: 3,864 ft ³	Peso neto sin carga: 56,220 lb	

5.2.14 Contenedor 53'

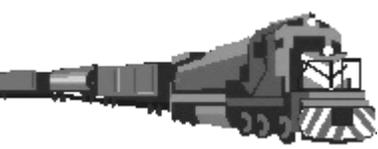


Estos son utilizados para el servicio de transporte de carga por vías férreas, y tienen entre sus características, 53 pies de largo, menor tara y mayor altura interior, lo que permite, transportar hasta 60 pallets a doble estiba, lo que aumenta la capacidad de carga en unas 1,000 libras más.

Imagen 89, ejemplo equipo de arrastre contenedor 53', fuente: <http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

Características:

Longitud: 53'	Ancho: 8'/6.375"	Altura: 9'/6.5"
Capacidad de carga: 26,500 tons		



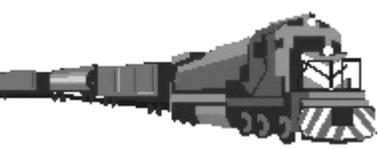
5.3 El Transporte Intermodal

El transporte ferroviario de mercancías no escapa actualmente a la competencia que supone el transporte por carretera. Pero sucede que para llenar un tren se necesita un volumen grande de productos. Sólo cuando se dispone de carga suficiente en volumen y frecuencia para llenar uno que vaya desde la estación de origen sin paradas hasta la estación de destino, el ferrocarril muestra su poder competitivo. Así surgen los llamados trenes completos dedicados al transporte de mineral, carburantes, automóviles u otros productos, o los recientes trenes postales.

Siguiendo esta línea de llenar un tren a base de paquetería se concibe el transporte intermodal o mixto, desarrollado a partir de la creación del contenedor, un envase metálico modulado de un tamaño suficiente para adaptar uno o dos cajones de este tipo tanto a la plataforma de un camión como a la de un vagón ferroviario. En los contenedores se acopla la mercancía de menor tamaño ganando en tiempo de manipulación, transporte y reparto.

Con este sistema los contenedores llegan por carretera hasta las estaciones ferroviarias, llamadas terminales de carga, donde se pueden ir apilando, y posteriormente pasan a los trenes mercantes donde se transportan, después de un largo recorrido, hasta otra terminal desde la que se hace la distribución de mercancía (en los contenedores) mediante camiones, siguiendo un camino inverso al de recogida.

En los países desarrollados, estas terminales intermodales tienen un alto grado de mecanización con pórticos grúa y otros avances tecnológicos para conseguir que el transbordo de la carga del tren a camiones y remolques, y viceversa, sea un servicio ágil que favorezca el transporte con este sistema, que hoy resuelta competitivo para el ferrocarril.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

5.4 Los avances en los modos de transporte serán:

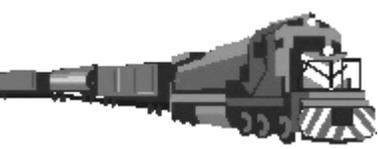
- Avanzar hacia un Sistema Intermodal de Transporte, que vincule la infraestructura y los servicios de los diferentes modos, de forma eficiente, seguros y competitivos, donde cada modo tome ventaja de la sección de la cadena en la cual es más competitivo.
- El gran reto es conectar eficientemente las terminales intermodales, construir una red de corredores multimodales y mejorar la operación de las cadenas logísticas.

La Vertientes serán:

- ✓ Complementación Modal para la integración de servicios de transporte.
- ✓ Desarrollo de Red Nacional de Corredores Multimodales.
- ✓ Vinculación con Redes Internacionales de Corredores Multimodales.



Foto imagen 90, en esta imagen se muestra el mapa de los principales corredores multimodales en el país y algunas líneas ferroviarias de Estados Unidos , fuente: multimodalismo en infraestructura logística SCT



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Los corredores multimodales han demostrado ser una alternativa competitiva para los productores, importadores y exportadores nacionales, al ser un medio que se conecta con los diferentes mercados nacionales e internacionales.

La vinculación de los mercados a través de los corredores multimodales y sus plataformas logísticas (terminales, aduanas, puertos, etc.), permiten de manera eficiente, segura y competitiva posicionar los bienes y servicios en prácticamente todos los mercados, tanto nacional como extranjero:

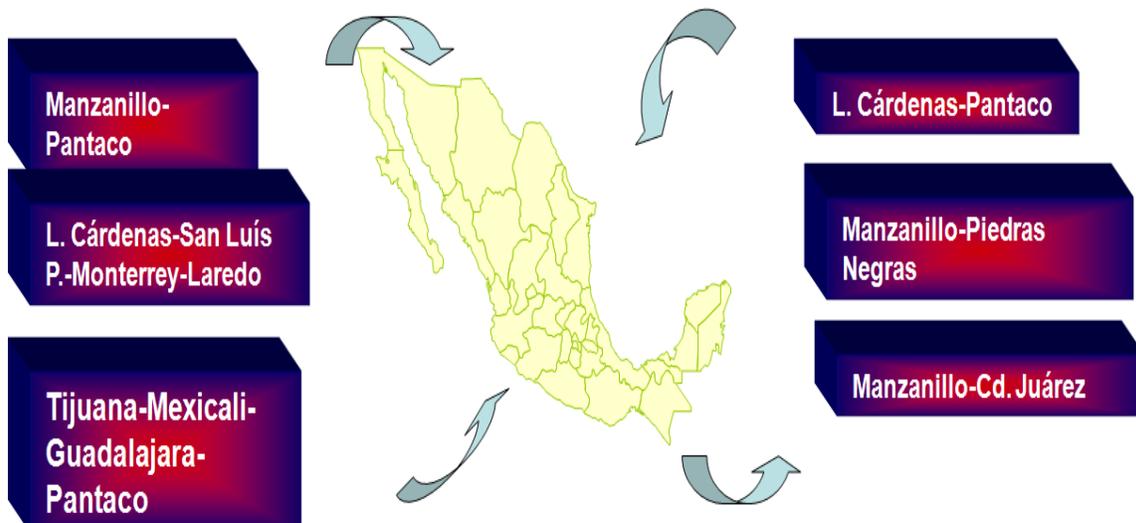
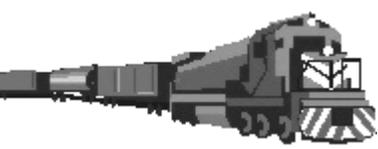


Imagen 91, las grandes plataformas logísticas que hay en nuestro país , fuente:[multimodalismo en infraestructura logística SCT](#)

Las principales plataformas logísticas en el interior del país son las terminales intermodales que cuentan con las instalaciones especializadas para atender los flujos de comercio exterior, cuyas características son:

- Conectividad ferroviaria y carretera eficiente
- Instalación ferroviaria dentro de la terminal
- Equipo especializado para maniobras de carga y descarga
- Recinto fiscalizado para el manejo de carga de comercio exterior



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

- Área de consolidación y des-consolidación de mercancías
- Bodegas fiscalizadas para el almacenamiento de mercancías de comercio exterior.
- Patio para el almacenamiento y manejo de contenedores.

5.5 Plataformas Logísticas Intermodales

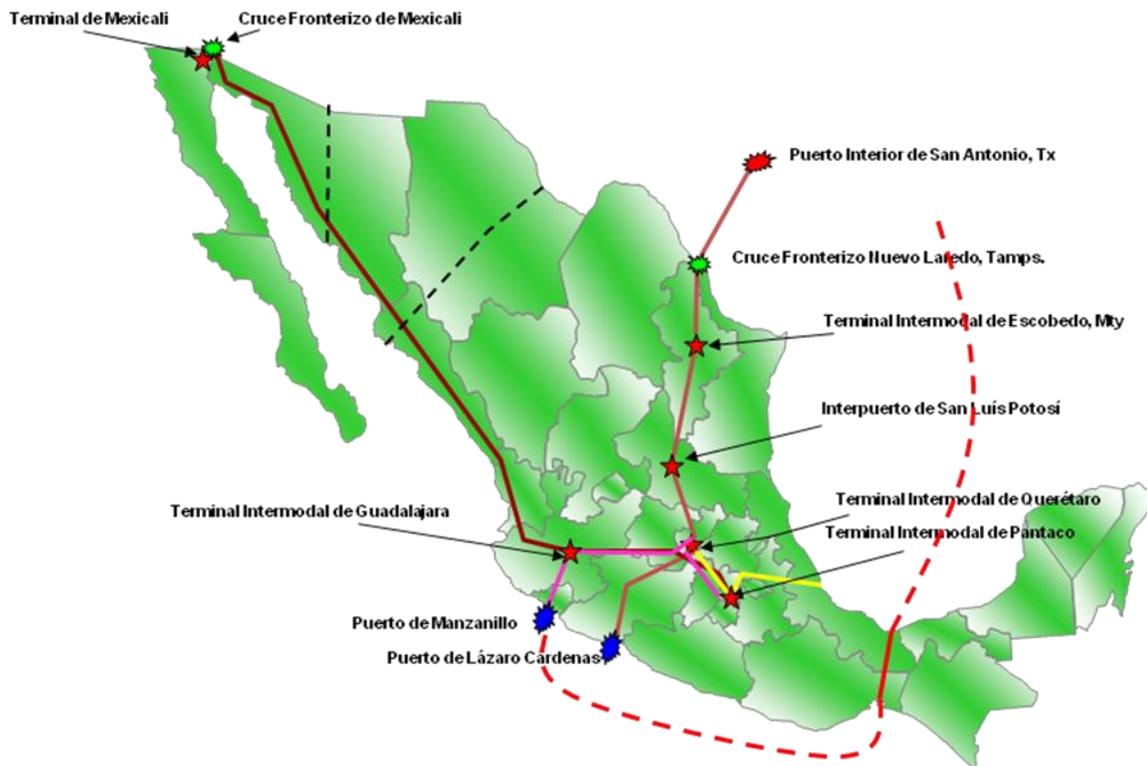
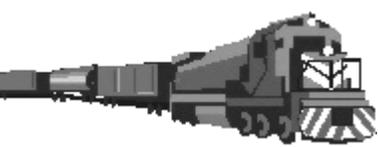


Imagen 92, plataformas logísticas intermodales, fuente: [multimodalismo en infraestructura logística SCT](#)

5.6 LOCOMOTORAS PARA TRENES DE CARGA

- Son los elementos más representativos de un tren.
- Concentran la evolución tecnológica más significativa.
- En la actualidad hay dos tipos de locomotoras principales: diesel y eléctricas.
- Son parte fundamental de las empresas ferroviarias



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Se denomina locomotora al material rodante con motor que se utiliza para dar tracción a los trenes, siendo, por tanto, una parte fundamental de éste. La palabra "locomotora" proviene del latín "loco", ablativo de "locus", que significa lugar y del latín medieval "motivus", que significa provocar movimiento.

Desde sus inicios a principios del siglo XIX hasta mediados del siglo XX, las locomotoras fueron de vapor. La primera locomotora a vapor fue construida por Richard Trevithick en 1804, 21 años antes de la máquina de George Stephenson. Esta máquina que no dio resultado porque circulaba por carriles de hierro fundido inapropiados para su peso. Hasta 1825, la utilización de locomotoras a vapor fue exclusiva de líneas férreas en minas de carbón.

5.6.1 LOCOMOTORA DE VAPOR

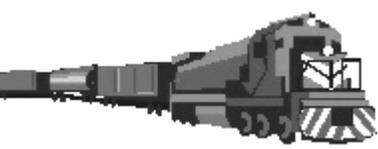
Una locomotora de vapor es una máquina que, mediante la combustión de un elemento (carbón, fueloil, madera, biomasa, etc.) en una caldera, calienta agua, el vapor resultante de la ebullición de ésta genera presión y mueve pistones que impulsan las ruedas mediante un juego de bielas (por esta razón se llaman motores de combustión externa). Las locomotoras debían ser reabastecidas de agua cada determinado tiempo, ya que sin ella no funcionaría el sistema.

Aunque no se utilizan en servicio regular (sí, en servicios especiales o turísticos) en la mayoría de los países del mundo desde mediados de la década de los 70, el incremento de los precios del petróleo ha hecho que se modernicen locomotoras de vapor existentes y se construyan nuevas con la más moderna tecnología.

Esta locomotora dio servicio a partir de 1921 a la empresa Ferrocarriles Nacionales de México en la ruta Tampico-Ciudad Victoria. Fue adquirida por esa empresa, como parte de un grupo de locomotoras de carga, integrado por 55 unidades.

Imagen 93, locomotora de vapor, fuente: [museo nacional de los ferrocarriles mexicana mexicanos](http://museo.nacional.de.los.ferrocarriles.mexicanos).





5.6.2 Locomotoras eléctricas

- Son de uso más extendido en Europa.
- Tienen la ventaja de ser más ligeras.
- Desventaja por altura y sistemas complejas
- Interacción pantógrafo
- En general no funciona bien para doble estiba de contenedores.

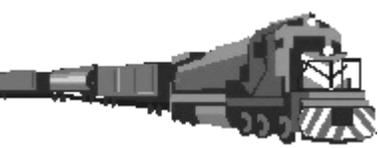
Las locomotoras eléctricas son aquellas que utilizan como fuente de energía la energía eléctrica proveniente de una fuente externa, para aplicarla directamente a motores de tracción eléctricos.

Las locomotoras eléctricas requieren la instalación de cables eléctricos de alimentación a lo largo de todo el recorrido, que se sitúan a una altura por encima de los trenes a fin de evitar accidentes. Esta instalación se conoce como catenaria, debido a la forma que adopta el cable del que cuelga el cable electrificado, que debe permanecer paralelo a las vías. Las locomotoras toman la electricidad por un trole, que la mayoría de las veces tiene forma de pantógrafo y como tal se conoce. En otros casos, pueden tomar la corriente de la propia vía (se requiere que haya al menos un carril electrificado), sin necesidad de catenaria ni de pantógrafo.

El coste de la instalación de alimentación hace que la tracción eléctrica solamente sea rentable en líneas de mucho tráfico, o bien en vías con gran parte del recorrido en túnel bajo montañas o por debajo del mar, con dificultades para la toma de aire para la combustión de los otros tipos de motor.

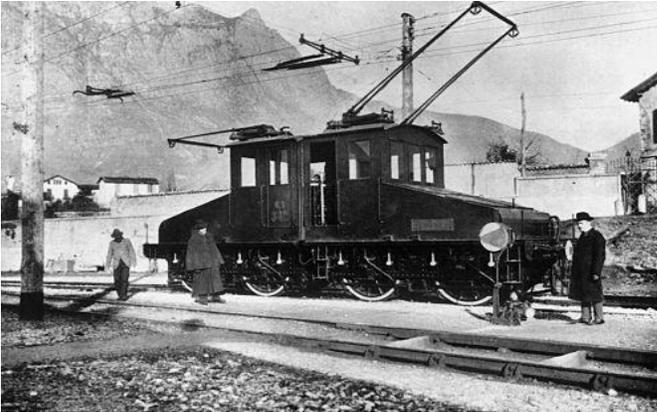
Una vez desarrollada una línea ferroviaria para la circulación de vehículos eléctricos, hace que la elección de este tipo de tracción sea el más económico, el menos contaminante y el más rápido. En los años 1980 se integraron como propulsores de vehículos eléctricos ferroviarios los motores asíncronos, y aparecieron los sistemas electrónicos de regulación de potencia que dieron el espaldarazo definitivo a la elección de este tipo de tracción por las compañías ferroviarias.

Las dificultades de aplicar la tracción eléctrica en zonas con climatología extrema hacen que las compañías y gobiernos se inclinen por la tracción diésel. La nieve intensa y su filtración por ventiladores a las cámaras de alta tensión originan derivaciones de circuitos eléctricos que desaparecen al secarse adecuadamente el circuito, pero que dejan inservibles estas locomotoras mientras dure el temporal.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Las bajas temperaturas hacen que el hilo de contacto de la catenaria quede inservible durante minutos o meses, ya que este tipo de locomotoras requiere actualmente una conexión constante sin pérdidas de tensión.



La primera locomotora CA del mundo en Valtellina (1898-1902). Motor: trifásico 3000V y 15 Hz (70km/h). Fue diseñado por Kálmán Kandó en la Compañía Ganz, Hungría.

Imagen 94, diseño de la primera locomotora eléctrica, fuente:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kando_Kalman_mozdony.jpg

5.6.3 Características de las locomotoras eléctricas:



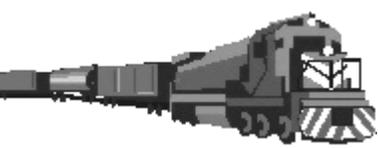
Una ventaja de la electrificación es la ausencia de polución por parte de la locomotora en sí misma. Otras ventajas son mejores prestaciones, menores costos de mantenimiento, y menor costo de la energía eléctrica para las locomotoras

Imagen 95, diseño de locomotora eléctrica (1910), fuente:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kando_Kalman_mozdony.jpg

Las centrales eléctricas, incluso cuando queman combustibles fósiles, son por mucho más limpias que los motores móviles como los motores primarios de las locomotoras. Además, la energía de las locomotoras eléctricas puede venir de fuentes limpias o renovables, incluyendo energía geotérmica, hidráulica, nuclear, solar, y eólica. Las locomotoras eléctricas también ganan al compararlas con las locomotoras diesel debido a que no tiene motor ni ruido de escape, y menor ruido de transmisión mecánica. La falta de componentes con movimiento alternativo hace que las locomotoras sean más "amigables" con la vía, lo que reduce su mantenimiento.

La capacidad de las centrales eléctricas es por lejos mayor que la que usa una locomotora en forma individual, por lo que pueden tener una potencia de salida mayor que las locomotoras diesel y pueden producir gran potencia por corto tiempo para acelerar. Las locomotoras eléctricas son ideales para servicios de



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

trenes suburbanos con paradas frecuentes. Son usadas en todas las líneas de alta velocidad, como el ICE en Alemania, Acela en EUA, Shinkansen en Japón y el TGV en Francia. Las locomotoras eléctricas también son usadas en rutas de carga que tienen un tráfico de gran volumen, o en áreas con una red ferroviaria avanzada.

Las locomotoras eléctricas se benefician de la alta eficiencia de los motores eléctricos, cercana al 90%. Puede obtenerse una eficiencia adicional con los frenos regenerativos, el cual permite convertir la energía cinética en electricidad durante el frenado, y enviar electricidad a la línea. Las locomotoras más nuevas usan sistemas inversores de control de los motores CA que proveen frenado regenerativo.

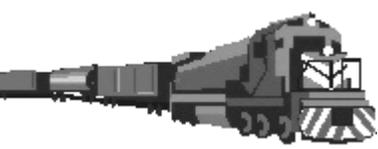
La principal desventaja de la electrificación es el costo de la infraestructura (tendido de la catenaria o del tercer riel, subestaciones, sistemas de control). En Europa y en otros lugares, la red ferroviaria es considerada parte de la infraestructura nacional de transporte, al igual que las carreteras, autopistas y vías fluviales, y por lo tanto financiada por el estado. Los operadores del material rodante pagan una tasa acorde al uso de la red ferroviaria. Esto hace posible las grandes inversiones requeridas en tecnología, y a largo plazo, hace ventajosa la electrificación.

5.7 LOCOMOTORAS ELÉCTRICAS EN MÉXICO

- Único modelo: general electric E60C-2
- Orden original de 39, EA001- EA0039 todas con doble cabina y doble pantógrafo.
- Tenían 6,000 caballos de fuerza
- 11 almacenadas, 28 en operación 6 accidentadas, de las 22 restantes fueron vendidas FFCC PRIVADOS EN EUA.



Imagen 96,97 primeras locomotoras eléctricas en México, fuente: [museo nacional de los ferrocarriles mexicanos](#), Col. Aragón La Villa, Delegación Gustavo A. Madero



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

En las fotografías 88 y 89 vemos 2 locomotoras eléctricas de las que funcionaron en el tramo de Orizaba-Córdoba-Paso del Macho del Ferrocarril Mexicano, en el estado de Veracruz. Esta parte era demasiado fuerte como para que las locomotoras de vapor pudieran superarla, así que se usaron estos colosos eléctricos.

5.8 LOCOMOTORAS DE DIESEL

- Uso extendido en FFCC de Norteamérica y en general donde no se electrifican las vías férreas.
- Mayor flexibilidad de uso
- Bajo mantenimiento
- Largos tramos entre mantenimientos mayores



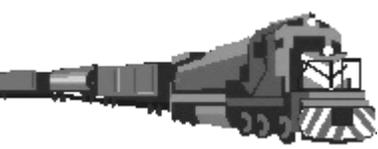
Esta locomotora fue puesta en servicio por el Ferrocarril Sonora-Baja California, junto con la unidad SBC- 2203 "B", en 1964. Antes dio servicio en el ferrocarril estadounidense Northern Pacific, con el número 6010 D

Imagen 98,1964 locomotora diésel en México, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

5.8.1 LOCOMOTORAS DIESEL-ELÉCTRICAS

La Locomotora Diesel-Eléctrica (también llamada híbrida eléctrica) consiste básicamente en dos componentes: un motor diesel que mueve un generador eléctrico, y varios motores eléctricos (conocidos como motores de tracción) que comunican a las ruedas (pares) la fuerza tractora y que mueven la locomotora. Generalmente, hay un motor de tracción por cada eje, siendo generalmente 4 ó 6 en una locomotora típica. Los motores de tracción se alimentan con corriente eléctrica procedente del generador principal y luego, por medio de piñones, mueven los ejes en donde están acopladas las ruedas.

Por otro lado, el tren puede llevar baterías (que se pueden recargar en paradas predeterminadas) o súper condensadores (que se pueden recargar en cuestión de pocos minutos en cada parada).



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Imagen 99, modelo de locomotora diésel-eléctrica y elementos que la integran, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

5.8.2 MODELOS DE LOCOMOTORAS DIESEL COMUNES EN MÉXICO.



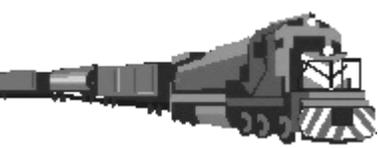
- Modelo EMD-SD40 (Más 100 de para NdeM)
- 3,000 Hp's

Imagen 100, modelo de locomotora diésel en México, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

- Modelo GE.C30-70" SUPER 7 (Más de 300 para NdeM)
- 3,000 Hp's



Imagen 101, modelo de locomotora diésel utilizada por Ferrocarriles Nacionales de México (FNM), fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Imagen 102, locomotora diésel, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

- Modelo EMD-GP38-2
(124 para NdeM)
- 2,000 Hp's

- Modelo GE AC4400CW
(75 para ferromex, 75 para KCSM)
- 4,400 Hp's
- Marcaron la modernización de la
FM en México

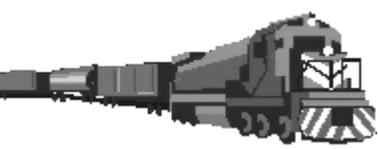


Imagen 103, locomotora diésel utilizada por Kansas City, fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Kansas_City_Southern_de_M%C3%A9xico



Imagen 104, locomotora diésel utilizada por Unión Pacific y Ferromex, fuente: <http://www.up.com/>

- Modelo
GE ES44AC
(100 para ferromex,
84 para KCSM)
- 4,400 Hp's



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

- Modelo EMD SD70ACe, SD70MAC (97 para ferromex, 75 para KCSM)
- 4,300 Hp´s



Imagen 105, locomotora diésel perteneciente a Ferromex, fuente: <http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

5.9 DISPOSITIVOS ADICIONALES



FINDE TREN

- Hacen las funciones de los viejos cabuses
- Presión en línea de aire, integridad del tren



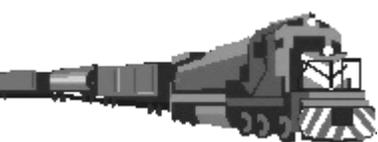
LOCONTROL

- Permite distribuir el poder a lo largo del tren

Imagen 106,107 ejemplo de los tipos de dispositivos adicionales, [fuente: temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

5.10 TRENES DE ALTA VELOCIDAD PARA PASAJEROS

- Se denominan de manera general material rodante
- La evolución tecnológica ha sido muchísimo mayor respecto a carga
- Fabricantes: actores fundamentales del sector



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

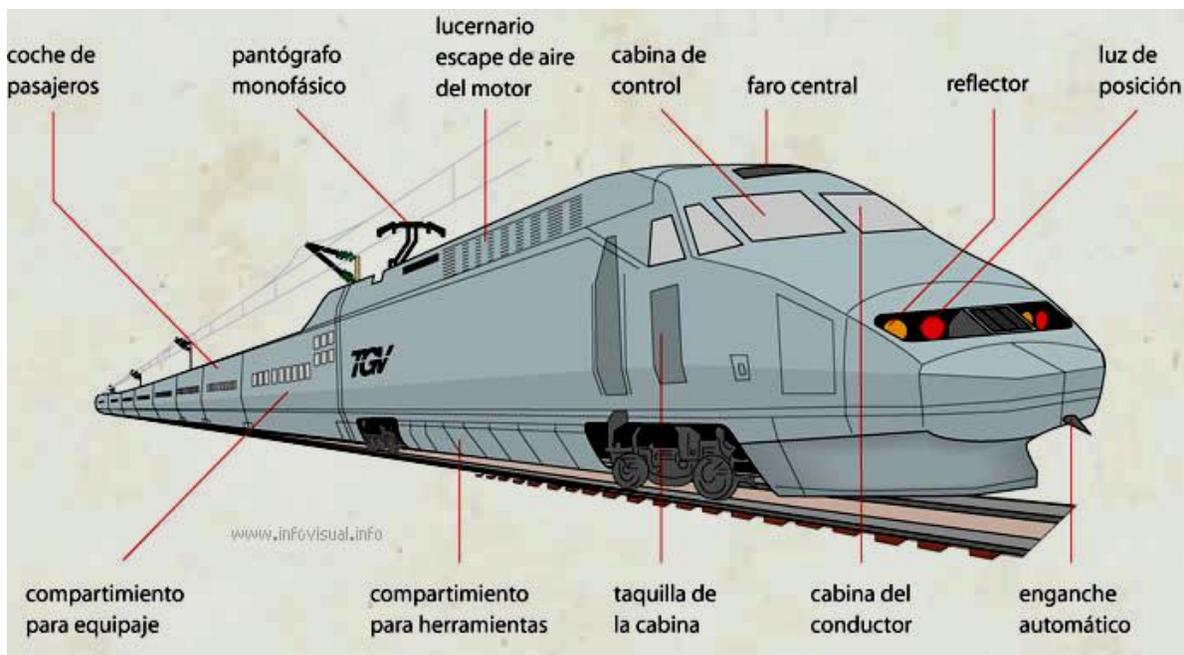


Imagen 108, diseño del tren de alta velocidad y sus componentes, fuente:

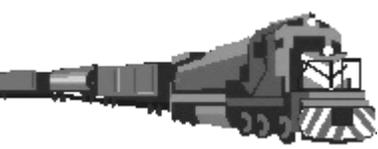
http://www.infovisual.info/05/037_es.html

Los trenes de pasajeros pusieron el país al alcance de todos ya que llevaron y trajeron con rapidez, de diferentes partes, inmensas cantidades de gente: migrantes que deseaban colonizar tierras incógnitas, obreros para los nuevos centros de trabajo, o viajeros deseosos de conocer lo nuestro, nuestra gente y nuestro modo de ser.

Las ventanillas de esos coches se constituyeron en miradores móviles desde donde se pudo observar todo el país. Quien se sentaba junto a una de esas ventanillas, podía gozar los paisajes que estas tierras ofrecen, esos asientos se convirtieron en lugares predilectos de los niños, y de muchos adultos.

En México han dado servicio gran variedad de coches ferroviarios: de segunda clase, de primera y de primera especial, comedores, dormitorios y especiales, entre otros.

El término transporte de tránsito rápido (tomado del inglés rapid transit system) no posee una traducción exacta en el idioma español, pero se utilizará en este artículo para agrupar a los medios de transporte de pasajeros que circulan sobre uno o más rieles y separados de otros medios de transporte público, como los trenes suburbanos, tranvías, autobuses y otras formas de transporte público y privado, característica que los distingue de otros tipos de transporte ferroviario.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Generalmente estos medios de transporte suelen circular en forma subterránea, aunque también pueden hacerlo sobre vías elevadas o a nivel del suelo pero sin ningún tipo de paso a nivel con otros medios de transporte. Las redes de tránsito rápido están electrificadas y suelen conectar el centro de las ciudades con los barrios más próximos, aunque la eficiencia de este medio de transporte ha hecho que muchas líneas se prolonguen hasta áreas suburbanas.

Existen varias clasificaciones distintas:

- Urbano/ suburbano- interurbano.
- EMU/DMU Locomotora + coches
- Urbanos: metros, tranvías, otros vehículos guiados (mayoritariamente eléctricos- EMU's).
- Locomotoras + coches menos sofisticado, uso extendido en algunos países (EEUU, India, etc.)
- Otros: Autovías, funiculares, levitación magnética.



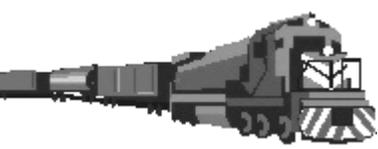
Imagen 109, 110,111, clasificación de los diferentes trenes de pasajeros, fuente: [apuntes análisis de los sistemas de transporte UNAM](#)

5.10.1 Ejemplo de trenes de alta velocidad

Se denomina tren de alta velocidad (TAV), tren rápido o tren bala a aquel que alcanza velocidades superiores a 200 km/h sobre líneas existentes actualizadas, y 250 km/h sobre líneas específicamente diseñadas para tal efecto, según la UIC (Unión Internacional de Ferrocarriles).

Su elevada velocidad les permite competir con el transporte aéreo para distancias medias, del orden de los cientos de kilómetros.

En todos los casos se trata de vehículos y vías férreas desarrolladas en forma unitaria, dado que las velocidades alcanzadas requieren de técnicas específicas. El tren de alta velocidad está considerado como el medio de transporte más seguro del mundo, superando incluso al avión.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Imagen 112,113, modelos de trenes balas, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

Único tren de levitación magnética 430 m/h, record de velocidad 574 km/h TGC-Alstom precursores: Japón y Francia

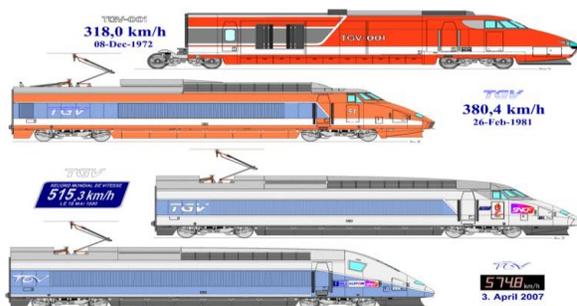
5.10.2 TREN SHINKANSEN



Imagen 114, modelos de trenes de alta velocidad o bala en Japón, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

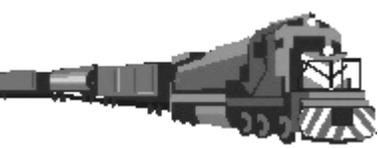
- Inicio operaciones en 1964
- Intención original de unir las zonas metropolitanas de Tokio y Osaka, que en los 50's ya acumulaban 45 millones de habitantes.
- Dieron origen al termino "TREN BALA"

5.10.3 TRENS TGV



- Surge originalmente pensado con turbinas, hasta la crisis del petróleo de los 70- Promovido por el Gobierno y ALSTOM
- Inicio operaciones en 1981
- 2,000 kilómetros de red

Imagen 115, diseño de trenes de alta velocidad TGV, en Francia, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Sólo hay una forma de describir los trenes TGV. ¡Velocidad! Estos trenes ostentan el récord mundial de velocidad ya que van de ciudad en ciudad a más de 320 km/h. La terminal central se encuentra en París y esta red francesa de alta velocidad interconecta a toda Europa haciendo del viaje en tren una alternativa atractiva a los viajes en avión.

Imagen 116, modelos de trenes TGV estacionados en la terminal de París, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

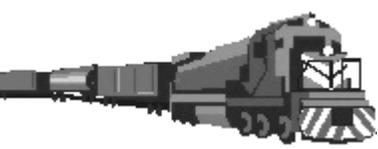
Y si pudiéramos encontrar otra palabra para describir a la TGV sería “frecuencia”. Ya que, cada día, 450 trenes cruzan la red, ofreciéndole una amplia variedad de tiempos de viaje.

La TGV es la joya tecnológica de Francia y mejora constantemente la comodidad y funcionalidad tomando en cuenta el bienestar del planeta. De hecho, la eco-movilidad es el corazón de la experiencia TGV. Desde su diseño aerodinámico de las líneas hasta la fabricación de los trenes, cada paso se investiga cuidadosamente para minimizar el impacto ambiental. Incluso nuestros conductores están capacitados para ‘conducir con economía’ (apagando los motores cuando el tren va de bajada, adaptando la velocidad de fricción con los rieles y así, reduciendo el consumo de energía a un tercio). Además, incluye lámparas de bajo consumo de energía, aire acondicionado que se adapta al número de pasajeros. También los desechos se compactan y el agua se recicla.

5.11 PRINCIPALES FABRICANTES DE MATERIAL RODANTE DE PASAJEROS.

5.11.1





SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

5.11.2 AGV:



Velocidad comercial hasta 350 km/h, 7-14 coches. Como AGV (vagones de ferrocarril de alta velocidad"), el fabricante francés de designado ferrocarril vehículos Alstom es una familia de trenes de alta velocidad. Los trenes se considera el sucesor del TGV.

Imagen 117, tren de alta velocidad AGV, fuente: <http://www.alstom.com/>

5.11.3 DUPLEX: Velocidad comercial hasta 300 km/h (aunque es poseedor del récord), 10 coches de dos niveles. Fue construido para aumentar la capacidad de los TGV sin aumentar la longitud del tren ni el número de trenes. Cada remolque tiene dos pisos, con un único acceso a través de las puertas de la parte baja que se aprovechan de la baja altura de los andenes franceses.



Imagen 118, modelo de tren dúplex, fuente: <http://www.alstom.com/>

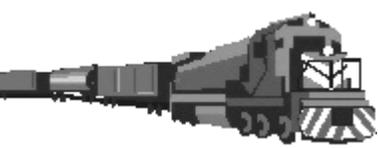
5.11.4 CORADIA:



Es una gama de trenes regionales e interurbanos desarrollados por el grupo industrial francés Alstom en versiones diésel (DMU) o eléctricas (EMU) de unidad múltiple así como trenes de dos pisos que pueden transportar hasta 900 pasajeros. Estos operan a velocidades que van desde 100 km/h hasta 180 km/h, la gama Coradia son fabricados en Salzgitter, Alemania, Valenciennes, Francia y Savigliano en Italia. Coradia es un nombre derivado del griego que significa "a través de la región"

Valenciennes, Francia y Savigliano en Italia. Coradia es un nombre derivado del griego que significa "a través de la región"

Imagen 119, tren regional modelo coradia, fuente: <http://www.alstom.com/>



5.12 **BOMBARDIER**
TRANSPORTATION



5.12.1 ZEFIRO: es de la familia de alta velocidad de trenes de pasajeros diseñada por Bombardier Transportation cuyas variantes tienen una velocidad máxima de operación de entre 250 km/h (155 mph) y 380 km/h (236 mph). Trenes de pasajeros.



Imagen 120, tren de alta velocidad modelo zafiro, fuente:
<http://www.bombardier.com/en/transportation.html>

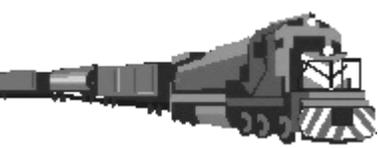
5.12.2 TRENES REGIONALES: Estos trenes logran tiempos de viaje eficiente utilizando tecnología avanzada y carrocerías ligeras modernas, los trenes de cercanías modulares de Bombardier son conocidos por su: Flexibilidad y eficiencia operacional, Fiabilidad y disponibilidad máxima, incluidos los requisitos de mantenimiento mínimos, Excelente ergonomía, Seguridad y confort.

5.12.3 INTERCITY: ofrece una disponibilidad sin precedentes verificado de 99,8 % y 25 % más de capacidad que los vehículos estándar, incluyendo un rendimiento probado en el duro clima. Con la tecnología de frenado regenerativo, los operadores se benefician de un 25% de ahorro en energía. En 2008, este vehículo de unidades múltiples demostró una vez más su versatilidad al establecer un nuevo récord de velocidad de 303 kilómetros por hora.



Imagen 121, tren regional modelo intercity, fuente:
<http://www.bombardier.com/en/transportation.html>

5.13 **SIEMENS**



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

5.13.1 VELARO: Es una familia de trenes de alta velocidad con potencia distribuida, de gran rendimiento. Modelo muy flexible. En esta serie todos los vagones son de pasajeros, ya que al estar los bogies de tracción distribuidos por todo el tren, no existen cabezas tractoras. Actualmente hay 5 subseries de esta familia para 4 redes diferentes. Están compuestos por 8 vagones, con una velocidad comercial máxima de 330 km/h.



Imagen 122, tren de alta velocidad modelo velaro, fuente: <http://www.siemens.com/entry/cc/en/>



5.13.2 VENTURIO: Está destinado a mayores velocidades entre 160 km/h y 250 km/h, tren longitudes de 3-9 (originalmente 3-12) coches y activa opcional de inclinación. El diseño permite la instalación de varios tipos de tracción equipos, es de diésel-eléctrico.

Imagen 123, tren de alta velocidad modelo venturio, fuente: <http://www.siemens.com/entry/cc/en/>

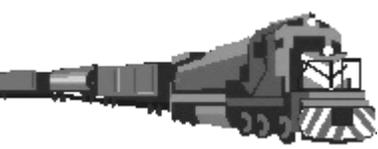
El concepto Venturio fue desarrollado a partir de los ICE TD DMU alta velocidad, que fueron producidos por un consorcio bajo el liderazgo de Siemens.

6. DIAGNOSTICO DEL MODO FERROVIARIO AÑO 2000 AL ACTUAL

6.1 Introducción

La información sobre la evolución del sector ferroviario nacional desde su reestructuración y privatización es escasa y fragmentada, permite observar logros importantes en los últimos años. La infraestructura ha mejorado, al menos en los principales corredores; los tiempos de operación se han reducido; se han incorporado nuevas tecnologías y se ofrecen mayor diversidad de servicios.

Las empresas ferroviarias tratan de proteger a toda costa sus zonas de influencia, la cual está delimitada por la región correspondiente a cada uno de los títulos de concesión, evitando relaciones de competencia y/o de complementariedad con sus



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

rivales a través de elevados cobros por estos derechos. Mientras no se solucione la situación, tenderán a crearse monopolios ferroviarios regionales que difícilmente estén en condiciones de ayudar a elevar la competitividad del transporte de carga nacional.

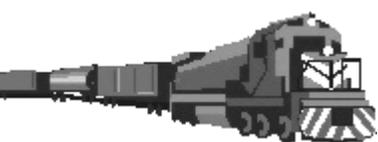
De acuerdo con un análisis de Transporte Siglo XXI, el tren está perdiendo carga y también dinero, pero no por ello es un mal negocio para sus concesionarios”. Por el contrario, las dos principales compañías ferroviarias tienen importantes ganancias. El 2001, considerado un año malo, Transportación Ferroviaria Mexicana (TFM) registró 153 millones de dólares de utilidades, y el Ferrocarril Mexicano (Ferromex) casi por el mismo orden”.

Para la Subsecretaría de Transporte de la SCT, el competidor real del ferrocarril no es la compañía de enfrente, sino el autotransporte. Conforme a sus propias estimaciones, si las empresas ferroviarias trabajan conjuntamente eliminando los inconvenientes para los usuarios, la carga podría duplicarse en unos años en beneficio de todo el sistema al permitir que muchas mercancías, cuyo medio natural de transportación es el ferrocarril, dejen las carreteras para subirse a los caminos de hierro. De esta forma, el negocio para las compañías férreas sería mayor. En el siguiente **mapa 1** se muestra todo el sistema de red ferroviaria que existe hoy en día en nuestro país.



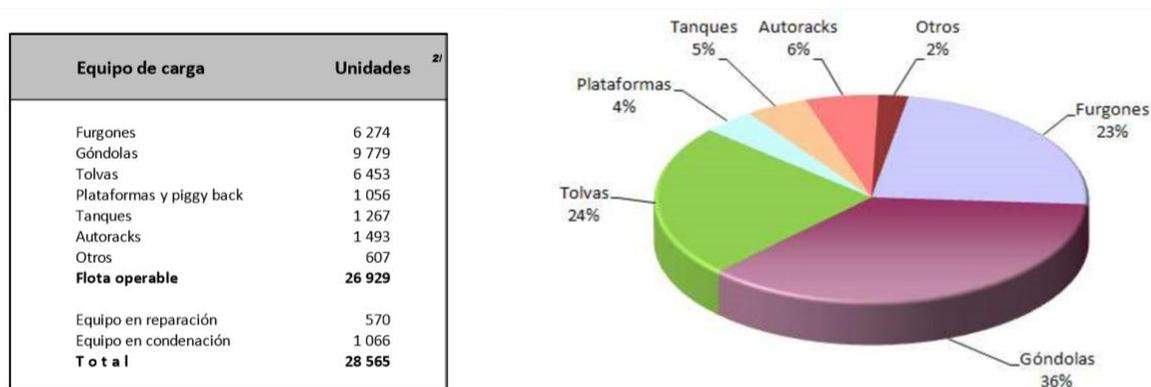
Mapa 1, sistema de la red ferroviaria existente, fuente: <http://www.sct.gob.mx/>

6.2 ANUARIO ESTADÍSTICO FERROVIARIO 2010



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

El Sistema Ferroviario Mexicano (SFM), en el ejercicio 2010, logró récord histórico de movimiento de carga al transportar 104.6 millones de toneladas y 78.8 miles de millones de toneladas-kilómetro, cifras que comparadas con las obtenidas en 2009, año en que se transportaron 90.3 millones de toneladas y 69.2 miles de millones de toneladas-kilómetro, superan en 15.8% las toneladas y en 13.9 % las toneladas-kilómetro. Para llegar a este pequeño logro se utilizaron distintos equipos de carga, como se puede apreciar en la **gráfica 1** que se utilizaron más las góndolas, furgones y tolvas para transportar la carga.

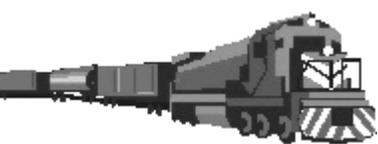


Gráfica 1, porcentaje del equipo de arrastre utilizado en el 2010, fuente:

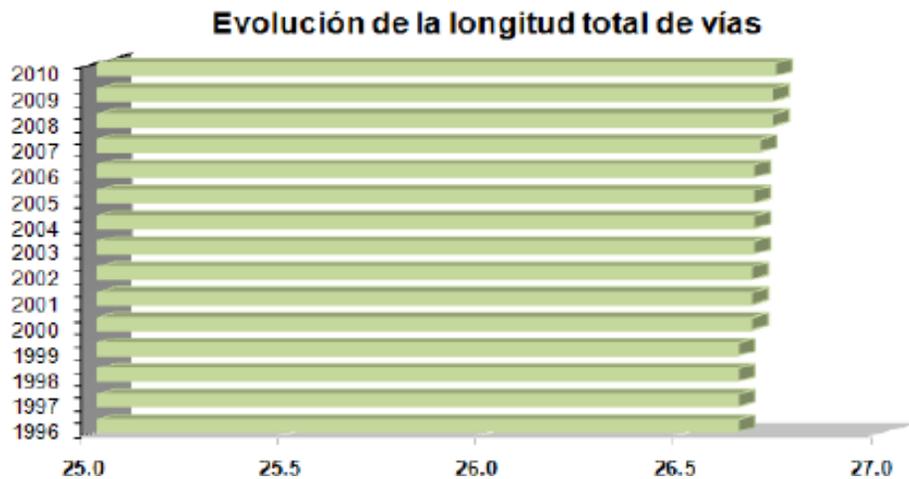
www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2010.pdf

Por su parte el comercio exterior también logró un considerable incremento al pasar de 40.3 millones de toneladas de importación en 2009 a 47.3 millones de toneladas de importación en 2010. Asimismo la carga de exportación pasó de 5.5 millones de toneladas en 2009 a 9.1 millones de toneladas en 2010. Es importante resaltar que en el año 2010 el comercio exterior representó el 53.9% de carga movilizada en el SFM.

En la **gráfica 2**, se muestra el pequeño incremento de la longitud de vías férreas que se obtuvo del año 1996 al 2010



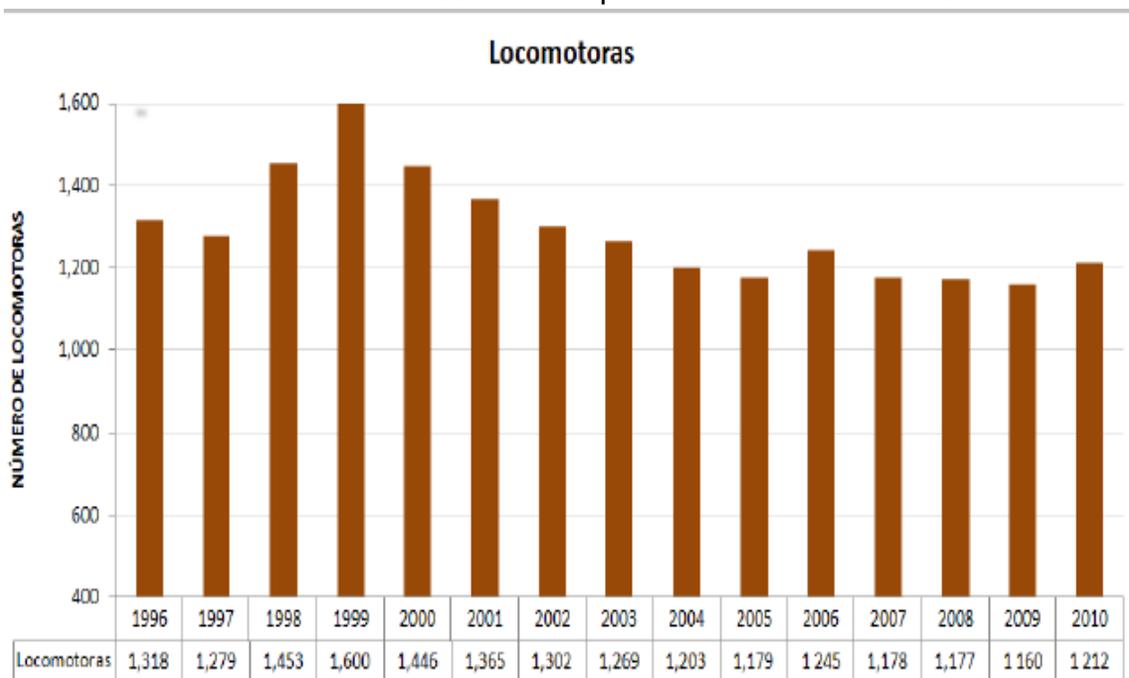
SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Gráfica 2, crecimiento de las vías ferrea 1996- 2010, fuente:

www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2010.pdf

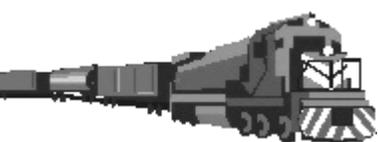
En la **gráfica 3** se muestra la evolución de la fuerza motriz en el sistema ferroviario mexicano, de las locomotoras, y se puede observar que en el año 1999 la flota de locomotoras era de 1600 en comparación con el año 2010 de 1212.



Gráfica 3, crecimiento de locomotoras 1996- 2010, fuente:

www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2010.pdf

En la siguiente **tabla 4** se encuentran el número de locomotoras que cuenta cada empresa ferroviaria, la cual el que lleva el liderazgo es la concesionaria ferromex.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

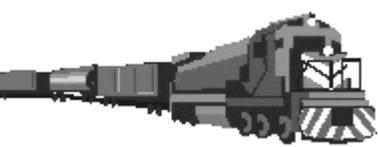
FERROCARRIL	LOCOMOTORAS ^{1/} (unidades)
KCSM	372
FERROMEX	631
FERROSUR	125
Coahuila-Durango	22
FTVM	31
Chiapas - Mayab	30
ADMICARGA	1
T o t a l	1 212

Tabla 4, número de locomotoras de cada concesionaria, en el 2010, fuente:
www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2010.pdf

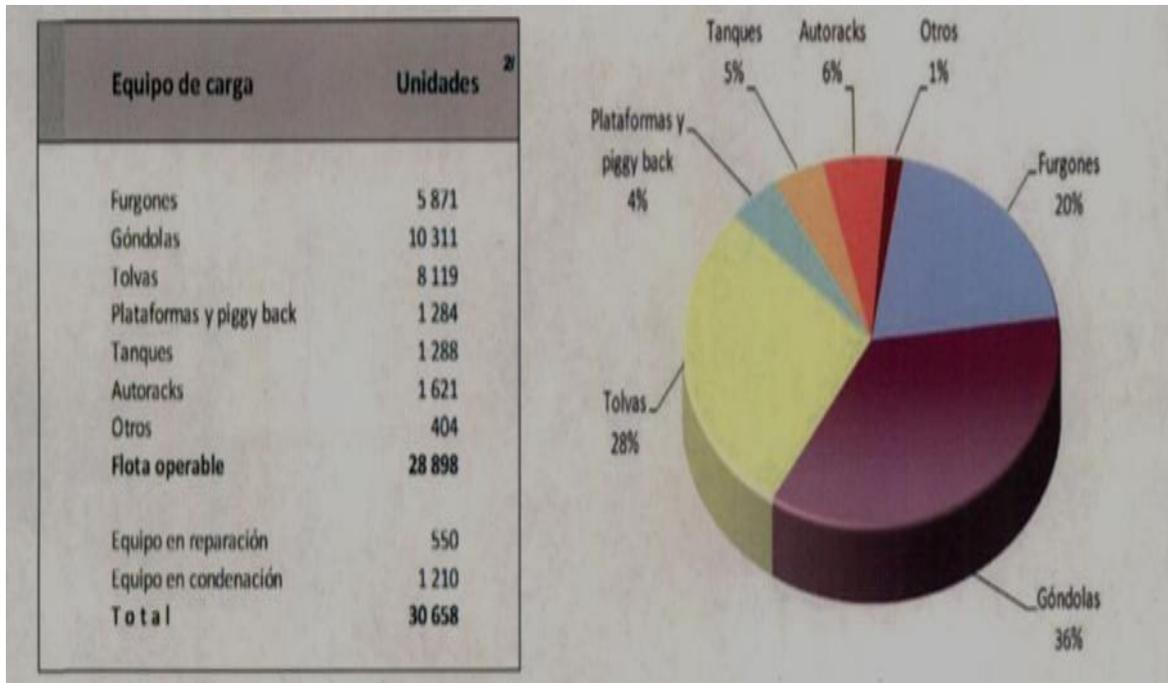
6.3 ANUARIO ESTADÍSTICO FERROVIARIO AÑO 2011

El sistema ferroviario mexicano, en el 2011, logro un incremento en el movimiento de carga, al transportar 108.4 millones de toneladas y 79.7 miles de millones de toneladas-kilometro, cifras que comparadas con las obtenidas en 2010, año en que se transportaron 104.6 millones de toneladas y 78.8 miles de millones de toneladas- kilometro, creció un 3.7% en toneladas y 1.2 en toneladas-kilometro.

Con lo anterior, el sector ferroviario, continuo ganando participación en el movimiento de carga terrestre, al alcanzar en el 2011, el 18.3% de participación en el total de toneladas terrestres transportadas y el 26 % expresado en toneladas-kilometro, mientras que en el año 1995, antes de la reestructuración del sistema ferroviario presentaba el 12.5% en toneladas y 18.8 en toneladas- kilometro. **En la siguiente gráfica 4**, se muestra el total de equipo de carga y el porcentaje que mueve cada uno, como se puede observar en este año se transportó más carga por los carros góndolas



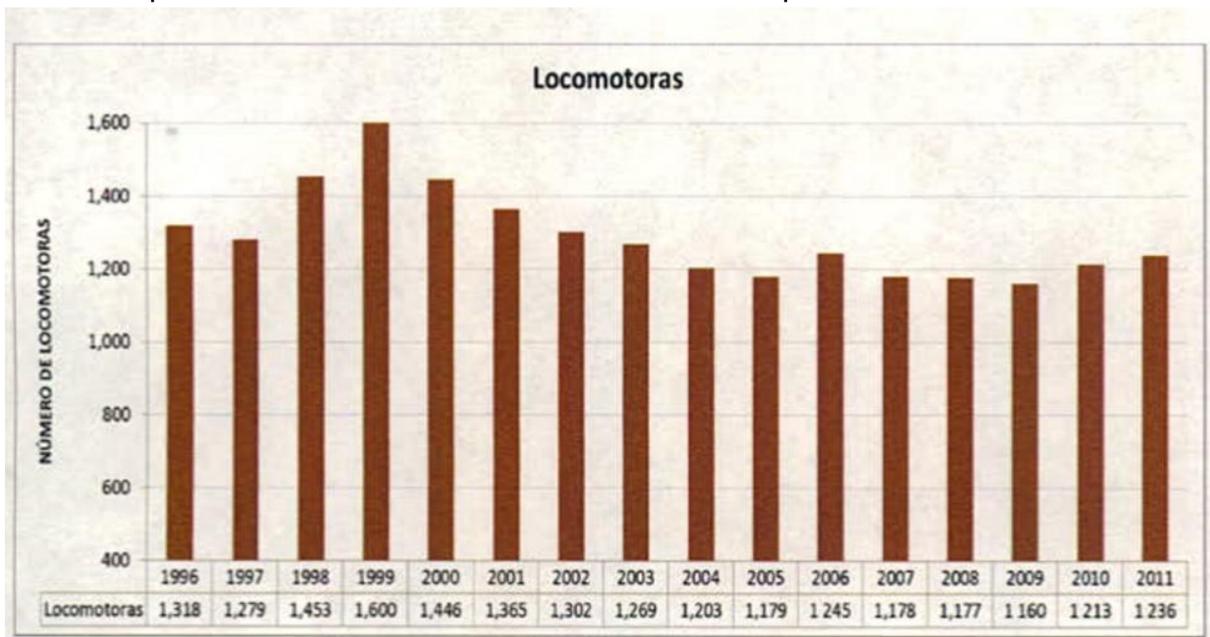
SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Gráfica 4, porcentaje del equipo de arrastre utilizado en el 2011, fuente:

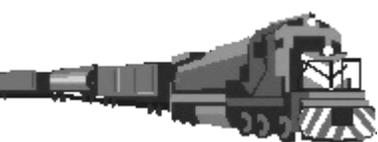
www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2011.pdf

Con respecto al flote de locomotoras en este año, en la **gráfica 5** se puede observar que cuentan con 24 locomotoras más en comparación con el 2010.



Gráfica 5, crecimiento de locomotoras 1996- 2011, fuente:

www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2011.pdf



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

En la siguiente **tabla 5** se encuentran el número de locomotoras que cuenta cada empresa ferroviaria, la cual el que lleva el liderazgo es la concesionaria ferromex.

FERROCARRIL	LOCOMOTORAS ^{1/} (unidades)
KCSM	368
FERROMEX	632
FERROSUR	148
Coahuila-Durango	22
TFVM	31
Chiapas - Mayab	33
ADMICARGA	2
Total	1 236

Tabla 5, número de locomotoras de cada concesionaria, en el 2011, fuente: www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2011.pdf

6.4 ANUARIO ESTADÍSTICO FERROVIARIO AÑO 2012

El Sistema Ferroviario Mexicano (SFM), en el ejercicio 2012, logró un incremento en el movimiento de carga al transportar 111.6 millones de toneladas y 79.4 miles de millones de toneladas-kilómetro, cifras que comparadas con las obtenidas en 2011, año en que se transportaron 108.4 millones de toneladas y 79.7 miles de millones de toneladas-kilómetro, aumentó un 2.9% en toneladas y disminuyó en 0.4% las toneladas-kilómetro. En la siguiente **gráfica 6 y en la tabla 6** se puede apreciar que a partir del 2010 al actual las concesionarias están haciendo un buen trabajo ya que el movimiento de carga está incrementando.



Gráfica 6, toneladas-kilometro, de carga transportada 1995-2012, fuente: www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2012.pdf



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Años	Toneladas (miles)	Toneladas-Km (millones)	Años	Toneladas (miles)	Toneladas-Km (millones)
1983	62 570	43 718	1998	75 914	53 747
1984	64 119	44 592	1999	77 062	54 109
1985	63 721	45 307	2000	77 164	54 776
1986	57 216	40 605	2001	76 182	55 147
1987	58 124	40 475	2002	80 451	59 195
1988	57 354	41 177	2003	85 168	64 413
1989	53 890	38 570	2004	88 097	69 926
1990	50 960	36 417	2005	89 814	72 185
1991	46 405	32 698	2006	95 713	73 726
1992	48 705	34 197	2007	99 845	77 169
1993	50 377	35 672	2008	99 692	74 582
1994	52 052	37 314	2009	90 321	69 185
1995	52 480	37 613	2010	104 564	78 770
1996	58 831	41 723	2011	108 433	79 728
1997	61 666	43 474	2012	111 607	79 353

tabla 6, toneladas-kilómetro, de carga transportada 1983-2012, fuente:

www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2012.pdf

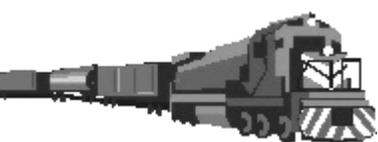
En la siguiente **tabla 7**, se presenta las toneladas y el porcentaje de carga que mueve cada empresa ferroviaria.

FERROCARRIL	TONELADAS (miles)	TON-KM * (millones)
KCSM	36 434.8	25 255.7
FXE	51 337.9	44 981.3
FSE	16 370.6	7 162.4
TFVM	2 348.9	107.2
C-D	4 166.4	1 069.0
CH-M	695.7	769.0
ADMICARGA	252.9	7.9
TOTAL	111 607.1	79 352.5

tabla 7, toneladas-kilómetro, de carga transportada por cada concesionaria, fuente:

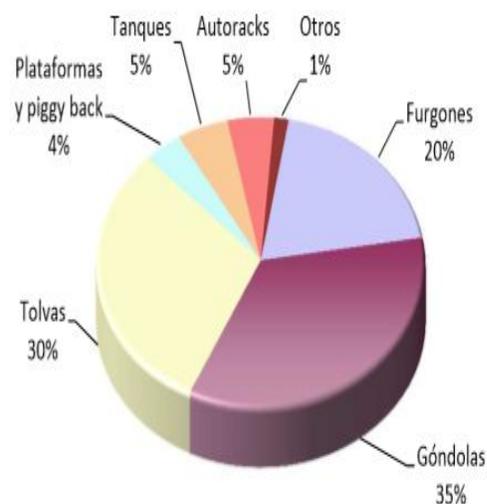
www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2012.pdf

En la **gráfica 7**, se muestra que en este año los equipos de carga que más se emplearon fueron las tolvas y góndolas.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Equipo de carga	Unidades ^{2/}
Furgones	5 778
Góndolas	10 140
Tolvas	8 967
Plataformas y piggy back	1 128
Tanques	1 508
Autoracks	1 373
Otros	424
Flota operable	29 318
Equipo en reparación	456
Equipo en condenación	1 306
Total	31 080

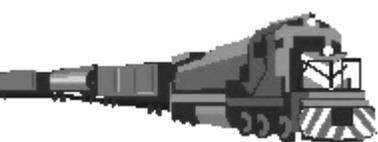


Gráfica 7, porcentaje del equipo de arrastre utilizado en el 2012, fuente:

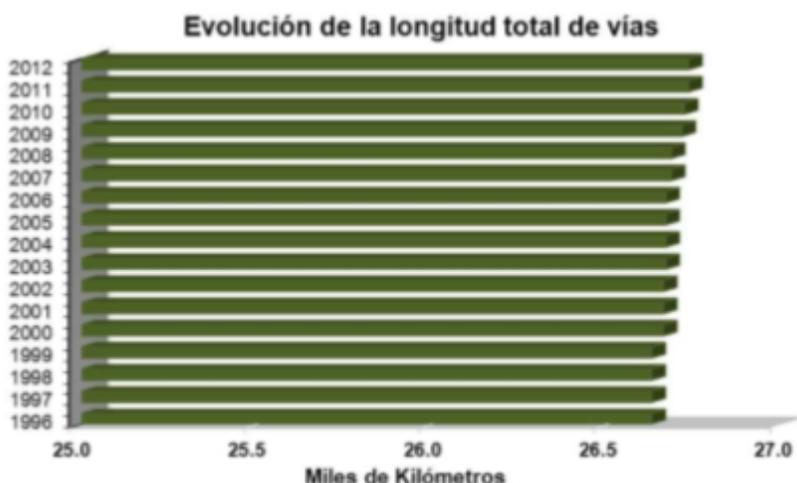
www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2012.pdf

Por su parte el comercio exterior también logró un incremento del 2.1% en la carga de exportación al pasar de 9.5 millones de toneladas en 2011 a 9.7 millones de toneladas en 2012. Sin embargo las importaciones tuvieron un decremento del 4.9% al pasar de 43.2 millones de toneladas de importación en 2011 a 41.1 millones de toneladas en 2012. Es importante resaltar que en el año 2012, el comercio exterior representó el 45.5% de carga movilizada en el SFM.

Con lo anterior, el sector ferroviario, continuo ganando participación en el movimiento de carga terrestre, al alcanzar en el 2012, el 18.3% de participación en el total de toneladas terrestres transportadas y el 25.4% expresado en toneladas-kilómetro, mientras que en el año 1995, antes de la reestructuración del Sistema Ferroviario Mexicano, representaba el 12.5% en toneladas y 18.8% en toneladas-kilómetro. En la **siguiente gráfica 8**, se muestra la longitud del total de vías, la cual en este año 2012 no incremento el kilometraje de vías férreas se mantiene igual al del 2011 con un total de 26727 km.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

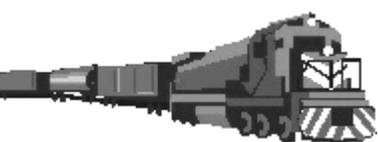


Gráfica 8, crecimiento de las vías ferrea 1996- 2012, fuente:
www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2012.pdf

Contando hasta hoy en día con un porcentaje de 6.5 en vías particulares, 18.7 en vías auxiliares y 74.8 de vía principal, en la **tabla 8**, se muestran el kilometraje de cada clasificación de vía, las vías fuera operación y el monto total que se opera.

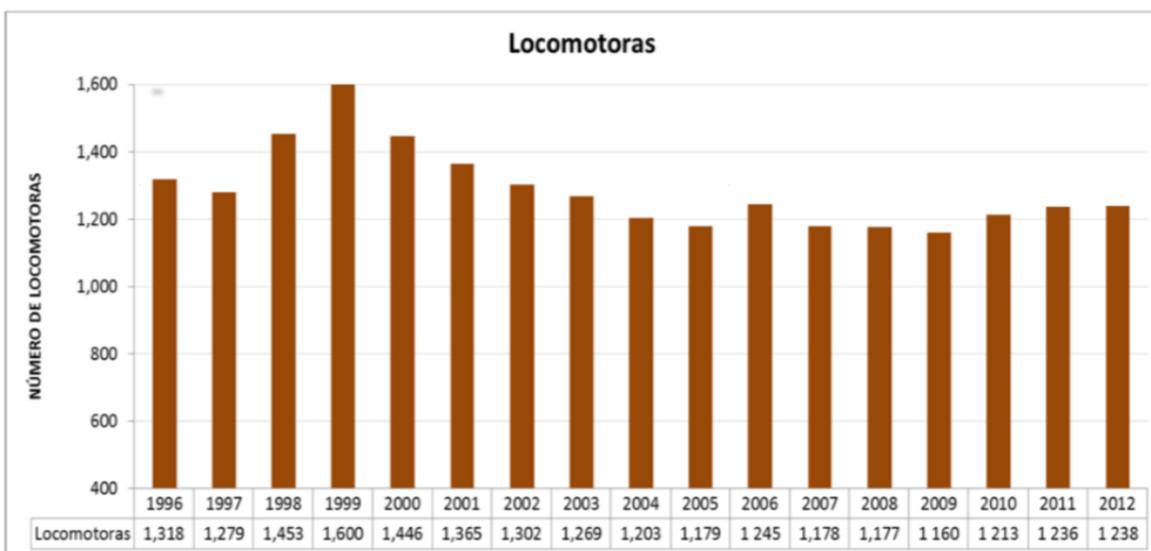
Clasificación de Vías	Kilometraje
Vías principales y secundarias concesionadas	17799 km.
Vías auxiliares (laderos y patios)	4450 km.
Vías particulares	1555 km.
Vía principal y secundarias fuera de operación	2923 km.
Total de vía operada	23804 km.
Total de vías (2012)	26727 km.

tabla 8, kilometraje total de via operada en el 2012, fuente:
www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2012.pdf



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

El flote de locomotoras en este año, se puede ver en la **gráfica 8** que solo aumentaron 2 unidades en comparación con el año 2011



Gráfica 8, crecimiento de locomotoras 1996- 2012, fuente:

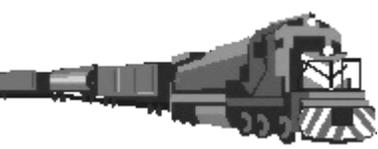
www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2012.pdf

En la **tabla 9** siguiente, se muestra la flota de locomotoras que cuenta cada empresa ferroviaria.

FERROCARRIL	LOCOMOTORAS ^{1/} (unidades)
KCSM	371
FERROMEX	631
FERROSUR	147
Coahuila-Durango	22
TFVM	31
Chiapas - Mayab	26
ADMICARGA	3

Tabla 9, número de locomotoras de cada concesionaria, en el 2012, fuente:

www.sct.gob.mx/fileadmin/.../Anuarios.../Anuarios.../Anuario_2012.pdf



6.5 Conflicto de la nueva ley ferroviaria

La controvertida reforma a la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, actualmente detenida en el Senado, podría ser una oportunidad para "nuevos inversionistas" del sector ferroviario, traerá competitividad para México, se ofrecerán mejores enlaces, de modo más ágil, y conceptos tan simples como aduanas interiores, que ya tenemos, se volverán más eficientes. Esto nos elevará en rankings y nos hará fluir más rápido del centro hacia el norte y del océano Pacífico hacia el Golfo.

La figura del permisionario atraería a los inversionistas que "ya lideran hoy Norteamérica", pues las grandes empresas ferroviarias estadounidenses "se incorporarían a la apertura" del mercado mexicano y centra el debate sobre la reforma a la Ley de Servicios Ferroviarios, la principal preocupación de las empresas concesionarias ya que, sostiene, afectará la competitividad del sistema. Si bien tanto Ferromex como Kansas City Southern de México (KCSM) ven puntos positivos en la propuesta de reforma aprobada por la Cámara de Diputados a principios de febrero y que se encuentra ahora a debate en el Senado, mantienen su posición en contra de esta figura que podría usar las vías sin haber invertido en ellas.

6.6 Opiniones de las concesionarias con respecto a la nueva ley ferroviaria.

Opinión del Dr. José Zozaya (presidente de la AMF Y concesionaria KCSM)

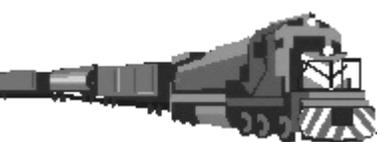
El presidente de la Asociación Mexicana de Ferrocarriles (AMF), José Zozaya, expresó su satisfacción por la "detención" en el Senado de la controvertida reforma a la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, pues pasará a analizarse en la siguiente sesión de la cámara y permitirá cambios que favorecerán las partes implicadas.

Explicó en conferencia de prensa que tener permisionarios en las vías entorpecería la operación, ya que bajaría la velocidad de los trenes. El también presidente de KCSM señaló que sí están de acuerdo con que haya más puntos de interconexión y vías cortas, pero no en ofrecer derechos de paso en vías principales a permisionarios.

Como en anteriores ocasiones desde su aprobación en la Cámara de Diputados el pasado febrero, Zozaya manifestó que no están "en contra de la ley" pero considera que "esa no es la forma de buscar mayor competencia, mayor eficiencia y menores tarifas". "La forma como está redactada genera graves riesgos, y un caos para la operación", zanjó el presidente de AMF.

Opinión del Ing. Fernando Ramos (presidente de AMTI)

Por su parte, el **presidente de la Asociación Mexicana de Transporte Intermodal (AMTI), Fernando Ramos**, se mostró expectante pero con reservas:



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Aplaudimos que por primera vez después de la privatización se le ponga atención a los ferrocarriles. Pero vigilamos para que no se cometan errores. Pues nos preocupa una reforma que en lugar de impulsar la competitividad ponga un freno de mano y además entorpezca la operación.

En este sentido, Ramos se mostró preocupado por el cambio en materia de permisionarios, que de aprobarse la reforma permitiría que competidores operaran las vías de las actuales compañías concesionarias Ferromex, Ferrosur y KCSM. "Si se suben a la vía empresas sin haber invertido, podría entorpecerse el tráfico y desmotivar a las ferroviarias a seguir invirtiendo".

Por último, alegó que, además de las actuales empresas ferroviarias, el Estado debería invertir mucho más en el tren, pues es una "inversión de país".

Opinión del Ing. Lorenzo Reyes (director de operaciones FERROMEX)

Por su parte, el director de Operaciones de Ferromex, Lorenzo Reyes, apuntó que de salir adelante esta figura, se pasaría de operar trenes largos y productivos a trenes cortos e ineficientes. Además, sostuvo, al centrarse en rutas cortas, los permisionarios invertirían en equipo anticuado, generando riesgos a la seguridad. Aunque aún ninguna empresa ha levantado la mano para poder operar como permisionario.

Opinión del Ing. Alfredo Casar (presidente de FERROMEX)

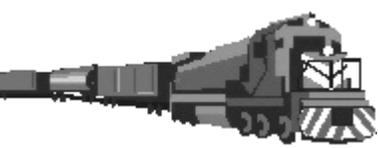
El presidente de Ferromex, Alfredo Casar, advirtió que la previsión del sector es que un gran número se muestre interesada, porque podrán transitar sin pagar por las vías, en las que las empresas ferroviarias han invertido desde que obtuvieron la concesión más de 7 mil 500 millones de dólares.

Por otra parte, sobre la interconexión, Casar afirmó que 51% de los carros que maneja Ferromex inician o acaban en otro ferrocarril, si bien no se especificó qué porcentaje de estos son con líneas en Estados Unidos al ser tráficos de exportación o importación.

7. PARTICIPACIÓN DE LAS PRINCIPALES CONCESIONARIAS DEL FERROCARRIL EN MÉXICO Y SUS RUTAS.

La concesión del sistema ferroviario mexicano (SFM), es la parte central del cambio estructural que sufre el ferrocarril para adaptarse a las exigencias de un mejor servicio a un precio competitivo por parte de la industria nacional inmersa en la globalización del comercio.

Con la finalidad de resaltar los principales elementos que afectan la eficiencia del SFM, realizamos un recuento de los principales cambios que trajo la entrada de



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

capital privado en la prestación del servicio ferroviario nacional y que sirven como base para una primera aproximación al desempeño del ferrocarril mexicano.

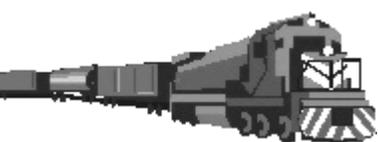
7.1 Antecedentes de la concesión

En la década de los años 80, el SFM era sinónimo de lentitud e incumplimiento; debido principalmente al deterioro de la situación financiera del sistema. Por aquellas fechas, algunos estudios señalaban la necesidad del saneamiento en las finanzas ferroviarias (por ejemplo, véase Verdugo Reyes, 1988); al mismo tiempo, la fuerza sindical se presentaba como el principal obstáculo para una reforma del ferrocarril; además de otros factores, económicos y políticos, que se contraponían a la realización de dicho cambio. En general, se podía reconocer que el ambiente nacional aún no era adecuado para un oportuno cambio en las políticas de operación ferroviaria.

Sin embargo, entre 1986 y 1991, surgió una grave crisis operativa del ferrocarril, inmerso en un sistema de gobierno que mantenía políticas proteccionistas y de subvenciones a muchas industrias con participación estatal; dichas políticas y la restricción presupuestaria explican, en parte, por qué después de 1985 el ferrocarril inició una grave caída en su movimiento de carga, sólo equiparable a la sufrida durante la crisis económica de 1929. De esta forma, el servicio se deterioró, principalmente por la falta de mantenimiento a vías y equipo.

A mediados de la década de 1980, cuando se inició la apertura al comercio internacional en México, diversos factores financieros y políticos pospusieron la reforma del SFM (entre ellos la reducción de la inflación a través del control de precios de diversos servicios y productos, incluyendo el transporte ferroviario); a la vez que se creaba una creciente demanda de transporte derivada del aumento del comercio exterior que implicó una mayor presión para la reforma del ferrocarril.

En 1989, la operación ferroviaria fue impactada por el creciente flujo del comercio exterior, iniciado en 1987; por ello, diversas políticas del anterior régimen fueron adaptadas al nuevo mercado, incluyendo los subsidios a través de las tarifas de carga. En 1992, fue formalizada la reestructuración del servicio ferroviario, dando inicio a una incipiente participación de capital privado en algunas actividades del SFM, principalmente a la construcción de terminales especializadas, y al mantenimiento de vías y equipo; siendo el preámbulo de la concesión del servicio del transporte por ferrocarril.



7.2 Proceso de concesión del servicio ferroviario en México

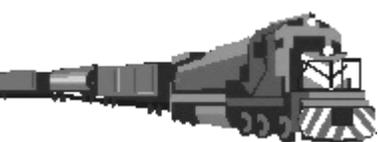
La administración federal contempló por varios años la participación de capital privado en el servicio, pero fue necesario un largo proceso de maduración, pues requería del saneamiento de las finanzas del sistema ferroviario para hacerlo atractivo a los inversionistas; además de enfrentar intereses políticos y sociales contrarios a la concesión. Así, el primer paso de la concesión del servicio ferroviario se dio en marzo de 1995, con la modificación del artículo 28 constitucional; el cual permitía la explotación del servicio ferroviario por empresas privadas, aunque manteniendo la rectoría del desarrollo del SFM como una facultad del Estado.

La forma en que el capital privado participaría en la operación del sistema ferroviario mexicano fue establecida a través de la Ley Reglamentaria del Ferrocarril, promulgada en mayo de 1995. Esta ley, básicamente establecía un esquema de concesiones y permisos del servicio ferroviario en el que el capital social de las nuevas empresas ferroviarias podría estar compuesto en primera instancia de hasta 49 por ciento de capital extranjero, con un periodo de concesión hasta por cincuenta años.

Los estudios para el esquema de concesión, contratados con Mercer Management y CS First Boston, también condujeron a que el ferrocarril fuera segmentado en tres grandes compañías regionales, una terminal central de intercambio en la ciudad de México y varias líneas cortas; esta división del ferrocarril entró en operación a partir de septiembre de 1995.

Otro importante paso en el proceso de concesión se dio, en noviembre de 1995, cuando la SCT emitió los Lineamientos Generales para la Apertura a la Inversión del SFM. Los lineamientos posibilitaron la constitución de las empresas ferroviarias como sociedades mercantiles con un patrimonio integrado por sus activos y un título de concesión. Las nuevas empresas administrarían cada una de las tres vías troncales: Pacífico Norte, Noroeste y Sureste; así como la terminal del Valle de México. Los lineamientos describían además el esquema general del proceso de concurso para la venta de acciones de capital social de las empresas ferroviarias, de esta forma serían asignados los títulos de concesión. Las anteriores consideraciones también se aplicarían a la concesión de las líneas cortas.

La asignación de las concesiones y permisos de las empresas ferroviarias inició en junio de 1996, cuando la Secretaría de Comunicaciones y Transportes emitió la convocatoria y las bases para la adquisición de los títulos representativos del



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

capital social de la línea corta del Ferrocarril Chihuahua al Pacífico; aunque dicha convocatoria resultó declarada desierta en octubre de 1996.

La primera concesión con éxito inició, en agosto de 1996, cuando la SCT publicó la convocatoria correspondiente para el Ferrocarril del Noreste, que resultó ser la primera empresa ferroviaria concesionada al oficializarse, en enero de 1997, que Transportación Ferroviaria Mexicana había sido la ganadora de dicha concesión. Finalmente, en junio de 1997 fue la entrega formal del Ferrocarril del Noreste a su nuevo operador.

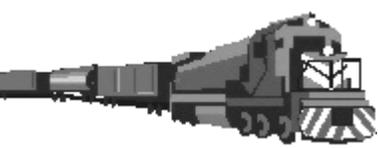
La segunda concesión exitosa fue la del Ferrocarril Pacífico Norte iniciada con la publicación de su convocatoria en marzo de 1997, y cuyo ganador fue la empresa Ferrocarril Mexicano. Además, dentro de esta transacción fue incluida la concesión de la línea corta Ojinaga – Topolobampo. Posteriormente, en febrero de 1998, fue entregada formalmente la concesión del ferrocarril Pacífico Norte, al liquidarse el total del pago acordado.

En julio de 1997, fueron publicadas las convocatorias de las líneas cortas de Nacozari, Tijuana-Tecate y Coahuila – Durango. La vía corta Tijuana-Tecate fue adjudicada a la empresa Medios de Comunicación y Transporte de Tijuana que ofreció 78.4 millones de pesos; sin embargo, esta nunca completó su pago y la concesión fue rescindida. Finalmente esta línea fue asignada al Gobierno del estado de Baja California, en diciembre de 1999.

La línea corta Coahuila-Durango fue concesionada por treinta años a las empresas Grupo Acerero del Norte e Industrias Peñoles, en octubre de 1997. El 14 de noviembre del mismo año, el grupo ganador cubrió la totalidad del valor y su entrega-recepción fue en abril de 1998.

El 18 de febrero de 1998, fue publicada la convocatoria para la licitación de la línea troncal del Ferrocarril del Sureste, incluyendo 25 por ciento del capital social de la Terminal Ferroviaria del Valle de México (igual porcentaje fue adjudicado a los ganadores de los ferrocarriles del Noreste y Pacífico Norte); además se tenía la opción de operar la línea corta del Mayab. En junio del mismo año la empresa Ferrocarril del Sureste (Ferrosur) fue adjudicada al Grupo Tribasa. La liquidación del monto ofertado permitió la entrega del ferrocarril en diciembre de 1998, aunque la nueva concesionaria declinó la opción de operar la línea corta del Mayab.

Con respecto a la empresa Terminal Ferroviaria del Valle de México, en abril de 1998 fue oficializado el nombramiento de los nuevos miembros del Consejo de Administración; integrado por representantes de Transportación Ferroviaria Mexicana, Ferromex y del Gobierno Federal; posteriormente Ferrosur también



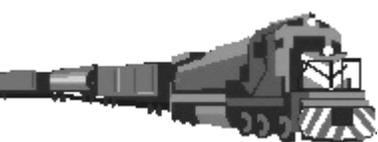
SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

obtuvo su lugar al obtener el restante 25 por ciento de participación de la terminal. Por último, se pretendía que la participación del gobierno sería transferida a la empresa que llegase a operar el Servicio Ferroviario Suburbano de Pasajeros en la Zona Metropolitana del Valle de México.

En 1998, la línea de Nacozari empezó a ser operada por Ferromex mediante un contrato de derechos de paso. En febrero de 1999 fue formalizada la concesión de la Vía Corta Nacozari al Grupo México, accionista principal de Ferromex.

En marzo de 1999, el Gobierno publicó la convocatoria para la licitación de la unidad económica Chiapas - Mayab, “la concesión fue ganada en agosto de 1999 por la empresa Genesee & Wyoming, gracias a un permiso especial de la Comisión de inversiones extranjeras, inició operaciones en septiembre de 1999” (Moreno, 2000). En julio de 2007, fueron suspendidas las operaciones del Ferrocarril Chiapas – Mayab cuando la empresa Genesee & Wyoming renunció a la concesión para la explotación del servicio de transporte.

Respecto al Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec, en diciembre de 1999 el Gobierno Federal lo constituyó como una empresa cien por ciento estatal; cuyo patrimonio incluía la concesión de la vía Salina Cruz-Medias Aguas, un derecho para construir una segunda vía en el tramo Medias Aguas-Coatzacoalcos e incluía la administración del resto de las líneas cortas que no se llegaron a concesionar. La segmentación original de las compañías ferroviarias sufrió diversas adaptaciones debido a los resultados obtenidos en los primeros concursos de concesión, lo que provocó cambios en la configuración de las líneas con la finalidad de aumentar la atracción de capital privado al sistema. El Ferrocarril del Sureste fue el que mayores adecuaciones sufrió para hacerlo atractivo a la iniciativa privada. En la **tabla 10**, se puede apreciar la estructura del sistema ferroviario concesionado.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Sistema ferroviario concesionado

	Ferrocarril	Concesionario
1	Del Noreste	Transportación Ferroviaria Mexicana; desde 2005 Kansas City Southern de México (KCSM).
2	Pacífico-Norte, incluyendo la Vía Corta Ojinaga-Topolobampo posteriormente incluyó a la Vía Corta Nacozeni	Ferromex
3	Del Sureste	Ferrosur
4	Unidad ferroviaria Coahuila-Durango	Ferrocarril Coahuila – Durango
5	Unidad Económica Chiapas-Mayab	Ferrocarril Chiapas-Mayab (Genesee & Wyoming), desde 2007 operado por el Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec.
6	Vía Corta Tijuana-Tecate	Ferrocarril Tijuana – Tecate
7	Terminal Ferroviaria del Valle de México	KCSM, Ferromex, Ferrosur y Ferrocarril Suburbano de la ZMVM (2008)
8	Ferrocarril de Tehuantepec	Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec

Tabla 10, estructura de la red de vías ferreas concesionadas, fuente: [temas selectos de ferrocarriles UNAM](#)

7.3 Participación de las principales 4 concesionarias del ferrocarril en México y sus rutas.

7.3.1 Concesionaria FERROMEX

Ferromex, abreviación de Ferrocarril Mexicano, es un consorcio ferroviario privado que opera la más grande red de ferrocarriles (en km) de México. Ferromex comenzó a funcionar el 19 de febrero de 1998, tras la concesión de la mayor parte de los ferrocarriles públicos mexicanos. Ferromex controla más de 8.500 km de vías y conecta 5 grandes conurbaciones mexicanas, 5 ciudades a lo largo de la frontera con los Estados Unidos, 4 puertos en el Pacífico y otro más en el Golfo de México.

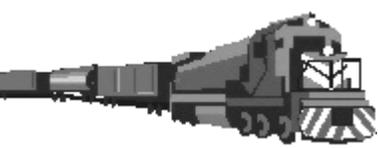
Es el ferrocarril más grande de México con 8.500 km de vías férreas de trocha 1,435 mm entre 30 y 35 toneladas de carga por eje. En el **mapa 2** se muestran sus principales conexiones dentro del país

Conexión fronteriza con Estados Unidos

Mexicali en el estado de Baja California

Nogales estado de Sonora

Ciudad Juárez estado de Chihuahua



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Ojinaga estado de Chihuahua
Piedras Negras estado de Coahuila

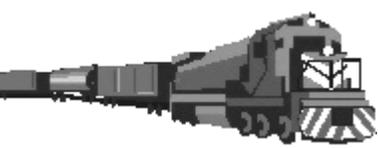
Conexión con las 4 ciudades importantes de México

Ciudad de México en D.F
Guadalajara
Monterrey
Aguascalientes

Conexión con los 4 puertos principales del pacifico

Manzanillo
Mazatlán
Topolobampo
Guaymas

La flota de Ferromex es de 523 locomotoras diésel eléctricas entre General Electric, EMD y ALCO, y un total de 14.365 vagones de carga: vagón góndola 5287 unidades, vagón carga general 4363 unidades, vagón tolva 3147 unidades, vagón plataforma 741 unidades, vagón automovilero de tres niveles 741 unidades. Esta empresa es la encargada de operar el **Tequila Express**, en la **foto 118**, se pueden apreciar las locomotoras y el interior de los vagones, el cual es un tren turístico que circula en el estado de Jalisco y el chepe ferrocarril Chihuahua - pacifico que brinda servicio a los habitantes de los Mochis Sinaloa y es también turístico dando recorrido por las barrancas del cobre como se ve en la **imagen 124**.



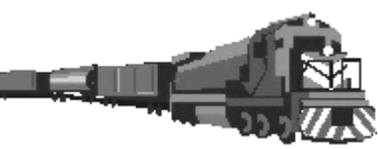
SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Mapa 2, rutas operadas por la concesionaria Ferromex, fuente:
<http://www.ferromex.com.mx/>



Imagen 119, tren turístico tequila express, operado por Ferromex, fuente:
<http://www.ferromex.com.mx/>



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Foto 125, tren Chihuahua- pacífico (chepe), operado por Ferromex, fuente: <http://www.ferromex.com.mx/>

7.3.2 Kansas City Southern de México, S.A. de C.V. (KCSM)

Con sede en la Ciudad de México, KCSM opera un sistema ferroviario de 2,645 millas (4,251 Km.) de vías, dando servicio al noreste y centro de México, entre otros. KCSM es una de las principales líneas férreas mexicanas y proporciona una conexión directa entre EUA y el corazón industrial de México. KCSM es controlada y propiedad de KCS (Kansas city southern).en el **mapa 3** se ve claramente sus principales conexiones.

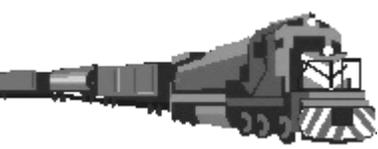
Conexión con tres puertos principales en el golfo y uno en el pacífico

➤ **Golfo**

Altamira Tamaulipas
Tampico Tamaulipas
Veracruz, Veracruz

➤ **Pacífico**

Lázaro Cárdenas Michoacán



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Mapa 3, rutas operadas por la concesionaria Kansas City Southern de México, fuente:

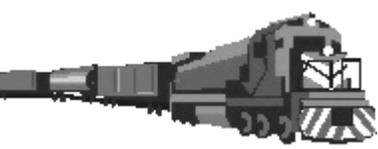
http://es.wikipedia.org/wiki/Kansas_City_Southern_de_M%C3%BA.

7.3.3 Ferrocarril del Sureste (FERROSUR)

Empresa ferroviaria mexicana, fundada el 29 de junio de 1998, línea trocal del sureste, está integrada por las divisiones Mexicano y Veracruz-Coatzacoalcos al Istmo (VCI) con una longitud total de vías de 1,565 km, Ferrosur cuenta con derecho de paso en 206 km por el ferrocarril del Istmo de Tehuantepec así como con la concesión en el ferrocarril de Oaxaca y en el de Puebla.

Actualmente Ferrosur opera una red de más de 2,000 km de vía, a través de los cuales interconecta hacia el Norte y Occidente del país con Kansas City Southern México (KCSM) y con Ferrocarril Mexicano (FERROMEX), y en los estados de Veracruz y Oaxaca con el Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec (FIT) hacia la península de Yucatán y el estado de Chiapas. Comunica también a la Ciudad de México con los puertos más importantes del sureste mexicano como son Veracruz, Coatzacoalcos y Salina Cruz constituyéndose como el principal aliado de estos puertos para comunicarlos con el resto del país y promover el comercio nacional e internacional. Atiende también importantes centros industriales de producción y consumo en los estados de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Oaxaca, Veracruz y la zona metropolitana del Valle de México. En el **mapa 4** se ven sus principales rutas que son:

México- Veracruz
México- Tehuacán
Veracruz-Coatzacoalcos
México-tula Pachuca.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Mapa 4, rutas operadas por la concesionaria Ferrosur, fuente: www.ferrosur.com.mx/

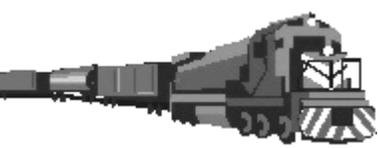
7.3.4 FERROVALLE

Es una empresa de servicios ferroviarios de Terminal, interconexión y servicio multimodales, que proporciona un valor agregado al transporte ferroviario de carga a través de la mejora continua de manera confiable, competitiva y eficiente ya que combina tecnología de comunicaciones, aplicaciones móviles y sistemas de software para ofrecer información vía Web y en tiempo real de la logística de sus trenes. Sus principales servicios son el reordenar el tráfico procedente de los ferrocarriles de conexión tales como Kansas City Southern de México, Ferromex y Ferrosur a través de su principal patio de clasificación ubicado en Valle de México, al norte de la ciudad de México y sur de Tlalnepantla, en las siguientes **fotos 120,121**, se muestra un gran patio con varias líneas férreas para distribuir la carga. Cuenta con una imponente infraestructura, ubicada estratégicamente, la cual se identifica como el corazón del sistema ferroviario mexicano:

- 302 kilómetros de vía principal
- 322 kilómetros de vías secundarias
- 39 kilómetros de vía de industria.
- 161 kilómetros de vías particulares

Principales orígenes y destinos de la carga:

Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Nuevo Laredo, Mexicali, Veracruz y tráfico doméstico



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO



Imagen 126, patio de distribución de la mercancía en los equipos de arrastre, fuente: <http://www.ferrovalle.com.mx/>

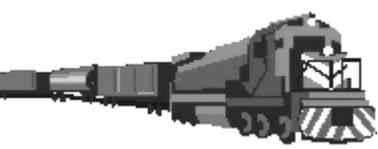


Imagen 127, patio de distribución de la mercancía en los equipos de arrastre, fuente: <http://www.ferrovalle.com.mx/>

8. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE ESTE MODO DE TRANSPORTE

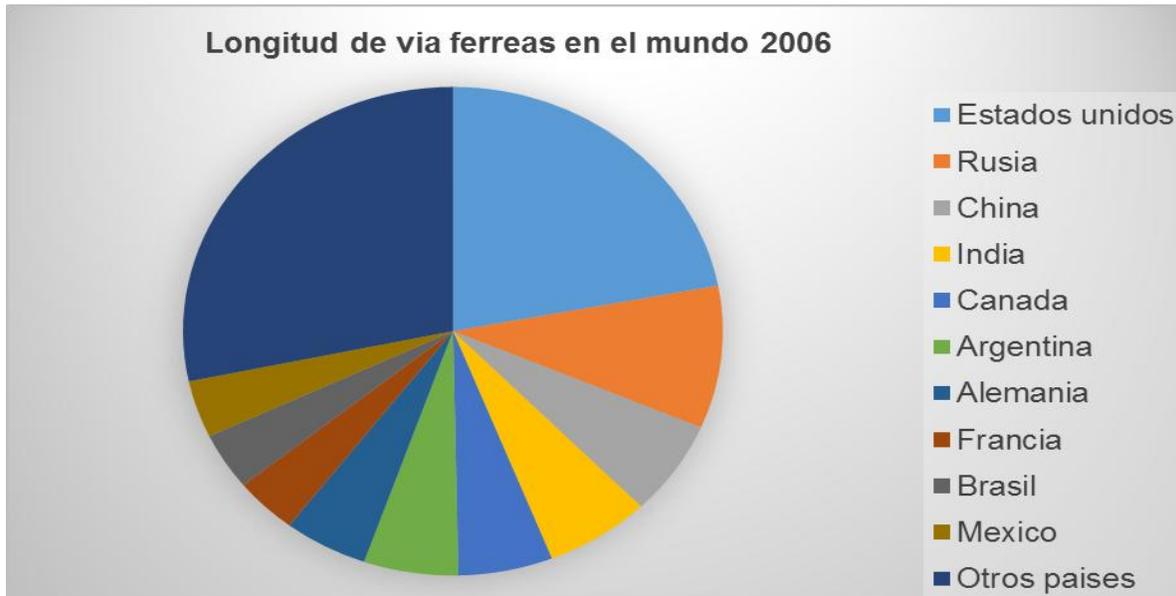
8.1 Comparación del sistema ferroviario en México con otros países

Según estadísticas de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC), correspondiente al año 2006, existen en el mundo poco más de un millón de kilómetros de vías férreas. Entre los cerca de 100 países que cuentan con este medio de transporte, México ocupa en ese contexto el décimo lugar en



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

importancia de la extensión de su red ferroviaria. A continuación se muestra en la siguiente **gráfica 9**.

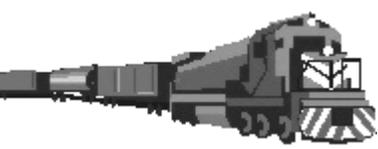


Gráfica 9, posición de México a nivel mundial, con respecto a la longitud de vías férreas, fuente: [unión internacional de ferrocarriles](#)

La cual por esas redes ferroviarias, se mueve un gran número de pasajeros y también se mueve un gran número de carga en el año 2006 fueron alrededor de los 9 billones de toneladas-kilómetros. Y de igual manera México ocupa la décima posición, como se muestra en la siguiente **gráfica 10**, en cuanto a la relevancia del volumen de las mercancías transportadas, muy por debajo de países como Estados Unidos, China, Rusia, India, Canadá, etc.

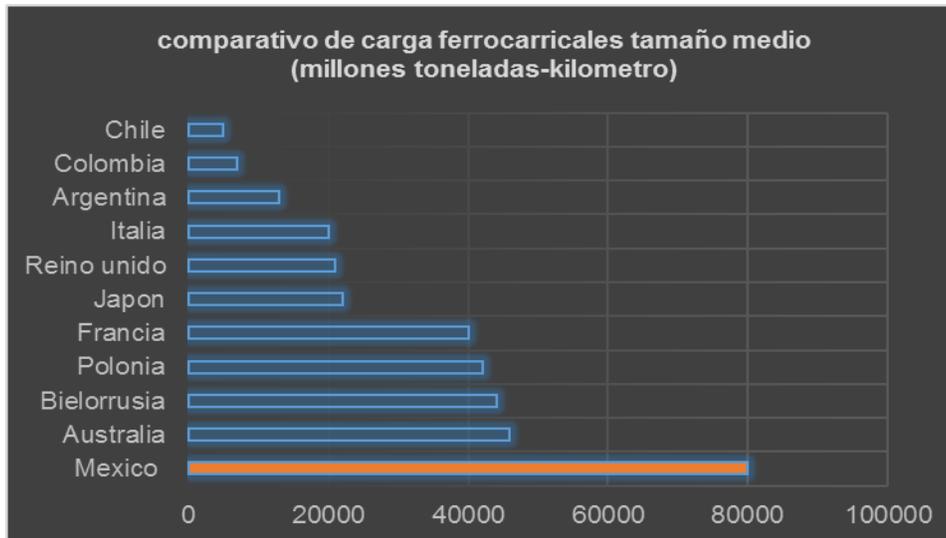


Gráfica 10, posición de México a nivel mundial, con respecto a toneladas-kilómetro de carga transportadas al año, fuente: [unión internacional de ferrocarriles](#)



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Sin embargo medido con ese parámetro, en la **gráfica 11** siguiente muestra que nuestro país transporta más carga por vía férrea que Australia, Polonia, Francia, Japón, Reino unido, Italia, Argentina, Colombia y Chile.



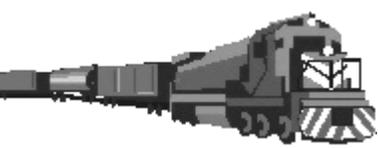
Gráfica 10, posición de México con los países que utilizan con menor frecuencia este modo de transporte, con respecto a toneladas-kilómetro de carga transportadas al año, fuente: [unión internacional de ferrocarriles](#)

8.2 Planeación estratégica para la solución del transporte ferroviario

Planeación estratégica se define como un proceso de carácter directivo de reflexión y análisis a través del cual identifica un propósito y guía el establecimiento de los objetivos.

Hoy en día las empresas privadas que operan el ferrocarril buscan dar un impulso renovado a su dinámica de crecimiento, para atender con mayor seguridad y eficiencia los mercados nacionales y proyectar el comercio de nuestro país hacia el exterior en condiciones más favorables de competitividad. Por lo cual sus estrategias para la solución son las siguientes:

- Adquirir un importante número de locomotoras de gran capacidad de arrastre y modernizar los equipos.
- Aumentar la flota existente y sustituir algunas unidades.
- Adquisición de nuevas unidades como en el arrendamiento de equipo especializado, principalmente el destinado a los servicios de transporte intermodal.
- Habilitar los talleres de reparación de equipos.
- Realizar inversiones para ampliar y modernizar sus instalaciones para mantenimiento y reparación de locomotoras y carros.
- Promover los acuerdos y establecer las condiciones y contraprestaciones que Permitan utilizar los derechos de paso y de



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

arrastre, servicios de interconexión y de terminal, en términos que permitan prestar servicios continuos y sin costuras.

- Aplicar medidas operativas que agilicen el tráfico ferroviario y reducir el tiempo de ocupación de los cruces a nivel en las ciudades.
- Ampliar la cobertura de los servicios del Sistema Ferroviario Mexicano, y fortalecer y consolidar su integración con los demás modos de transporte, entre otros.

8.3 Metas y estrategias en el sistema ferroviario mexicano.

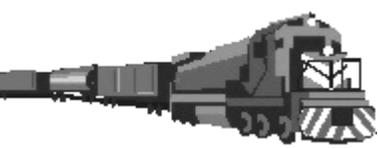
1. **Desarrollar nuevos proyectos de ampliación y construcción** de infraestructura ferroviaria, acortamientos de ruta, libramientos, la ampliación de patios en puertos y fronteras, así como el acortamiento de vía Encarnación-El Castillo y los libramientos de Manzanillo, Matamoros, Córdova, Culiacán, Ciudad Juárez, Tepic, Celaya y Monterrey.
2. **Ampliar el sistema ferroviario** promoviendo la sustitución de la estructura radial por una estructura de red que mejore su conectividad.
3. **Impulsar el desarrollo de trenes suburbanos** de pasajeros que reduzcan de manera significativa el tiempo de traslado de las personas entre sus hogares y sus centros de trabajo y estudio.
4. **Desarrollar corredores multimodales** para hacer más eficiente el transporte de mercancías, dando especial atención a los corredores que unen a los puertos del Pacífico con los del Atlántico y con las fronteras.

CONCLUSIONES

Remontando la historia del ferrocarril en México, su importancia en la época de la revolución, conociendo su desarrollo a lo largo de los años, planteando su situación actual y su perspectiva hacia el futuro mediático, se puede referir que el Sistema Ferroviario Mexicano no se encuentra en el abandono, ni en una condición de inoperabilidad, sino más bien, demuestra estar en un repunte económico con un crecimiento paulatino y en plena recuperación ante el rezago productivo de muchos años.

Con este trabajo de investigación se muestra que el sistema ferroviario es de suma importancia como medio de transporte de carga, reportando claramente lo que representa éste como infraestructura de un país. De tal modo crear conciencia a través del conocimiento del ferrocarril y de su situación actual se observa la importancia que puede tener éste en el país.

En México existe una necesidad de continuar con la modernización de sus ferrocarriles, es infraestructura estratégica; tanto como elemento indispensable para la integración de la actividad económica interna, como para la vinculación de la económica internacional.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

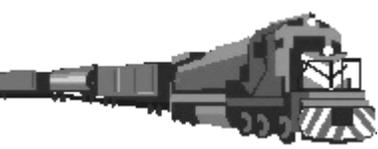
Indirectamente los ferrocarriles están relacionados como elemento decisivo en la competitividad de los productos, en la productividad de un país y así está directamente y estrechamente ligado a la economía del mismo. Se sabe que es primordial para participar en un esquema global contar con las vías de comunicación e infraestructura que permitan los flujos de las materias primas y la subsiguiente distribución de los productos intermedios y terminados de modo económico.

Dada la falta de recursos para la adecuada rehabilitación y el mantenimiento de la infraestructura de vías a lo largo de varias décadas, la situación del ferrocarril se veía en decadencia. Sin embargo, después del concesionamiento, y las labores de modernización implementadas por parte de los concesionarios ferroviarios, hoy se sabe que el SFM (sistema ferroviario mexicano) y los ferrocarriles nacionales cuentan con otra perspectiva, mucho más favorable a su crecimiento.

Así también se conoce que hoy la problemática operativa del ferrocarril para alcanzar su objetivo como principal medio de transporte de carga terrestre, reside en no lograr interlinear el tráfico entre los operadores ferroviarios y una necesidad de modernización para adaptarse a las actuales condiciones de competitividad en la economía mundial.

Hoy se necesita que el ferrocarril se conozca, que tenga más participación con los corredores intermodales debido a que indirectamente es una solución al sistema carretero que se ve afectado por la voraz y desregulada participación del autotransporte de carga. Situación que se dio desde la liberalización del autotransporte y el decaimiento del ferrocarril, sin embargo con las condiciones actuales del ferrocarril se sabe que con la adecuada utilización y fomento de este importante medio de transporte, se lograría una infraestructura más sana en México.

El ferrocarril en México actualmente presenta un repunte económico, estrechamente ligado al crecimiento del país, sin embargo existen condiciones que podrían propiciar el mayor crecimiento de este importante medio de transporte ya que se prevé una nueva ley reglamentaria al servicio ferroviario donde esta busca una oportunidad para nuevos inversionistas, competitividad para México, mejores enlaces y más eficientes del centro hacia el norte y del océano pacífico hacia el golfo de México. Esta nueva ley se encuentra actualmente detenida por motivos de que las concesionarias no están a favor, ya que tendrían que compartir la infraestructura en la cual han invertido con otras empresas, por lo cual pasaría a entorpecer los trenes largos y productivos a trenes cortos e incompetentes.



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Este trabajo expone su situación actual, documenta e informa su historia, su problemática y sus perspectivas, que pueden ser objeto a futuro de nuevos análisis e investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Ferrocarriles

Francisco M. Tognio

Representaciones y servicios de ingeniería, S.A México

Renacimiento de los ferrocarriles mexicanos de carga

Francisco Javier Gorostiza

AMF (asociación mexicana de ferrocarriles, A.C.)

Apuntes de análisis de los sistemas de transporte

Lic. Emilio Sacristán Roy

Apuntes de temas selectos de ferrocarriles

Ing. Alejandro Álvarez Reyes Retana.

Tesis Incorporación No 8727 – 15. A la Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela de Ingeniería Civil.

TEMA: analizar el proceso constructivo del libramiento ferroviario de tehuantepec, oaxaca del km 7 + 400 al 10 + 000 y del 12 + 600 al 15 + 019 de la via federal matias romero – salina cruz.

CONFERENCIAS

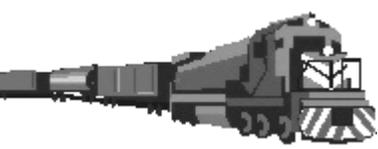
Historia del tren de pasajeros en México

Mtra. Teresa Márquez

Conferencia magistral Kansas city southern de México

Dr. José G. Zozaya Delano

Conferencia magistral FERROMEX



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO

Ing. Lorenzo Reyes Retana

Conferencia terminales ferroviarias (FERROVALLE)

Erich Wetzel

Mesa redonda tecnología de trenes interurbanos

Alstom, Bombardier, CAF, Siemens

CONSULTA ELECTRÓNICA

<http://www.ferromex.com.mx/servi/flota.html>

http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGTfM/Anuarios_DGTfM/Anuarios_pdf/Anuario_2004.pdf



SISTEMA FERROVIARIO EN MÉXICO