

## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

# ESQUEMA DE PLANEACION DE NUEVAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
PRESENTAN:
JOSE LUIS AYALA HERNANDEZ
OMAR PLATA MANCILLA



MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON FALLA DE CRIGEN





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.



#### FACULTAD DE INGENIERIA DIRECCION 60-1-083/95

Señores
JOSE LUIS AYALA HERNANDEZ
OMAR PLATA MANCILLA
Presente.

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

#### "ESQUEMA DE PLANEACION DE NUEVAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA"

- I. ANTECEDENTES DEL FERROCARRIL EN MEXICO
- II. EL FERROCARRIL Y EL AUTOTRANSPORTE
- III. TRAFICO FERROVIARIO EN LAS LINEAS
- IV. PROYECCION DEL TRAFICO FERROVIARIO DE CARGA
- V. ANALISIS DE CAPACIDAD E IDENTIFICACION DE PROYECTOS DE INVERSION EN NUEVAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
- VI. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y COSTOS DE INVERSION DE LOS PROYECTOS
- VII. EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA DE LOS PROYECTOS
- VIII. CONCLUSIONES

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

Asimismo les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberán prestar servicio social durante un tiempo mínimo de scis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria, a 29 de agosto de 1995.

**EL DIRECTOR** 

ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP\*nli

Agradecemos profundamente a :	
Nuestros padres y hermanos.	
La Universidad Nacional Autónoma de Méxic	<b>0.</b>
La Facultad de Ingeni	ería en particular
	Nuestros sinceros amigos.
Todo su apoyo incondicional para la realización de nuestros estu	ıdios.

#### CONTENIDO

CAPÍTULO I.	
Antecedentes del ferrocarril en México	1
I.1. Reseña histórica del ferrocarril en México	2
1.2. Nacionalización de los ferrocarriles	8
I.3. Los ferrocarriles en la Revolución Mexicana	9
I.4. Expropiación de los ferrocarriles	11
I.5. Los ferrocarriles en la Segunda Guerra Mundial	11
I.6. Reconstrucción de Ferrocarriles Nacionales de México	12
CAPÍTULO II.	
El ferrocarril y el autotransporte.	17
II.1. Aspectos generales del ferrocarril	18
II.2. Ventajas y desventajas del ferrocarril	22
II.3. Aspectos generales del autotransporte	24
II.4. Ventajas y desventajas del autotransporte	28
II.5. Análisis comparativo del sistema de transporte terrestre	29
II.6. Avances recientes en la tecnologia de Ferrocarriles Nacion	aales de 20

## CAPÍTULO III.

Tráfico ferroviario en las lineas	31
III.1. Situación actual del tráfico ferroviario	32
III.2. Aspectos importantes del tráfico ferroviario	35
III.3. Factores que influyen en la estimación del tráfico ferroviario	36
III.4. Breve descripción de algunos métodos para la estimación del tráfico	
ferroviario	37
III.5. Teoria relativa a las tarifas ferroviarias	41
III.6. Principios económicos para la determinación del precio de las tarifas	
ferroviarias	42
III.7. Clasificación de las tarifas ferroviarias	44
III.8. Principios básicos en materia de tarifas	46
III.9. Políticas comerciales para el mejoramiento del tráfico de carga en FNM	47
CAPÍTULO IV.	
Proyección del tráfico de carga	48
IV.1. Evaluación del tráfico de carga en los últimos años	49
IV.2. Distribución del volumen transportado por tipo de productos en 1994	50
IV.3. Proyección futura del tráfico ferroviario de carga	54
CAPÍTULO V.	
Análisis de capacidad e identificación de proyectos de inversión en nuevas obras de	
infraestructura	57
V.1. Capacidad de vías	. 58
V.2. Características generales de los sistemas de control de tráfico de trenes	58

V.3. /	Modelos matemáticos para la determinación de la capacidad de las vías	60
V.4. /	dentificación de los proyectos de inversión ferroviaria	61
,		
CAPÍTULO VI	· •	
Características	s geométricas y costos de inversión de los proyectos	67
VI.1.	Características geométricas de los tramos con capacidad insuficiente	68
VI.2.	Costos de inversión de los proyectos para el incremento de capacidad	73
VI.3.	Costos de operación del equipo ferroviario	77
	VI.3.1. Costos de amortización del equipo tractivo y de arrastre	77
	VI.3.2. Costos de consumo de combustible y lubricantes	78
•	VI.3.3. Costos de reparaciones adicionales al equipo	80
	VI.3.4. Costos de tripulación	81
	VI.3.5. Costos de conservación de vía y de equipo tanto tractivo como	
	de arrastre	82
CAPÍTULO VI	II.	
Evaluación eco	onómica y financiera de los proyectos	85
VII.1,	Evaluación económica y financiera	86
VII.2.	Evaluación económica y financiera de tramo Aguascalientes - Felipe	
	Pescador	91
VII.3.	Evaluación económica y financiera de tramo Calles - Monterrey	93
VII.4.	Evaluación económica y financiera de tramo Toluca - Acámbaro	95
VII.5.	Evaluación económica y financiera de tramo Barroterán - Piedras	
	Negras	97
VII.6.	Evaluación económica y financiera de tramo Esperanza - Córdoba	99

## CAPÍTULO VIII.

Conclusiones	106
VIII.1. Conclusiones y comentarios	107
Bibliografía	110

## CAPÍTULO I.

Antecedentes del ferrocarril en México

#### I.1. Reseña histórica del ferrocarril en México.

Por decreto del Gral. Anastacio Bustamante, el 22 de agosto de 1837 se le otorgó a Francisco de Arrillaga el privilegio exclusivo para establecer un camino de hierro desde Veracruz hasta la Capital de la República. Este decreto establecía un plazo de 12 años para concluir la construcción. Al no haberse hecho ninguna obra dentro de este lapso, la concesión se declaró sin validez alguna, sin embargo, quedó como una constancia del primer intento para establecer una línea férrea en México.

Se tenía un gran interés para construir una vía entre Veracruz y la capital, por lo cual, el 31 de mayo de 1842 por decreto del presidente Antonio López de Santa Anna, se impulsó la construcción de un ferrocarril desde Veracruz hasta el río San Juan; el desarrollo de esta obra fue muy lento ya que solamente se construyeron 7 kilómetros en 7 años. En 1848 se reanudaron los trabajos rumbo al río de San Juan, y para 1850 se habían construido 13 kilómetros hasta El Molino.

Once días antes de abandonar el poder, López de Santa Anna decretó una nueva concesión a los hermanos Mosso para construir un ferrocarril de San Juan, Veracruz, al puerto de Acapulco pasando por la Capital. Esta obra se empezó a construir desde la Capital hasta Veracruz en 1856, y el 4 de Julio de 1857 se inauguró el tramo de Tlatelolco a Villa de Guadalupe. Poco tiempo después se suspendió la obra y se vendió la concesión al Sr. Antonio Escandón, al mismo tiempo que éste compraba al gobierno el tramo de Veracruz al río de San Juan.

El 5 de abril de 1861, el presidente Benito Juárez otorgó al Sr. Escandón una nueva concesión de Veracruz al Pacífico con un ramal a Puebla; tiempo después, el 19 de agosto de 1864 el Sr. Escandón traspasó esta concesión a la Compañía Imperial Mexicana.

En junio de 1867 se habían construido 76 kilómetros hasta Paso del Macho, en Veracruz, y el tramo de la Villa de Guadalupe se había prolongado hasta Apizaco. El 16 de septiembre de 1869, el presidente Juárez inauguró el tramo de México-Apizaco con una longitud de 139 kilómetros y el ramal de Apizaco-Puebla de 47 kilómetros.

En 1870 se abrió al público el tramo Paso del Macho-Atoyac, el cual tenía una distancia de 10 kilómetros, y posteriormente, en diciembre de 1871 se abrió el tramo Atoyac-Fortín que contaba con 28 kilómetros.

En 1872, tras haber resuelto favorablemente algunos accidentes topográficos del camino, el 5 de septiembre se abrió el tramo Veracruz-Orizaba, y el 20 de diciembre del mismo año, se le informó al gobierno que habían quedado unidos los rieles en las Cumbres de Maltrata, y en consecuencia, la vía de 471 kilómetros entre México y Veracruz había quedado lista para ser utilizada.

Después de la inauguración del Ferrocarril México (México-Veracruz), se hizo patente el interés de diversos grupos nacionales y extranjeros para la construcción de nuevas líneas ferroviarias, los que presentaron al gobierno del presidente Lerdo de Tejada sus proyectos para diferentes rutas en varias zonas del país, entre los cuales, llamó la atención la construcción de la línea interoceánica entre el Golfo de México y el Océano Pacífico, a través del Istmo de Tehuantepec.

La primera concesión se otorgó el 1º de marzo de 1842 a José de Garay, la cual caducó sin que se hubiera colocado un solo riel.

Otra concesión fue otorgada a Don Ramón Zangronis el 24 de diciembre de 1864, en ella se contemplaba la construcción de una línea férrea de vía ancha entre el puerto de Veracruz y la ciudad de Jalapa. La obra comenzó inmediatamente, sin embargo, en mayo de 1873 se declaró caduco el contrato, y por decreto del presidente Lerdo de Tejada, en marzo

de 1874 se autorizó el traspaso de los tramos ya construidos al Ferrocarril México; este tramo de 112 kilómetros de extensión, fue inaugurado el 17 de junio de 1875.

Durante el gobierno del presidente Lerdo de Tejada se promovió la construcción de vías férreas para lograr la comunicación interna del país, autorizando los contratos para la construcción de rutas con cierta importancia, tales como: Mérida-Progreso, México-Toluca con un ramal a Cuautitlán, Puebla-Matamoros y México-León.

En 1876 el país contaba con 631 kilómetros de vías férreas, constituidos por el Ferrocarril Mexicano (México-Veracruz) con 471 kilómetros, el tramo Veracruz-Medellín con 15 kilómetros, el tramo Mérida-Progreso con 16 kilómetros, el tramo México-Cuantitlán con 17 kilómetros y el tramo Veracruz-Jalapa con 112 kilómetros.

A finales de 1876, se registró el primer acuerdo del gobierno porfirista en materia de ferrocarriles, y fue la aprobación del proyecto presentado por el Ing. Mariano Téllez Pizarro para la construcción de una línea ferroviaria entre Tehuacán y la estación de Esperanza del Ferrocarril Mexicano. Se inauguraron 51 kilómetros de vía angosta (0.914 m) el 24 de diciembre de 1879.

Se autorizaron concesiones para muchas líneas, que en su mayoría no surtieron efecto y fueron declaradas caducas al no realizarse ningún trabajo. Sin embargo, algunos tramos construidos fueron el inicio de rutas que, tiempo después, formarían parte de las líneas que ahora integran el Sistema Ferroviario Nacional.

En 1877 se autorizó continuar la construcción del Ferrocarril México-Toluca con un ramal a Cuautitlán; así mismo se autorizó la construcción de la línea Celaya-León con un ramal a Guanajuato.

En 1878 se firmó un contrato para la construcción del Ferrocarril de Morelos (México-Cuautla); así mismo, se autorizó la construcción del tramo Mérida-Peto con un

ramal a Tekax, y el tramo Mérida-Campeche. En 1879 se autorizó la construcción del Ferrocarril de Hidalgo (Ometusco-Pachuca).

En 1880 se otorgaron las dos primeras concesiones a empresas constructoras norteamericanas, la primera el 8 de septiembre al Ferrocarril Central Mexicano fundada en Boston, Mass., para construir una línea de vía ancha entre México y Paso del Norte (hoy Cd. Juárez) pasando por las ciudades de Querétaro, Celaya, Salamanca, Irapuato, Silao, León, Aguascalientes, Zacatecas y Chihuahua, con ramales de Silao a Guanajuato y otro que llegaría a Guadalajara. La segunda concesión se otorgó el 13 de septiembre a la Compañía Constructora Nacional fundada en Denver, Col., para la construcción de dos líneas de vía angosta; la primera de México a Manzanillo pasando por Toluca, Maravatío, Acámbaro, Morelia, Zamora y La Piedad; y la segunda que uniría a la Cd. de México con Nuevo Laredo y Tamaulipas.

Así nacieron las dos grandes rutas que se consideraron como la columna vertebral del Sistema Ferroviario Nacional. La construcción de ambas líneas se inició de immediato y continuó ininterrumpidamente durante el período presidencial del Gral. Manual González (1880-1884), en dicho período se otorgaron cerca de treinta concesiones para nuevas rutas, aunque la mayoría de ellas no tuvieron efecto alguno.

De 1880 a 1884 los contratos que tuvieron éxito fueron: El Ferrocarril Internacional Mexicano que comunicaba a Ciudad Porfirio Díaz (hoy Piedras Negras) con Torreón y Durango; y El Ferrocarril de Morelos que comunicaba a los Reyes con Cuautla de vía angosta, el cual fue inaugurado el 18 de julio de 1881.

El 16 de septiembre de 1882 se inauguró el Ferrocarril Puebla-San Martín Texmelucan, con una extensión de 37 kilómetros y construido por cuenta del gobierno federal; en 1886 fue traspasado al Ferrocarril Interoceánico, con el cual completó su ruta México-Puebla.

Entre 1884 y 1904 se habían construido en el país 10,631 kilómetros de vías, que sumados a los 5,891 que ya se tenían, hacían un total de 16,522 kilómetros.

En 1899 se expidió la primera Ley General de Ferrocarriles, la cual abarcaba debidamente todos los aspectos que tenían en aquel tiempo la construcción y explotación de Ferrocarriles; esta ley era completa y minuciosa, en la cual que se buscaba el predominio de los intereses nacionales sobre los privados.

Esta ley regulaba a los grandes consorcios norteamericanos, que desde principios de siglo habían obtenido el control financiero del Ferrocarril Central y del Ferrocarril Nacional, cuyo proceso de crecimiento y expansión fue vertiginoso, gracias al control que se originó, principalmente por la compra de acciones de líneas ya construidas, el establecimiento de nuevas rutas y la obtención del traspaso de concesiones en vigor.

La concentración del capital extranjero principalmente norteamericano, tuvo como consecuencia una reacción de defensa en las compañías nacionales, debido a que los esfuerzos de los grandes consoreios extranjeros para controlar la red ferroviaria mexicana, hicieron pensar al gobierno en la necesidad de disminuir la tendencia monopolista absorbente de dichas empresas extranjeras, las cuales amenazaban los intereses del país y principalmente los de inversionistas nacionales.

Por esta razón, en 1908 fue creada definitivamente la empresa Ferrocarriles Nacionales de México, que al fusionarse en una sola empresa bajo el control del gobierno, se unieron el Ferrocarril Central Mexicano y el Ferrocarril Nacional de México, cuya expansión y desarrollo fue notable.

Así que para 1910, los ferrocarriles de jurisdicción federal construidos alcanzaban una extensión de 14,789 kilómetros de vía ancha y 4,311 de vía angosta, que sumaban 19,100 kilómetros hasta entonces.

La empresa de Ferrocarriles Nacionales de México se integró entonces, de la siguiente manera:

- Ferrocarril Central Mexicano:	
Troncal México-Cd. Juárez	. 1,937 kilómetros
Monterrey-Tampico	. 591 kilómetros
México-Balsas	. 292 kilómetros
Irapuato-Guadalajara	. 259 kilómetros
Chicalote-Tampico	. 670 kilómetros
Guadalajara-Ameca	. 89 kilómetros
Guadalajara-Manzanillo	. 355 kilómetros
Buenavista-Santiago	. 2 kilómetros
Silao-Marfil	. 18 kilómetros
La Vega-San Marcos	. 40 kilómetros
De la compañía metalúrgica- Sn. Luis Potosí	. 8 kilómetros
Yurécuaro-Los Reyes	. 137 kilómetros
Tula-Pachuca	. 70 kilómetros
	4,478 kilómetros
- Ferrocarril Nacional de México:	
Troncal México-Nuevo Laredo	. 1,274 kilómetros
Monterrey-Matamoros	
Acámbaro-Uruapan	
Ferrocarril de Circunvalación	
México-Acámbaro	. 280 kilómetros
	2,203 kilómetros

La suma de ambos ferrocarriles fue de 6,681 kilómetros de vía férrea.

Sin embargo, como existían otros ferrocarriles que estaban controlados por el Ferrocarril Central y el Nacional, tales como el Interoceánico, el Internacional, el de Hidalgo, el de Coahuila y el Mexicano del Pacífico, la red de la nueva empresa se extendía de hecho hasta 11,500 kilómetros, de los cuales, 9,400 kilómetros eran de vía ancha y 2,100 de vía angosta.

Posteriormente, se incorporó a la nueva empresa el Ferrocarril de Veracruz al Istmo (Córdoba-Jesús Carranza y Veracruz-Tierra Blanca), y se adquirió el control del Ferrocarril Panamericano (Ixtepec-Tapachula) y del Mexicano del Sur (Puebla-Tehuacán-Oaxaca).

Como el gobierno federal tenía el 51% de las acciones de Ferrocarriles Nacionales de México, tuvo la facultad de designar a los miembros de la junta directiva, la cual designó al primer presidente ejecutivo de la nueva compañía, el Sr. E. N. Brown.

I.2. Nacionalización de los ferrocarriles.

La nacionalización de los ferrocarriles se realizó en tres etapas:

La primera etapa comenzó en 1909, cuando el personal que manejaba el movimiento ferroviario estaba formado en su totalidad por norteamericanos. Por instrucciones del gobierno, la empresa había creado el puesto de aprendices de despachadores, que ocuparon telegrafistas mexicanos para ir conociendo el sistema por el que se manejaba el movimiento de los trenes. Los norteamericanos disgustados y dispuestos a poner fin a una situación para ellos inconveniente por la creación de dichos puestos, habían venido recurriendo a todas la maniobras imaginables para eliminarlos a como diera lugar, y el esfuerzo máximo de agresividad fue el emplazamiento a huelga para estallar el 17 de julio de 1909, exigiendo la supresión de los copiadores, que en realidad eran aprendices de despachadores.

La segunda etapa se presentó cuando los maquinistas y conductores extranjeros declararon la huelga por negarles el uso del idioma inglés en las ordenes de tren, en la correspondencia oficial y en otros documentos; la Junta Patriótica Nacional Ferrocarrilera y la Unión de Conductores, Maquinistas, Garroteros y Fogoneros, con el apoyo del gobierno federal, contrarrestaron la injusta luelga, reemplazando a los operarios extranjeros de los trenes, incluyendo superintendentes, jefes de trenes, instructores de maquinistas, mecánicos y mayordomos. Estos hechos culminaron el 17 de abril de 1912.

La tercera etapa tuvo lugar el 14 de abril de 1914 con el desembarco de tropas norteamericanas en Veracruz, provocando la salida del país a 41 funcionarios y jefes extranjeros que todavía trabajaban en la compañía, los que inmediatamente fueron sustituidos por personal mexicano.

#### 1.3. Los ferrocarriles en la Revolución Mexicana.

La contienda armada que inició en 1910, tuvo grandes repercusiones sobre Ferrocarriles Nacionales de México y en otros ferrocarriles del país. De este medio de transporte dependió mucho la victoria de las luchas revolucionarias. El ejército del noroeste, al mando del Gral. Álvaro Obregón, siguió la ruta del Ferrocarril Sud-Pacífico que bordea la costa occidental de la República Mexicana. Las fuerzas del Gral. Francisco Villa siguieron la ruta del Ferrocarril de Cd. Juárez acabando con la resistencia federal en Zacatecas. El Gral. Pablo González llegó a la Cd. de México siguiendo la ruta del Ferrocarril de Nuevo Laredo.

Los ferrocarriles eran utilizados tanto por los ejércitos revolucionarios, como por las fuerzas federales del gobierno. Era frecuente observar que una vez tomada alguna plaza, el equipo era utilizado por el ejército vencedor, inclusive obligando a las tripulaciones a servir a quienes habían salido victoriosos.

Esta situación originó que para impedir el paso de equipo o de contingentes militares, uno de los ejércitos dinamitaran los convoyes y destruyeran vías, puentes, locomotoras y demás instalaciones. Para impedir la persecución del enemigo se dinamitaban las vías con locomotoras "locas". De esta manera, los ferrocarriles fueron los más dañados de los bienes nacionales, porque venían a ser un implemento que todos querían destruir en su lucha en contra de los grupos enemigos.

Destrucción de trenes y vías, estaciones incendiadas y saqueadas, trenes asaltados, locomotoras y puentes dinamitados, y en general el gran daño que sufrió el material rodante, así como la ausencia del flete y de pasajeros, y por consiguiente la desaparición de los ingresos, fueron el panorama del servicio nacional ferroviario, hasta que en 1914 Venustiano Carranza controló la situación en la Ciudad de México, dictando un acuerdo para que los ferrocarriles fueran controlados por el gobierno.

Al consolidarse el gobierno de Carranza, y restablecerse la paz en el territorio nacional, empezó a normalizarse la situación de los ferrocarriles, aumentando sensiblemente los ingresos e iniciándose la reconstrucción de vías y edificios, así como la renovación del equipo. La deuda de las líneas nacionales había crecido en forma vertiginosa, pues no se habían cubierto intereses ni dividendos, en 1919 la empresa debía aproximadamente 94 millones de dólares, lo que hizo pensar al gobierno en devolver los bienes a la compañía propietaria, pero conservando la mayoría y el control sobre ella.

Para ello era necesario reconstruir totalmente las vías, por lo que el gobierno del presidente Venustiano Carranza, se dió a la tarea de reparar todos los daños que sufrió Ferrocarriles Nacionales de México provocados por la lucha armada.

#### 1.4. Expropiación de los ferrocarriles.

El 23 de junio de 1937, el presidente Lázaro Cárdenas dictó un acuerdo, en el cual se daba por hecho la expropiación de Ferrocarriles Nacionales de México; dos días después, expidió un decreto en el cual se creó el Departamento Autónomo de Ferrocarriles y al mismo tiempo se creó la empresa Líneas Férreas de México, que se encargaría de la construcción de algunas líneas que complementarían la red ferroviaria nacional.

El 1º de mayo de 1938, se expidió una nueva ley que creó la Administración Obrera de Ferrocarriles de México, quedando la responsabilidad y dirección de esa empresa en manos de los obreros ferrocarrileros.

Una de las primeras acciones que realizó el gobierno de Gral. Manuel Ávila Camacho, fue derogar el decreto que creó la Administración Obrera, y en 1942 se publicó la ley que creó Ferrocarriles Nacionales de México como empresa gubernamental, mismo año en que se empezó a pagar la deuda ferrocarrilera para cubrir el valor de la empresa expropiada.

En 1948, durante el gobierno del presidente Miguel Alemán, se expidió la Ley Orgánica de Ferrocarriles Nacionales de México, otorgándole personalidad jurídica como una empresa descentralizada del gobierno federal, constituyendo un organismo de servicio público sin fines de lucro.

#### 1.5. Los ferrocarriles en la Segunda Guerra Mundial.

En 1942, México intervino en la guerra en contra de la potencias del eje nazifascista, la cual tuvo gran influencia en la mala situación de Ferrocarriles Nacionales de México. El estado físico de las instalaciones padecían de muchas deficiencias, sin embargo, se tenía que seguir prestando el servicio dependiendo de las necesidades del país. Al unirse México a las

fuerzas del occidente, se vió en la necesidad de colaborar en el transporte de enormes volúmenes de materias primas y materiales estratégicos, que nuestro país y los de Centro y Sudamérica enviaban por territorio mexicano hacia los Estados Unidos, en virtud de que los movimientos de carga por el Canal de Panamá fueron suspendidos, al igual que los realizados por el Océano Pacífico; fueron las líneas ferroviarias mexicanas las que tuvieron que hacer un esfuerzo que rebasaba en mucho su capacidad instalada.

En ese mismo año, el gobierno de los Estados Unidos junto con el gobierno mexicano, propusieron establecer en nuestro país un organismo denominado Misión Norteamericana de Ferrocarriles, cuyo objetivo era el de colaborar con Ferrocarriles Nacionales de México para el mejoramiento de la vías que servían de enlace entre la frontera sur de México y la de los Estados Unidos. La ayuda norteamericana consistió en el reforzamiento de puentes, cambio de durmientes y balastado en varios tramos. El interés del gobierno norteamericano era muy claro, le urgía que los ferrocarriles mexicanos pudieran transportar las materias primas y materiales estratégicos que necesitaba principalmente su industria militar.

Al término de la guerra (finales de 1945 y principios de 1946), las condiciones de las instalaciones y equipo de Ferrocarriles Nacionales de México eran críticas, debido la vejez que ya padecía y al desgaste sufrido durante la guerra; sin embargo, las crecientes necesidades de la agricultura e industria nacional cuyo crecimiento se iniciaba en forma impetuosa y exigía un servicio de transporte eficiente y rápido, no sólo agravó la situación, sino que la puso al borde del colapso.

#### I.6. Reconstrucción de Ferrocarriles Nacionales de México.

En 1947, bajo el gobierno del Lic. Miguel Alemán Valdés, la administración de Ferrocarriles Nacionales de México elaboró un programa de adiciones y mejoras para iniciar la completa rehabilitación del sistema ferroviario, el cual abarcaría un período de cinco años

(Plan Alemán de rehabilitación ferroviaria). Este plan contempló la ampliación de tres rutas: México-Veracruz, México-Acámbaro y México-Oaxaca, así como las construcción de las nuevas terminales y estaciones en Chihuahua, Jalapa, Guadalajara y Monterrey.

En el período presidencial del Lic. Adolfo Ruiz Cortines (1952-1958), se reanudaron los trabajos de reconstrucción y rehabilitación de vías, algunos de los principales trabajos desarrollados en este período fueron: la rehabilitación del tramo Irapuato-Aguascalientes y la inauguración de la terminal del Valle de México; así mismo se puso en servicio la terminal de carga de Pantaco, en la Ciudad de México.

En el período presidencial del Lic. Adolfo López Mateos (1958-1964), se puso en servicio la gran estación de ferrocarriles en Buenavista, así como la terminal de carga de Nuevo Laredo y el establecimiento del servicio de autovías a San Luis Potosí. Posteriormente se incorporó el Ferrocarril Mexicano a Ferrocarriles Nacionales de México; así como la inauguración de las estaciones de pasajeros y de carga en las ciudades de Monterrey, Torreón y Ciudad Juárez.

Antes de conchir este período presidencial, se inauguró el ferrocarril Chihuahua al Pacífico y se puso en servicio el tren México-Monterrey (El Regiomontano), así como el servicio directo entre la Ciudad de México y Mérida.

En el período presidencial del Lic. Gustavo Díaz Ordaz (1964-1970) se continuaron los trabajos de rehabilitación y modernización de los Ferrocarriles Nacionales, tales como la inauguración de las estaciones de Zacatecas, Irapuato, Saltillo, Morelia y Tierra Blanca. Además, se iniciaron los trabajos de rectificación, acortamiento y modificación de varias líneas en el sistema, así como la rehabilitación de puentes y la modernización de talleres. También se adquirieron locomotoras diesel, góndolas, furgones, carros de pasajeros y carros dormitorios.

Posteriormente para el período presidencial del Lic. Luis Echeverría (1970-1976), se prosiguió con la rehabilitación de vías, reforzamiento de puentes y cambio de rieles (preferentemente en los troncales de mayor tráfico); así como la rehabilitación de las estaciones de Toluca y Tacuba, y la construcción de las nuevas estaciones de Córdoba y Ciudad Hidalgo.

Durante los dos primeros años de este sexenio se adquirieron 86 locomotoras que fueron insuficientes para una adecuada ampliación de la flota y la sustitución de las unidades que habían llegado al término de su vida económica. Para 1973 se presentaron problemas en la operación del sistema, tales como el congestionamiento de carros en las principales líneas y patios, resultado de la demora en el pedido de refacciones para la reparación de los mismos. Tras esta situación, el presidente Echeverría autorizó la adquisición emergente de locomotoras y se programó la compra de un mayor número de unidades, de acuerdo a las exigencias en el incremento del tráfico.

Simultáneamente a la adquisición de locomotoras se procedió a la compra de carros de carga en número suficiente, tanto para absorber al movimiento de flete como para abatir la permanencia de equipo extranjero sobre las líneas del sistema.

En el período presidencial del Lic. José López Portillo (1976-1982), se publicó un acuerdo sobre ferrocarriles, en el cual se dispone la fusión de las cinco empresas ferroviarias que existían en el país (Ferrocarriles Nacionales de México, el Ferrocarril del Pacífico, Ferrocarriles Unidos del Sudeste, el Ferrocarril Chihuahua al Pacífico y el Ferrocarril Sonora-Baja California), quedando como un solo organismo para unificar su operación administrativa y financiera. Dicho acuerdo dispuso que la dirección del nuevo organismo recaería en la persona que ocupara la Dirección General de Ferrocarriles Nacionales de México.

En materia ferroviaria, se puso en servicio el primer sistema de radio enlace entre Jalapa y Veracruz, así como el servicio del libramiento Jaltocan-Teotihuacán en la ruta

México-Veracruz. Posteriormente, se inauguró la nueva línea Coróndiro-Lázaro Cárdenas con un desarrollo de 200 kilómetros; y además, se enlazó a la Cuidad de México con el Sudeste del país por medio de una extensa Red de Telecomunicaciones.

Se instalaron sistemas de radio-comunicación móvil en los patios del Valle de México, Guadalajara, Monterrey, Jalapa y Veracruz, implantándose igualmente los sistemas para el control de carros en terminales y el control automático de terminales. Durante este sexenio se adquirieron 270 locomotoras y 1,760 unidades de carga; además, se pusieron en servicio carros para pasajeros de primera y segunda clases, y se construyeron nuevas vías secundarias en ampliación de patios y escapes.

En el período presidencial del Lic. Miguel de la Madrid (1982-1988), se dispone la continuación de los trabajos de rehabilitación y modernización de diversas líneas ferroviarias, así como una acción estratégica del Plan Nacional de Desarrollo para impulsar a los ferrocarriles dentro del sistema integral de transporte. En 1983 se dió a conocer un trabajo de modernización del Sistema Ferroviario Nacional, y posteriormente en 1984, el Congreso de la Unión aprobó la nueva Ley Orgánica de Ferrocarriles Nacionales de México, que entraría en vigor hasta 1985.

En noviembre de 1986, se publicó un decreto presidencial en el cual se dispone que solamente una empresa prestaría en lo sucesivo el servicio ferroviario en el país, dicha empresa era Ferrocarriles Nacionales de México, y simultáneamente dispuso la liquidación de las empresas: Ferrocarril del Pacífico, Ferrocarril Chihuahua al Pacífico, Ferrocarril Sonora-Baja California y Servicio de coches, dormitorio y nexos, con el fin de que se incorporaran a Ferrocarriles Nacionales de México, con lo cual se cumpliría la esperada fusión de todas las empresas ferroviarias del país, con el objetivo de unificar el mando administrativo y técnico.

En el período presidencial del Lic. Carlos Salinas de G. (1988-1994), se concluyó la señalización de vías por medio del CTC en los tramos de Irapuato-Guadalajara y de

Benjamín Méndez-San Luis Potosí; además, se preparó el Programa de Cambio Estructural 92-94, con el propósito de lograr un sector ferroviario eficaz, rentable, competitivo y con autosuficiencia financiera para asegurar un desarrollo autónomo y sostenido a largo plazo. Con este plan se logró la participación del sector privado en la actividad ferroviaria y la recuperación de la capacidad del crecimiento de carga en este período, sin embargo, en otros puntos del mismo, no se pudo lograr mucho, ya que para que este programa pudiera funcionar correctamente, se debió tener voluntad política, reformas legales, recursos financieros y nuevos mecanismos de participación.

Para la mejoramiento completo de Ferrocarriles Nacionales de México, se tiene planeado una rehabilitación de puentes, vías y alcantarillas, a través de un vigoroso apoyo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Otro punto importante para dicho mejoramiento, es la rehabilitación del equipo existente y adquisición de equipo nuevo, así como la modernización y modificación de las telecomunicaciones, señalización, electrificación y mejoramiento de métodos administrativos.

## CAPÍTULO II.

El ferrocarril y el autotransporte

#### II.1. Aspectos generales del ferrocarril.

El ferrocarril, por sus características, es el medio de transporte más conveniente para el movimiento masivo y a bajo costo de bienes de gran peso y volumen. Gracias a los avances tecnológicos y de comercialización, este medio puede ofrecer ventajas crecientes en cuanto a rapidez, flexibilidad, oportunidad, seguridad y frecuencia; cualidades altamente competitivas para el movimiento de productos manufacturados de elevada densidad económica y para el traslado de personas.

Como empresa estratégica, Ferrocarriles Nacionales de México tiene como objetivo principal incrementar su participación en la satisfacción de la demanda nacional del transporte de mercancías y personas por vía terrestre, operando de manera coordinada con otros medios.

Actualmente, el sistema ferroviario en muestro país sufre un atraso tecnológico en operación y mantenimiento, con lo cual se tiene la necesidad de analizar y actualizar el marco normativo en el sistema, de tal suerte que responda en forma ágil y eficiente a los actuales requerimientos en materia ferroviaria, con el fin de promover la autonomía financiera del organismo, a la vez que se fortalezca la función de autoridad, eliminando la regulación obsoleta e inadecuada que limite el desarrollo de Ferrocarriles Nacionales de México.

En materia de infraestructura, Ferrocarriles Nacionales de México dispone de un total de 26,477 kilómetros de vía férrea, de los cuales el 77.3% es de vía principal, el 16.8% es de vía secundaria y solamente el 5.8% es vía particular.

#### Longitud de vía férrea

Tipo de vía	Longitud (km.)
Principal	20,477
Secundaria	4,460
Particular Particular Particular	1,540
Total	26,477

Tabla II.1.1

En lo referente al equipo de carga, se tiene un total de 36,222 unidades, de las cuales 26,196 se mantiene disponibles para ser operados y las restantes 10,026 se encuentran en reparación pesada, o ya es equipo en condenación; lo cual nos indica, que el 72.3% del total está en condiciones reales de ser utilizados.

Equipo de carga

Tipo de equipo	Unidades
Furgones	11,649
Góndolas	8,572
Tolvas	2,319
Plataformas	1,717
Tanques	1,553
Jaulas	274
Refrigeradores	110
Racks	2
Equipo de reparación pesada	5,510
Equipo en condenación	4,516
Total	36,222

Tabla II.1.2

Por otro lado, el equipo de pasajeros muestra un notable problema, ya que de las 1,113 unidades con las que cuenta esta empresa, solamente 552 se encuentran en

condiciones de seguir operando, y las restantes 561 se encuentra en reparación pesada, o ya es equipo en condenación; es decir, que solamente el 49.6% es realmente equipo disponible, tomando en cuenta que las condiciones reales de estas unidades no son muy satisfactorias.

Equipo de pasajeros

Tipo de coches	Unidades
Coche Dormitorio	107
Bar y Comedor	31
Primera Especial	73
Primera Clase	51
Segunda Clase	180
Coche Express	97
Coche Correo	11
Autovías	2
Equipo en reparación pesada	259
Equipo en condenación	302
Total	1,113

Tabla II.1.3

En las tablas II.1.1, II.1.2 y II.1.3 se muestra gran parte de la infraestructura existente disponible con la que contaba Ferrocarriles Nacionales de México hasta 1994, teniendo en cuenta que este organismo es la única empresa que ofrece este servicio en nuestro país.

Como referencia del servicio que ofrece Ferrocarriles Nacionales de México, se muestra en las tablas II.1.4 y II.1.5 el tráfico mensual tanto de carga como de pasajeros durante 1994.

El tráfico de carga durante este año presenta cierta regularidad en cada mes, notando un cierto incremento desde enero hasta abril, y una tendencia hacia la baja a partir del mes de agosto, sin ser muy notable esta caída.

Tráfico de carga en 1994

Meses	Toneladas (miles)	Toneladas-km (millones)
Enero	3,867.5	2,702.0
Febrero	4,011.6	2,883.8
Marzo	4,259.3	2,935.3
Abril	4,483.0	3,074.8
Mayo	4,686.2	3,264.1
Junio	4,456.1	3,146.0
Julio	4,651.9	3,424.2
Agosto	4,573.1	3,378.5
Septiembre	4,317.1	3,113.5
Octubre	4,155.0	3,018.3
Noviembre	4,404.7	3,442.9
Diciembre	4,186.4	2,931.0
Total	52,051.9	37,314.4

Tabla II. I.4

### Tráfico de pasajeros en 1994

Meses	Pasajeros (miles)	Pasajeros-km (millones)
Enero	605.5	166.1
Febrero	539.1	133.6
Marzo	654.4	170.8
Abril	669.2	169.5
Mayo	624.3	155.4
Junio	509.9	127.5
Julio	650.2	183.6
Agosto	725.7	188.6
Septiembre	497.0	133,6
Octubre	509.2	133.6
Noviembre	494.7	123.9
Diciembre	710.2	168.8
Total	7,189.4	1,855.1

Tabla II.1.5

Por otro lado, en el tráfico de pasajeros se observa una cierta irregularidad en el transporte de usuarios durante todo el año, ya que aumenta sensiblemente el número en algunos meses, los cuales coinciden con los que son propicios para vacacionar, como se puede observar en la tabla II.1.5.

#### II.2. Ventajas y desventajas del ferrocarril.

Las ventajas que ofrece el sistema ferroviario son las siguientes:

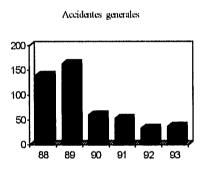
El ferrocarril como sistema de transporte de carga posee cierta ventaja sobre el autotransporte y el avión en el manejo de grandes volúmenes, ya que puede transportar en pocos viajes enormes volúmenes de mercancía. A través de la evolución de este sistema se ha ido incrementando la potencia de operación de las locomotoras, lo que se transforma en el incremento en el número de carros de carga movidos por viaje, con lo cual se tiene un ahorro de tiempo y dinero.

El ferrocarril ofrece ventajas sobre los demás medios de transporte, a excepción del buque, cuando se trata de transportar mercancías de baja densidad económica, tal es el caso de materia prima básica de industria. Este sistema realiza el transporte cobrando tarifas muy bajas, debido a su capacidad de mover grandes volúmenes de mercancía.

Ofrece la facultad de reunir y distribuir grandes volúmenes de mercancía y su movimiento a grandes distancias cobrando tarifas con base decreciente, a medida que aumentan las distancias; actualmente, con el sistema multimodal, se maneja mercancía de mayor valor, con lo cual contribuye a ser eficiente la cadena de transporte.

A excepción del transporte marítimo, que es considerado el más seguro, las estadísticas demuestran que el ferrocarril ofrece máxima seguridad a la vida e intereses de los usuarios. En el caso de Ferrocarriles Nacionales de México, uno de los problemas que

más preocupan es la ocurrencia de aceidentes, los cuales han ido disminuyendo en los últimos años, tal como se aprecia en la figuras II.2. la y II.2. lb. Para tratar de eliminarlos se concentra su atención en diversas iniciativas para aumentar la seguridad, por medio de programas integrados que contemplan acciones dirigidas a dicho propósito. Para reducir fallas del personal humano se han tomado distintas medidas entre las que destaca la capacitación del personal de diferentes especialidades, instruyéndolos en el conocimiento de las normas y reglamentos vigentes en materia de seguridad ferroviaria.





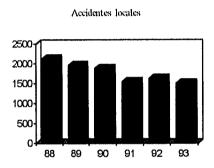


Fig. II.2.1b

En el servicio de pasajeros y tratándose de viajes largos, el ferrocarril ofrece grandes ventajas al usuario debido a las innumerables comodidades que les brinda.

Las desventajas que tiene el sistema ferroviario son las siguientes:

El negocio ferroviario requiere de grandes inversiones que se traducen en vías e instalaciones diversas, terrenos para el derecho de vía, construcción de obras distintas, tales como puentes, túneles, estaciones, talleres, edificios diversos, equipo ferroviario, líneas telefónicas y telegráficas, sistemas de señales y demás instalaciones costosas.

El capital ferroviario es por naturaleza poco flexible, ya que se encuentra immovilizado. Si el negocio fracasa, gran parte de la inversión no se recupera porque está representada en obras fijas como túneles, puentes, edificios y otras instalaciones que no pueden ser trasladadas de un sitio a otro, y estas se pueden abandonar o venderse a bajo precio.

Tratándose del transporte de mercancías de alta densidad económica y artículos perecederos a distancias cortas, el ferrocarril no puede competir con el autotransporte, debido a que los usuarios prefieren un servicio directo de puerta a puerta.

En algunos países como México, el autotransporte resulta ser más rápido que el ferrocarril, debido a la falta de programación de trenes y de vías dobles para transportar rápidamente las mercancías, la carencia de fuerza tractiva adecuada y de vías capaces de soportar convoyes rápidos y pesados, y muchas otras deficiencias técnicas.

Aunado a todo lo anterior, se tienen las características geográficas de un país como México que limita el desarrollo de nuevas líneas, por su excesivo costo para salvar grandes barrancas con puentes y atravesar grandes montes por medio de túneles.

#### II.3. Aspectos generales del autotransporte.

El sistema de autotransporte federal está conformado por todo el movimiento tanto de carga como de pasajeros que se realiza por tierra, sobre el sistema carretero nacional. Su importancia se fundamenta en su alto grado de interrelación con el funcionamiento económico general, proporcionando servicios a todos los sectores productivos. Su facilidad de acceso a los diversos espacios geográficos los hace insustituibles como un instrumento para una eficiente articulación de los proceso de producción, distribución y consumo.

En materia de infraestructura, el autotransporte cuenta con 245,433 kilómetros de carretera, de los cuales, solamente el 20.4% son de tipo principal, el 25.3% son de tipo secundario y el 54.3% son caminos vecinales, locales o rurales.

Longitud de carreteras

Tipo	Longitud	
	(km.)	
Principal	50,013	
Secundaria	62,149	
Caminos vecinales, locales o rurales	133,271	
Total	245,433	

Tabla II.3.1\*

En lo que respecta al autotransporte de carga, se tiene un parque vehicular de 198,273 unidades, de los cuales 109,490 son camiones de 2, 3 y 4 ejes, y 88,783 son tractocamiones de 2 y 3 ejes. Los camiones representan el 55.2% del parque vehicular y los tractocamiones el restante 44.8%, los cuales, movieron el 39.1% y el 60.9% respectivamente del total transportado en 1994.

Por otro lado, el autotransporte de pasajeros cuenta con un parque vehicular de 49,585 unidades, del cual, el 54.1% pertenece solamente al de segunda clase, que transportó a su vez el 59.6% del total transportado en 1994, lo que nos indica de la gran demanda que tiene esta clase en nuestro país, debido principalmente a la mala distribución economía.

<sup>\*</sup>Esta información es la más reciente, y corresponde al año de 1993.

Unidades y volúmenes de carga transportados por clase de vehículo en 1994

Clase de vehículo	No. de unidades	Toneladas	Toneladas-km
		transportadas	transportadas
		(miles)	(millones)
C-2	58,404	60,273	10,849.1
C-3	50,788	78,620	17,689.5
C-4	298	538	134.5
T-2	1,423	2,936	1,174.8
Т-3	87,360	214,120	128,471.6
Total	198,273	356,487	159,319.6

Tabla 11.3.2

Unidades vehiculares de pasaje y turismo por clase de servicio en 1994

Clase	No. de vehículos	Pasajeros	Paskm
		transportados	transportados
		(miles)	(millones)
Primera de lujo	1,290	65,898	10,873.2
Plus	6 <b>7</b> 4	38,256	6,312.3
Primera	11,636	650,452	107,324.6
Segunda	26,827	1'569,916	211,938.7
Mixto	1,393	83,357	7,502.1
Transporte de			
personas en puertos y			
aeropuertos	2,098	18,462	1,015.4
Paquetería	191	- 444	***
Turismo	5,476	209,748	30,993.7
Total	49,585	2'636,089	375,960.1

Tabla II.3.3

En las tablas II.3.2 y II.3.3 se muestra el parque vehicular destinado para el transporte de carga como para el de pasajeros en sus distintas categorías y sus respectivos totales transportados en cada uno de ellos en 1994.

En lo que se refiere a la infraestructura carretera, en el último sexenio se impulsó la modernización, construcción y conservación de la red carretera reduciendo tiempos y costos del transporte de personas y de carga, incrementando la seguridad y consolidando la integración del territorio nacional contribuyendo a la descentralización y reordenamiento económico.

Los objetivos prioritarios es la consolidación de los programas de construcción de la infraestructura del sistema carretero, impulsando la conservación e incremento del patrimonio de este sistema, abatiendo los costos de operación de los vehículos en carreteras y aumentando los niveles de seguridad.

Por otro lado, debido a que el estado de la red carretera incide directamente en los costos de operación de los vehículos, en los tiempos de recorrido y en el comercio de los productos en los mercados nacionales e internacionales, es indispensable resolver el problema de la rehabilitación y mantenimiento de la red federal, reduciendo al mismo tiempo el daño en exceso que producen los vehículos sobrecargados mediante la implantación de un sistema de control moderno y eficiente.

Para la realización de los trabajos de rehabilitación y mantenimiento de la red se utilizarán nuevas tecnologías, como la recuperación de pavimentos, el refuerzo con concreto hidráulico donde convenga técnica y financieramente, así como el uso de productos rejuvenecedores de asfaltos y de productos químicos para la estabilización de bases.

La continuación del plan nacional de autopistas, creado en el sexenio pasado, permitirá avanzar en la integración de los grandes ejes de la red troncal de carreteras a lo largo de los cuales se garantiza una infraestructura homogénea, moderna segura y de mayor capacidad, que ofrezca niveles de servicio adecuados a la velocidad, peso y dimensiones de los vehículos actuales en flujos de elevado volumen, anticipando las nuevas demandas esperadas para los próximos años.

#### II.4. Ventajas y desventajas del autotransporte.

Las ventajas que ofrece el autotransporte son las siguientes:

El autotransporte es un sistema muy flexible y en consecuencia constituye un tipo más individual de servicio que cualquier otro modo de transporte. Este sistema ofrece servicios de puerta a puerta y las mercancías pueden ser recogidas y entregadas en condiciones muy variadas. El autotransporte es un sistema que permite la búsqueda de mievas rutas que resulten productivas sin necesidad de grandes inversiones como en el caso del ferrocarril, que la mayor parte del capital está incapacitado para moverse a otro lugar.

Para el caso del transporte de pasajeros, este sistema es capaz de situarse en cualquier lugar y tiene la ventaja sobre el ferrocarril de no seguir una ruta fija y determinada, eliminando así los retardos en las terminales o transbordos del ferrocarril.

Los servicios del autotransporte pueden establecerse con poco capital y los vehículos pueden ser adquiridos hasta en abonos; la unidad de operación es simplemente el vehículo y no un sistema tan complejo como el ferrocarril, con lo cual el monto del capital es reducido.

Los automotores tienen la ventaja sobre el ferrocarril de poder pararse en cualquier punto de la ruta, con el objeto de recoger o dejar pasaje, pueden correr hasta el centro de las poblaciones, en tanto que el ferrocarril muchas veces tiene sus estaciones un poco distantes.

Las desventajas que tiene el autotransporte son las siguientes:

Es un medio de transporte relativamente inseguro comparado con el ferrocarril, el cual tiene poca capacidad de mover grandes volúmenes de carga o de pasajeros debido a su cupo limitado. No puede transportar con cuotas bajas ni a grandes distancias, sin embargo, resulta muy adecuado para prestar el servicio a cortas distancias, especialmente si se trata de mercancías de alta densidad económica.

El autotransporte tiene una vida económica limitada, por lo que se tiene que amortizar en un tiempo relativamente corto. Los especialistas en materia de transporte señalan que este sistema tiene una vida económica aproximada de cinco años, lo que indica que en ese lapso se tiene que recuperar la inversión, ya que de lo contrario se incrementarían los costos de mantenimiento.

#### II.5. Análisis comparativo del sistema de transporte terrestre.

#### Análisis comparativo del sistema de transporte terrestre en 1994

Sistema	Carga total transportada (miles)	Pasaje total transportado (miles)
Ferroviario	52,051.9	7,189.4
de Autotransporte	356,487.0	2'636,089.0
Total	408,538.9	2'643,278.4

Tabla II.5.1

Como se puede observar en la tabla anterior, el autotransporte acapara prácticamente el movimiento tanto de carga como el de pasajeros; dejando al sistema ferroviario solamente el 12.74% de la carga total transportada, y un insignificante 0.27% del pasaje transportado en 1994. Esta situación, es consecuencia principalmente del poco apoyo económico que ha tenido FNM en los últimos años, y que sumado el gran desarrollo que tiene el autotransporte en manos de la industria privada, prácticamente han monopolizado el transporte terrestre en nuestro país.

#### II.6. Avances recientes en la tecnología de Ferrocarriles Nacionales de México.

Debido a la escasez e incremento en los costos de los combustibles en la mayoría de los países del mundo, se ha considerado a la electrificación de las líneas férreas como una de las alternativas más convenientes en el sistema de tracción de los trenes. Contrario a la idea de que el costo de inversión para desarrollar un proyecto de electrificación ferroviaria es muy alto, se ha comprobado a nivel internacional que la tracción eléctrica es más ventajosa operacional y económicamente que la tracción diesel, principalmente en las líneas que cuentan con una mayor densidad de tráfico.

Dentro de las principales ventajas que ofrece el sistema electrificado de las líneas, se pueden mencionar las siguientes:

- a) Reducción importante de los costos de operación.
- b) Mejor aprovechamiento de la energía, ya que es más económico el costo del KW/H suministrado por la línea de alta tensión, que el producido por la locomotora diesel.
- c) Mayor eficiencia del sistema de locomoción, ya que las máquinas eléctricas alcanzan eficiencias cercanas al 100%, mientras que las de diesel alcanzan solamente el 80%.
- d) Mayor potencia por unidad y mayor peso por eje.
- e) El costo de mantenimiento de las máquinas eléctricas es por lo menos del 50% menores que las locomotoras diesel.
- f) El daño ecológico se reduce considerablemente.

# CAPÍTULO III.

Tráfico ferroviario en las líneas

#### III.1. Situación actual del tráfico ferroviario.

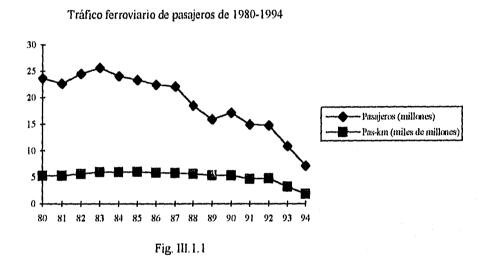
El ferrocarril como medio de transporte, tiene como finalidad realizar el movimiento de carga y el de pasajeros, entre otras funciones. El tráfico puede considerarse como la parte comercial de una empresa, tratando de resolver las demandas del servicio, así como de su promoción en base al control de las tarifas, cuotas especiales, etc. En este sentido, Ferrocarriles Nacionales de México proporciona el servicio de carga, de pasajeros, trenes especiales y la superintendencia del servicio de carros.

Ferrocarriles Nacionales de México como organismo gubernamental, se ha caracterizado por prestar un servicio social mediante tarifas bajas a pasajeros de escasos recursos, y mientras no se reciba la debida modernización de las líneas existentes en el sistema, esta empresa seguirá operando con pérdidas, las cuales equivalen a subsidios sociales y mejoras del servicio que han dejado de percibir en los últimos años.

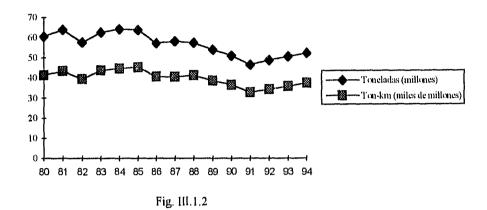
En los últimos quince años, se ha notado una demanda decreciente en el servicio de pasajeros, debido principalmente a la competencia del autotransporte; sin embargo, se tiene contemplada la posibilidad de concesionar el sistema con el fin de mejorarlo y optimizar su capacidad instalada. Por otro lado, el servicio de carga había presentado una tendencia negativa, y recientemente, gracias al mejoramiento del servicio en algunos productos y la incursión al mercado intermodal por medio de contenedores, se ha observado una mejora en dicho servicio.

La situación de Ferrocarriles Nacionales de México en los últimos quince años con respecto al tráfico de pasajeros, se torna preocupante, ya que después de un incremento del 13.13% de 1981 a 1983, se han presentado períodos muy malos, en donde se nota una caída importante en el número de usuarios transportados, esto es que de 1983 a 1987 se presentó

un descenso del 13.74%, posteriormente de 1987 a 1992 el descenso fue aún mayor que el anterior, llegando hasta el 33.33%, sin embargo, se presenta una caída estrepitosa del 51.23% en el transporte de pasajeros de 1992 a 1994, ocasionando con esto, pensar en la posibilidad de suprimir el servicio. Dicho comportamiento se muestra en la figura III.1.1.



Por otro lado, el tráfico de carga no ha corrido con la misma suerte, sin embargo, si se han presentado algunas altas y bajas en el servicio, ya que de 1981 a 1982 se tuvo un descenso del 9.62%, sin embargo, de 1982 a 1984 se dió un incremento importante del 11.22%; posteriormente, se presentan dos períodos muy malos: el de 1984 a 1986 donde hay un descenso del 10.77%, y el de 1986 a 1991 donde se da una caída preocupante del 18.90%. Afortunadamente, para Ferrocarriles Nacionales de México se presentó un importante incremento en la demanda entre 1991 y 1994, el cual fue del 12.17%, tal como se muestra en la figura III.1.2.



Recientemente, Ferrocarriles Nacionales de México diseñó el programa del cambio estructural, con la finalidad de consolidar a esta empresa como un organismo fundamentalmente de carga, pero teniendo en cuenta la función social que debe de seguir cumpliendo el ferrocarril en materia del transporte de pasajeros. La política de este programa puso una especial atención en la satisfacción de las necesidades de movilización de los grupos de población con escasos recursos sin tener la necesidad de incurrir en grandes inversiones. Tomando esto en cuenta, la idea se dirigió a los servicios de segunda clase (de alta demanda) que pudieran prestarse con seguridad, no obstaculizaran el desarrollo normal del transporte de mercancías y tendieran a recuperarse los costos de inversión.

Actualmente, el principal competidor es el autotransporte carretero el cual ofrece mayores comodidades, frecuencias y menores tiempos de recorrido, por lo tanto, la cantidad de pasajeros que viajan por ferrocarril a disminuido dramáticamente en los últimos quince años, sin embargo, el transporte de carga ha tenido un repunte, ya que se ha tenido en los últimos años un incremento del 4.0% anual.

#### III.2. Aspectos importantes del tráfico ferroviario.

La economía de una sistema ferroviario depende fundamentalmente del número de toneladas transportadas por unidad de tiempo, es decir, del volumen de tráfico; sin embargo, el tonelaje transportado debe de guardar una relación con la distancia a la que se transporta dicha carga.

En la práctica de la ingeniería ferroviaria existe un dato importante para calcular el monto del tráfico, mediante la estimación de los kilómetros recorridos y las toneladas transportadas, a dicho dato se le conoce como *tonelada-kilómetro*, el cual es comúmmente usado en la elaboración de las estadísticas ferroviarias y en la estimación de las tarifas.

Otro parámetro importante dentro de la elaboración de la estadística ferroviaria, es la densidad de tráfico, que representa el grado de intensidad con la que se utiliza una vía férrea, o sea, es el número de toneladas-kilómetros por cada kilómetro de vía; este parámetro es calculado dividiendo el total de toneladas-kilómetros entre el número de kilómetros recorridos sobre la vía férrea.

De lo anterior, se puede concluir que a medida que un servicio ferroviario se intensifica, su densidad de tráfico aumenta, y por lo tanto, se obtienen rendimientos mejores para la economía del ferrocarril, siempre y cuando se equilibren los ingresos con los egresos. La densidad de tráfico es una medida útil cuando se requiere comparar los ingresos de operación de ferrocarriles parecidos.

Cuando los ferrocarriles mueven cantidades importantes de carga y la densidad de tráfico se hace más importante, la empresa ferroviaria tendrá la necesidad de mejorar el equipo existente, así como sus métodos de operación, utilizando por ejemplo: máquinas con mayor potencia, carros de carga con mayor capacidad, mejoramiento de las vías y los servicios de transporte. El resultado óptimo para una empresa será el obtener la mayor densidad de tráfico y los menores costos de operación, con la finalidad de establecer tarifas

reducidas en beneficio de los usuarios, con los respectivos ingresos derivados de un mayor volumen de carga transportada.

En lo que se refiere a la densidad del tráfico de pasajeros, se debe mencionar que desgraciadamente este servicio se encuentra muy competido por el autotransporte, y la tendencia es hacia la disminución gradual del servicio de pasajeros en las líneas férreas; sin embargo, en países donde el transporte ferrocarrilero tiene una gran importancia como en los Estados Unidos de Norteamérica, el servicio de pasajeros en los trenes compite tanto en comodidad como en velocidad con el autotransporte, y en cuanto a los transportes aéreos, la diferencia en lo que respecta a la comodidad no existe prácticamente. Aún el factor velocidad, que está en favor del avión, no es determinante en la elección que realiza un usuario que vive en los Estados Unidos, ya que los ferrocarriles en este país son muy rápidos.

Países desarrollados como Estados Unidos, ofrecen tantas comodidades en su servicio ferroviario de pasajeros, como las empresas de aviación; como consecuencia de lo anterior, las empresas de transporte aéreo han tenido la necesidad de establecer tarifas de pasajeros muy semejantes a las que se aplican en el sistema ferroviario.

#### III.3. Factores que influyen en la estimación del tráfico ferroviario.

No existe un criterio exacto para la estimación del tráfico futuro, sin embargo, se cuenta con algunas herramientas estadísticas que sirven para realizar una proyección a corto plazo, las cuales se basan básicamente en la medición del tráfico presente.

Factores como la competencia, la eficiencia, la política, los subsidios, los costos y precios tanto nacionales como internacionales, son principalmente los que afectan el tráfico ferroviario, y en consecuencia nos obliga a valuarlo con una gran precisión y franqueza para la identificación plena de los puntos críticos tanto físicos, humanos y económicos.

III.4. Breve descripción de algunos métodos para la estimación del tráfico ferroviario.

#### 1. Método de matrices de flujo.

Consiste en dividir la extensión territorial de un país o estado, el cual se analizará en regiones donde se conoce aproximadamente el potencial de exportación, así como las necesidades de importación de dicha región. Estas divisiones pueden ser municipales, geográficas o con características físico-económicas semejantes.

Con esta información se generan matrices de origen-destino para cada una de las divisiones territoriales antes mencionadas, posteriormente se mueven los excedentes hacia los territorios importadores, según las menores distancias aproximadas y físicamente realizables, formando los tráficos totales en ambas direcciones, los cuales deberán distribuirse entre los diversos porteadores (transportador de productos de un lugar a otro) atendiendo características locales, usando datos estadísticos y tendencias de desarrollo.

Este método emplea *coeficientes técnicos*, los cuales son indicativos de las posibilidades físicas de construcción de un camino, una línea ferroviaria, etc., entre las localidades origen y destino respectivamente.

En base al conocimiento de la topografía, es posible señalar la posibilidad de construir un camino relativamente corto o la improcedencia de un ferrocarril demasiado largo por sus suaves pendientes, la hidrografía indicará si las barcazas deben intervenir o si por la clase de carga se recomiendan los ductos.

Se debe considerar en la matriz, el tráfico internacional (exportaciones e importaciones) según las aduanas de entrada y salida; y estas matrices de flujo pueden ser utilizadas tanto para tráfico de carga, como para el de pasajeros.

### Ejemplo ilustrativo:

Se suponen dos municipios en cualquier estado del país, el municipio A y el municipio B; a partir de una cierta información estadística de los municipios se sabe que sus producciones actuales generan un tráfico en ambas direcciones de 100 mil toneladas anuales con números balanceados para cada sentido.

Dadas las condiciones geográficas de los municipios puede asignarse entre carretera, ferrocarril, barcaza, avión y ducto, y además puede realizarse tanto por uno o por todos los porteadores, dependiendo de como se encuentre el tráfico potencial sobre una ruta general o sobre un ramal secundario.

Matriz de flujo entre el municipio A y B

	Norte	NE	NW	Sur	SE	SW	Centro	Export.
Norte								
NE								
NW								
Sur								
SE _								<del></del>
SW								
Centro								
Import.								<del></del>

La celda indicada de esta matriz representa los insumos o productos que se han de transportar del municipio origen (región SE del municipio A) al municipio destino (región Sur del municipio B), después de un estudio geográfico y topográfico se determinan los coeficientes técnicos, que para el ejemplo ilustrativo son los siguientes:

Medio de transporte	Coeficientes técnicos	Toneladas anuales
Carretera	35 %	35,000
Ferrocarril	25 %	25,000
Barcaza	15 %	15,000
Avión	10 %	10,000
Ducto	15 %	15,000
Total	100 %	100,000

Estos coeficientes técnicos pertenecen a la celda indicada en la matriz de flujo, y representan la posibilidad física de construir cada uno de los medios de transporte citados. El total de toneladas transportadas anualmente por los distintos medios de transporte, se obtiene mediante el producto de cada uno de los coeficientes técnicos por el tráfico de carga total; en términos generales, estos valores representan el tráfico que se puede manejar mediante cada sistema.

Existen algunos métodos en los que se cuenta con información de sugerencias o anteproyectos, en los que la densidad de tráfico por kilómetro de vía proporciona una idea bastante aproximada del tráfico probable, siempre y cuando se adopte una cifra estadística tomada de una región de producción similar.

## 2. Método de extrapolación del tráfico existente.

Los aforos de tráfico en los distintos medios de comunicación (vías ferroviarias, carreteras, etc.) señalan, según estadísticas annales, que las tendencias históricas del tráfico tienen validez solamente para unos cuantos años de extrapolación.

Mediante el uso de la computadora, es posible evitar errores de ajuste o de carencia de datos suficientes para calcular las curvas que se basan en las diferencias entre los valores observados y los teóricos, del tal manera que la suma de los cuadrados sea mínima (método de ajuste de los mínimos cuadrados).

Las tendencias históricas del tráfico ferroviario y del autotransporte, no suelen ser lo bastante confiables para extrapolarse, sino que se les correlaciona con las tasas de crecimiento del ingreso, y a pesar de ello, debe procederse cuidadosamente antes de admitir los valores del tráfico a largo plazo, mientras estos carezcan de mayores condiciones y restricciones para el planteo del problema, tales como la elasticidad del tráfico con respecto a los costos de transportación y a las tendencias tecnológicas.

# 3. Método exponencial para el ferrocarril.

Este método está basado en la siguiente expresión:

$$T = P^x$$

donde: T = Relación entre los tráficos futuro y actual.

P = Relación entre las poblaciones actual y futura.

x = Exponente que depende de la clasificación principal de la carga transportada.

Los valores del exponente "x" para la fórmula que se utiliza en los Estados Unidos de Norteamérica, son los siguientes:

x = 2 agricola

x = 5 mineral

x = 4.3 forestal

x = 7.1 manufactura

debiéndose encontrar el exponente resultante de la carga compuesta local, y posteriormente se debe ponderar por las diferencias de industrialización e ingreso entre los E.U.A. y el país de análisis, hasta obtener la propia fórmula de tipo exponencial.

#### III.5. Teoría relativa a las tarifas ferroviarias.

Se entiende por tarifas a los precios que cobran las empresas de servicios públicos, por prestar dichos servicios. La fijación de las tarifas constituye un problema tanto para la economía del ferrocarril como para la economía nacional.

Es principio universal en materia de tarifas, que éstas deban ser justas y razonables. Una tarifa alta impide la circulación de bienes y dada la existencia de medios competidores, impedirá a la empresa ferroviaria obtener altos ingresos; sin embargo, si las tarifas son demasiado bajas, la empresa sufrirá quebrantos en su economía, ya que no cubrirá sus gastos de operación y estará incapacitada para mejorar técnicamente el servicio.

Las tarifas del transporte ferroviario han ejercido una influencia decisiva en el desarrollo económico de los países que disfrutan estos medios de comunicación. En países en los que el ferrocarril, y otros medios de transporte son de propiedad privada, el estado interviene en la fijación de las tarifas; en el caso en que el estado es el dueño, las dependencias gubernamentales encargadas del control de estos medios de transporte, son quienes fijan las cuotas.

III.6. Principios económicos para la determinación del precio de las tarifas ferroviarias.

#### 1. Costo del servicio.

Los servicios que ofrece el ferrocarril son de gran variedad, entre los que podemos mencionar el servicio de transporte de carga y el de pasajeros.

De la gran variedad de las mercancías que se manejan por vía ferroviaria, algunas se transportan a grandes y otras a pequeñas distancias, durante este proceso se trabaja con carros completos o incompletos, y/o con equipo especial; como consecuencia de lo anterior, del tipo de mercancía dependerá la operación del tren, ya sea, a baja o alta velocidad.

Dentro de las mercancías transportadas se tienen de alta y baja densidad económica. La mercancía de alta densidad económica vale mucho en relación con su peso y pueden soportar tarifas altas; otras, por el contrario, son de poco valor y no pueden soportar tarifas altas. En lo que se refiere al tráfico de pasajeros, algunos emplean el servicio más económico y otros por el contrario el servicio más caro.

El gran número de gastos que el ferrocarril tiene y la necesidad de distribuirlos equitativamente, han provocado que éstos se imputen a cada servicio o a una parte determinada de la actividad del ferrocarril, con el objeto de llegar al cálculo de los costos unitarios. Lo único que se hace con esto, es complicar los problemas contables de la empresa ferroviaria y llegar a tarifas poco exactas.

Por ejemplo, el gasto en la conservación de vías y estructuras, que no es de los más complejos, no puede ser dividido satisfactoriamente entre el tráfico de pasajeros y el de carga, y menos entre una unidad particular del servicio de carga o del servicio de pasajeros. Toda esta problemática se deriva de la complejidad del servicio del transporte ferroviario,

motivo por el cual se estima que los costos del ferrocarril deben estudiarse como costos conjuntos, y no como costos unitarios.

El objetivo de una empresa privada ferroviaria en materia de tarifas, es que éstas cubran los gastos de operación y los gastos fijos de la empresa, y que al mismo tiempo aseguren un rendimiento justo al capital invertido en el servicio.

Por otro lado, en el caso de Ferrocarriles Nacionales de México, no se persiguen lucros ni grandes utilidades como empresa, si no que se pretende la autosuficiencia del servicio, para que éste no gravite sobre el presupuesto estatal.

Una de las características más importantes de los costos del servicio ferroviario es que representan un límite, por debajo del cual las tarifas aplicables a ciertos servicios no deben caer. Para elevar la demanda del servicio, se reducen las cuotas y se eleva el volumen de transportación, así como los ingresos correspondientes a dicho transporte.

#### 2. Cargas diferenciales.

Dada la complejidad que representa la determinación de los costos, las empresas privadas optan por determinar sus propias tarifas, a reserva de lo que el gobierno resuelva al revisarlas, sobre la base de la demanda real que tenga el servicio. La esencia del razonamiento es la siguiente: la tarifa de carga debe ser lo suficientemente elevada para cubrir los costos conjuntos del servicio ferroviario, y la proporción en que cada mercancía contribuya a cubrir los costos conjuntos dependerá de la intensidad de la demanda. Este es el caso de las materias primas y de algunos artículos terminados de baja densidad económica, como por ejemplo: arena, carbón, ladrillo, cemento, etc.

En el servicio ferroviario se transportan otras clases de mercancías que si pueden soportar tarifas altas, aunque la demanda de este servicio es muy reducida, tal es el caso del transporte de automóviles, equipo de cómputo, partes automotrices e industriales, etc. Este tipo de artículos soportan una parte más que proporcional de los costos conjuntos, los cuales sirven para cubrir la parte de los costos conjuntos que no cubren las mercancías de baja densidad económica, a lo anterior se le conoce como el principio de las cargas diferenciales.

En el ferrocarril se conjugan muchos factores para establecer la diferenciación de las tarifas, pudiendo citar entre otros: la clase de mercancía transportada, el precio de la mercancía, la clase de servicio empleado, la velocidad de los trenes, la distancia recorrida, el espacio ocupado por la mercancía, el mayor o menor riesgo que ofrezca el transporte, el uso de equipos especiales, etc.

La tarifa ferroviaria en manos del gobierno es un instrumento básico en su política económica; es así como el gobierno aplica tarifas bajas de transportación olvidándose de toda idea de rentabilidad cuando trata de fomentar la economía de ciertas zonas o regiones que conviene desarrollar porque son potencialmente ricas. También aplica tarifas reducidas cuando desarrolla una política de colonización o de migración interior, o bien cuando está interesado en una política de fomento industrial. El propio gobierno aplica cuotas reducidas cuando tiene interés de fomentar la agricultura, especialmente para facilitar la producción de alimentos básicos destinados al consumo de la población. Finalmente la tarifa ferroviaria ha sido un elemento primario para el fomento del comercio exterior como base de la economía de muchos pueblos.

#### III.7. Clasificación de las tarifas ferroviarias.

La distancia recorrida es uno de los factores fundamentales en la determinación de las tarifas aplicables, las cuales se pueden formular de varias maneras:

a) Tarifa kilométrica pura. Conocida también como tarifa de base fija, la cual supone que se cobra la misma cuota por kilómetro recorrido. La base de cobro es la tonelada-

kilómetro, es decir, la cuota que se cobra por transportar una tonelada de mercancía a un kilómetro. Sin embargo, esta tarifa no es aplicable rígidamente, ya que las cuotas serían muy altas al final de un recorrido largo, o bien, para mercancías de baja densidad económica.

- b) Tarifa kilométrica con base decreciente. Constituye el caso más común de integración de precios del transporte ferroviario. Estas tarifas parten de la idea de promover el tráfico ferroviario desde distancias lejanas, ya que al aplicarse esta tarifa, la cuota total baja proporcionalmente a medida que sea mayor la distancia recorrida. Esta tarifa parte del hecho de que la empresa ferroviaria cobrará cuotas por secciones de líneas que serán cada vez más reducidas.
- c) Tarifa de zonas. Este sistema de tarifas es totalmente opuesto al sistema de tarifas basado en el principio de la cargas diferenciales, ya que en aquel sistema se aplica la misma cuota, no importando la distancia recorrida. Las tarifas por zonas se basan en la división del territorio servido por los ferrocarriles en varias zonas. A cada zona se le asigna una tarifa de transporte correspondiente al grupo de mercancías del que se trate según la clasificación de la carga. Este sistema no toma en cuenta la distancia a la que será transportada la carga, evidentemente favorece el interés del usuario cuyas mercancías deben transportarse a grandes distancias, perjudicando en cambio, al usuario que transporta mercancías a cortas distancias.
- d) Otras clases de tarifas. Existen otras clases de tarifas, como las especiales. Estas tarifas son reducidas, se aplican a ciertas y determinadas mercancías para atraer este tráfico hacia los ferrocarriles, contrarrestando así otros medios de transporte. También se aplican estas tarifas pensando en otros futuros movimientos de fletes y por otras muchas razones de interés general. Estas tarifas especiales se aplican a una parte importante del tráfico total, y se puede comprobar que esta proporción llega y en algunas ocasiones a sobrepasar el 80% del tráfico.

e) Tarifa de pasajeros. En la formulación de estas tarifas influye fundamentalmente la distancia y el grado de comodidad que el ferrocarril ofrece a los usuarios. De todos modos estas tarifas son menos diferenciadas que las de carga, y a medida que el nivel de ingresos de la población se hace más uniforme, mejorando los niveles anteriores, desaparecen las clases de servicios más económicos, que son evidentemente más incómodos. Hay variadas formas de tarifas de pasajeros, debido al deseo de las tarifas ferroviarias para fomentar dicho servicio, que como ya se ha dicho, ha afectado la economía de los ferrocarriles desde hace algunos años, como consecuencia de la fuerte competencia del autotransporte.

Actualmente, Ferrocarriles Nacionales de México maneja desde hace varios años la Tarifa Única de Carga y Express (TUCE), la cual depende del tipo de mercancía que se moverá y la distancia que recorrerá.

#### III,8. Principios básicos en materia de tarifas.

La tarifa, es uno de los conceptos más importantes dentro de una empresa ferroviaria, ya que influye de manera decisiva en el equilibrio económico de ésta; por esta razón, se mencionarán a continuación los principios básicos de este concepto, los cuales son:

- a) Las tarifas deben ser justas y equitativas.
- b) La creación, modificación o supresión de alguna tarifa debe ser objeto de una autorización previa del gobierno.
- c) Para garantía del usuario, toda tarifa nueva o modificada a las ya existentes, deberán publicarse ampliamente antes de que entren en vigor.

d) Todo tratamiento discriminatorio a favor, o en contra de una persona determinada en la aplicación de las tarifas, es ilegal y debe castigarse severamente, es decir, no deben instituirse preferencias indebidas.

# III.9. Políticas comerciales para el mejoramiento del tráfico de carga en FNM.

Para el mejoramiento del tráfico de carga, se reforzaron las labores en materia comercial en base a una política de promoción (Convenio de Concertación de Acciones para la Modernización del Sistema Ferroviario Mexicano), estimulando así el movimiento de flete por ferrocarril, así como la concertación de negociaciones directas con los principales usuarios, en las que tomando en cuenta los volúmenes de carga prefijados, regularidad y forma de organización de los embarques se planeaba otorgar tratamientos ferroviarios preferenciales. Es importante señalar el éxito en este tipo de acuerdos, ya que las negociaciones que se llevaron a cabo en los años de 1993 y 1994, representaron aproximadamente un 90% de la carga que se tenía prevista para esos años.

La política tarifaria de Ferrocarriles Nacionales de México en los últimos años ha sufrido algunos cambios significativos, por ejemplo: entre 1989 y 1990 fue autorizado un incremento bianual del 79.2% con relación a diciembre de 1988, situación que provocó el anmento considerable de los ingresos por flete, sin embargo, las condiciones imperantes en la economía nacional provocaron un descenso aún más notable en la demanda del tráfico de carga en los años de 1989 a 1991. La tarifa de carga permaneció constante en los años de 1991 hasta febrero de 1993, cuando se tiene un anmento del 9.9% para reducir la brecha con la inflación, sin embargo, en octubre del mismo año se da un descenso del 10% como parte de las medidas propuestas por el Pacto para la Estabilidad, la Competitividad y el Empleo, política que fue ampliada para el año de 1994, por lo que las tarifas actuales son en términos nominales similares a las de 1990 e inferiores en términos reales.

# CAPÍTULO IV.

proyección del tráfico de carga

# IV.1. Evolución del tráfico de carga en los últimos años.

Se entiende por tráfico de carga al movimiento de bienes de un lugar a otro, principalmente de las fronteras y puertos hacia las ciudades, así como entre urbes con cierto potencial económico.

Se puede observar que el tráfico de carga mantuvo un ritmo sostenido desde la década de los setentas hasta mediados de la década de los ochentas, tal como se muestra en la figura IV.1.1. Para 1989 se tuvo una demanda de 53,890 millones de toneladas netas, las cuales generaron un movimiento de 38,570 millones de toneladas-kilómetro.

#### Millones

## Evolución del tráfico de carga de 1970-1994

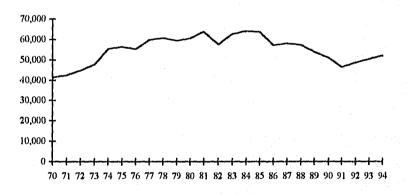


Fig. IV.1.1

Años

Debido al aumento tarifario que motivó la baja en el tráfico de carga, ocasionó que en 1991 solamente se manejaran 46,405 millones de toneladas netas y 32,698 millones de toneladas-kilómetro, cifras que resultaron ser las más bajas durante el sexenio del Lic. Carlos Salinas de Gortari.

A partir de algunas medidas que se dieron con el cambio estructural, tales como la política tarifaria, el cumplimiento de compromisos de calidad y la oportunidad de los servicios, se esperaba un incremento mayor del 11% en el tráfico de carga, el cual resultó ser eficiente ya que se obtuvo un incremento real del 12.17%, propiciando una recuperación sostenida del servicio en el tráfico de carga a partir de 1992.

# IV.2. Distribución del volumen transportado por tipo de productos en 1994.

Los grupos de productos que han reportado mayor dinamismo en su transporte son los agrícolas, los industriales y los animales, por otro lado y a pesar de los esfuerzos de Ferrocarriles Nacionales de México por la comercialización y reducción de sus tarifas mediante una agresiva política comercial desarrollada a principios de los noventas, basada principalmente en el establecimiento de tarifas flexibles, los productos minerales, inorgánicos y forestales mostraron un notable rezago, sin embargo, los productos derivados del petróleo se han mantenido estables.

En 1994, la distribución del volumen transportado fue el siguiente: el 42.24% del tráfico total fue por concepto de productos industriales, los agrícolas representaron el 28.67%, en tanto que los minerales y los inorgánicos registraron el 10.83% y 10.05% respectivamente, los derivados del petróleo representaron el 7.03%, y finalmente los productos forestales y los animales se distribuyeron con un 0.63% y 0.52% respectivamente, tal como se puede apreciar en la fig. IV.2.1.

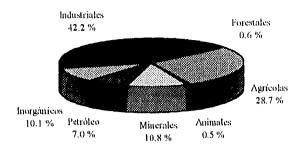


Fig. 1V.2.1

Otras medidas implantadas que dieron resultado para la recuperación del tráfico y absorción de nuevos mercados, fueron la promoción para construir y rehabilitar instalaciones ferroviarias operadas por particulares, el arrendamiento de locales y bodegas en estaciones, el acondicionamiento de accesos y patios de carga, la incorporación de capitales privados en la construcción de terminales interiores de carga, terminales automotrices, operación de terminales multimodales y construcción de silos.

Los productos que más se han destacado por el incremento en su tráfico ferroviario son los industriales, tales como el cemento, el papel, el azúcar, así como también la industria química y la automotriz, y por otro lado, dentro de los productos agrícolas, el maíz es el que más demanda de tráfico tiene.

Entre 1989 y 1994 el transporte del material de ensamble para vehículos se duplicó, y el de automóviles terminados aumentó el triple. Como consecuencia de lo anterior, el ferrocarril moviliza poco más del 80% del total de automóviles que se exportan anualmente.

Los aumentos registrados en el movimiento de mercancías resultan relevantes, no sólo por su magnitud, si no por el esfuerzo que se tiene que hacer para compensar la pérdida

de fletes que se tiene en algunos sectores por causas ajenas a las comerciales, tales como la reducción de actividad, la baja en los precios internacionales y procesos de reestructuración, los cuales pueden provocar menores demandas en el transporte de mercancías.

La evolución del producto interno bruto y el transporte de carga tienen una cierta relación, ya que existen algunos factores que pueden condicionarla, tales como los niveles tarifarios y la calidad del transporte, los cuales influyen en la competitividad del medio. Sin embargo, no obstante que el nivel global de actividad económica es determinante en las posibilidades de desarrollo de la industria ferroviaria, en el análisis detallado del mercado potencial debe profundizarse en el comportamiento de los principales sectores de usuarios. En particular, el nivel esperado del comercio exterior, constituye un elemento fundamental para hacer pronósticos del transporte de mercancías.

La política económica puesta en práctica en los últimos años, ha tratado de hacer un saneamiento financiero del aparato productivo con miras a su modernización. Para estimar el mercado potencial del ferrocarril y establecer escenarios probables para la demanda atendida, se visualiza un entorno macroeconómico razonablemente optimista y coincidente con proyecciones de muchos sectores especializados.

Se consideraba que habían condiciones adecuadas para el favorecimiento de las tasas de crecimiento entre un 4.0% y 4.5% anual hasta el año 2000, sin embargo, dadas las características de la crisis económica de 1995, estas espectativas de crecimiento han desaparecido. Se espera que con un escenario optimista, la economía del país se mantenga estable durante 1995, esperando su reactivación a partir de 1996. En cuanto al crecimiento de la población, otro elemento fundamental para estimar el mercado potencial de algunos productos, se estima una tasa de crecimiento no mayor al 1.6% anual.

El auálisis del mercado potencial constituye una de las informaciones principales en la planeación ferroviaria a mediano plazo. El movimiento esperado de mercancías junto con la hipótesis en el aumento de la productividad, sirve de base para estimar el número de trenes que circularán por cada uno de los tramos de la red ferroviaria, las maniobras que se efectuarán en los principales patios y terminales, las necesidades de flota tractiva y el arrastre requerido, los recursos humanos, materiales y combustibles que se emplearán en el futuro para la operación ferroviaria, que es independiente de su estructura orgánica, régimen jurídico y propiedad del patrimonio ferroviario.

Junto con todo lo anterior, los estudios de capacidad física en las líneas, el conocimiento de los avances tecnológicos esperados y los diagnósticos sobre las condiciones físicas de la infraestructura, equipos y otros activos fijos, permitirán cuantificar los gastos de operación y mantenimiento, así como también las inversiones requeridas para ampliar y modernizar las líneas férreas, e identificar y evaluar los proyectos para garantizar la oferta futura del servicio, conforme a las metas y políticas definidas para el desarrollo del sector ferroviario.

La magnitud del desarrollo esperado en los próximos años, la desregulación de la economía, la modernización de la estructura productiva y la apertura comercial hacia el exterior, podrían provocar efectos importantes en diversas direcciones del sector transporte, principalmente en la disponibilidad de materias primas, mano de obra y ubicación geográfica de los principales centros de actividad económica.

Debido a los nuevos procesos de producción que traen como consecuencia modernas tecnologías, se esperan cambios cualitativos y cuantitativos en la magnitud y características del transporte de mercancías. La estructura origen-destino del tráfico podría sufrir algunas transformaciones, las cuales, se tendrán que tomar en cuenta en los pronósticos del tráfico futuro, ya que podrían no ser una simple extrapolación de las tendencias del pasado.

La importancia de ahorrar energéticos, aumentar la competitividad internacional, reducir costos de transportación y eliminar la carga que significaban para el estado los subsidios para el transporte, aunado a las enormes inversiones que se requieren para seguir ampliando la red carretera y recuperar el rezago que existe en materia de mantenimiento de

la infraestructura de todo los medios de transporte, podría traer como consecuencia el uso más generalizado del ferrocarril.

IV.3. Proyección futura del tráfico ferroviario de carga.

La proyección del tráfico de carga se realizará tomando en cuenta cada uno de los tramos que forman la red ferroviaria, partiendo de la densidad del tráfico de carga comercial durante 1994 (información obtenida de la Subdirección General de Planeación y Reestructuración del Departamento de Estadística de FNM, mostrada en el plano IV.3.1); y partiendo de las condiciones actuales de la economía, y de las consideraciones hechas por dicho Departamento, se propusieron tasas de incremento anual del tráfico de carga en cada uno de los tramos de la red.

Con esta información, se proyectó el tráfico futuro de carga hasta el año 2010, utilizando la siguiente expresión:

$$Tf = Ta (1+i)^n$$

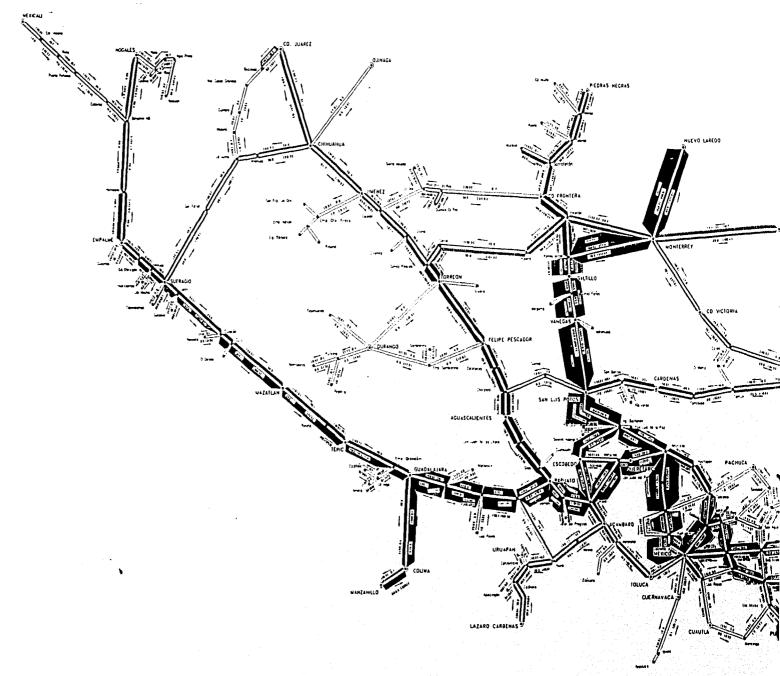
donde: Tf = Tráfico de carga futuro en el tramo (ton)

Ta = Tráfico de carga actual en el tramo (ton)

i = Tasa estimada de crecimiento del tráfico de carga

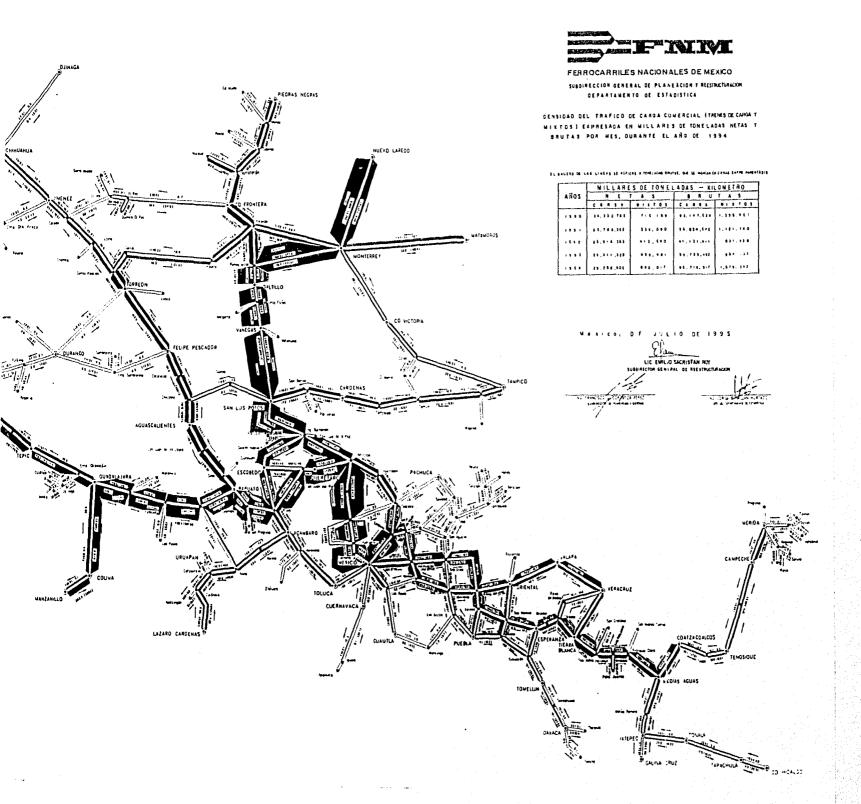
n = Número de años

El resultado de la proyección futura del tráfico de carga se muestra en la tabla IV.3.2.



Plano IV.3.1.

orando españala a de la desta de la desta de la decembra de la dec



				7547		15041	To us /ds	1201	70.01/61	1693	Fres/di	1693	barrida	2000	traidi	7001	revide	2002	Trailde	2003	zwa/da	2004	1001/41	2005
Cron ha	ravo Verscas	tana da a es	new /da	1661	9103 80	1998	10 10 17	- 6775 26	26 1/	1	\$1.40	6198 51	20 21	- 981, 94	2517	10253 25		10599 72	73.04	11153 68	26 10	11583 95	27 16	17053 10
100	incuto Coloya aya Tagrata	10		641 80 641 80	6414 86 4471 60	1145 76	10 76	7447 23 8456 69	20 54 14 61		15 36	10073 55	22 30 15 00 7 03	6198 47 10398 81 4500 13	23.21 10.40	10730 04 10730 86 4773 84	20 15 10 02	9095 59 11075 11 5074 21		9 100 69 (1430 92 5387 60	26 16 18 03 8 69	9852 84 41797 54 5720 77	16 90	121/6 24
1 100	ante - Agancil ertet	76		3134 80 3180 80	3114 80 3100 80	35 60 86 3337 68	0 31	1756 72 1501 37	0 76 0 21	1865 01	- !!		1075	4179 50	150	401741		3164 11	17 54	1370 7A	14 40	8004 87 5344 49	13 60	6462 55 5745 33
Che	eside - Pascedor Pescador - Isradri	15		2747 80 2676 20 3735 80	3167 86 7626 76 3136 80	29-49 11 28-49 11		3221 42 3000 81 3672 38	9 60 10 61	1335 04	100	3610 23		1904 04 4350 87	1100		13 00	4576 31	6 71	4937 32	17 76	\$300 30 4925 68	19 21	5809 02 5078 11
Oor	redn - Ormet Pelarice met Pelace - Escalon	10		1680 80 1400 60	600 60 1406 45	193 11	320	163 58	1 41	1008 3	16		- 11	2085 64 1783 55	6 1 1 6 1 2	21 46 26 186 1 2 1	1 37	2236 99 1944 01	9 83 4 83	232 i 25 202 i i i 166 i i	6 84	2421 25 2197 10 2070 86	117	2522 12 2103 70 2155 17
Jim	radn - Jenerat wrat - Chilotto franca - Col Janut	19		1644 80	1 4 1 4 8 6 1 A 8 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6	1901 75	5 76 1 14	1565 10	1 47	1828 00	100		3 47	1784 58 2114 83	313	1836 54 2211 69	5 03	1811 52 3313 21	111	2419 30	4 30	750011		2040 54
1	draffice Avecada	13		1721110	12314 16	1740154	14.35	17801 34	18.51		16 77	1 3001 24	17 83	13200 45	17.30	13417 84		13879 6.2	17 85	13844 70	18 12	14081 17	11 63	84785 00
l re	arcedo - Pg & zharan Buzharan - Bn Luly Potod	30	5 17	8250 80 10816 80 10908 00	62% 60 106 16 80 10804 00	8438 32 11082 81 1086   80	10 16	6631 47 11375 18 11195 18	17 64	11665 57	16 31	11 05 04	17 82	12784 94	10 70	12580 61	- 1111	12806 88	20 78 10 33	13730 74	70 76 10 65	13568 13	20 12 20 18	13814 11
1 501	Luis Paloti - Sattle 10g - Ramon Artigo	3 7	6 17	11184 80	1164 66 8712 46	Till H	-11	11/16 60 9373 66	11	9634 14		9954 96	1 6 96	12102 57	19 44 9 42	10526 89	7 02	13504 89	20 5) 10 04	1348 07	10 46	14284 67	10 74	1 an 3 & 5 & 1 2 1 1 7 0 &
, V	mos krips - Norterny starsy - Nava Lareds		1	161180	7917 60	8334 20	158)	8708 ) 1	16 31	1	1710	1502 53	00	0027 20	110	10371 63 556 27	10 50	566 51	20 31	11510 92	21.20	11824 66	77	12353 45
	ico - Cummunica errenace - Apphica			170 00	486 00 330 60	507.28 340.31	108	\$10 70 333 14	111	326 51		387 5	133	546 07 274 58	- 36	30 80		344 56		301 21	14	405 14	154	413 16
	nedri-Durage	58	1	190 60	180 80	100 54	2 00	703 54	111	204 97	111	315 80		22131	233	nin	2 30	235 14	7 10	242.70	154	210 80	162	257 17
oc or	resport Precess		1	151 40	150 10	163 ko	167	166 37	714	T	32	1	2 24	(8) 26	2 16	183.60	745	200 25	255	20161	261	117510	2 10	1200 26
	ette : Arraroc narac : Tetración			60 70 41 70	955 76 601 76	817 21 820 50	116	940 42			3 %		1 10	1010 14 704 00	161	1095 48 726 96 548 90 211 06	10	1176 74 750 07	- 11	1145 61 114 66 572 63	366	704 64 564 31	3 60	874 50 500 22
	nacin landin mein Deacs			21180	48 7 26 237 60	90f 14 742 87	3 04 3 07	507 28 249 27		337	- 12		]2	534 96 365 17	133		102	271 08	146	261 21	1 54	286 31	166	295 94
I Va	aterny . Material on			2166 00	2160 00	2700 11	6 56	2234 11	111	1		1	8 10	2342 15	ē 49	23/6 06	139	2410 55	1 50	2454.64	8 86	2491 10	16	2513 67
	etracodos - Tesps	-38	4	764 60 8 30 40	708 80 830 40	- 18 Ji	164 164	733 11	100			765 64 621 62 117 22		761 72 813 86	10	978 93	_10	819 41 996 56 830 74	) 3 1 1 80 2 34	1027 67 1027 67	370	1046 6)	7 40 1 16	808 04 1077 50 900 61
1110	erodişia - Campedia eropedia - Mari 38			704 40 1264 60	1766 60	721 64 1202 61	105	1320 81	10	1348 6	1	11172	- 31	196 54	120	1436 06		167 78	7.32	1404 51	1ii	1530 43	3.6	1503.03
5 C5	ribbe - Ners Buck		2	1515 00 6314 00	54k2 80	564 F 50	- 131	4116 67		1253 70	10		16 13	4103 75 5201 64	10 62	4627 22 5466 23	10 13	4764 84 5642 34	11 03	3000 15 5470 14	10 12	505 ( B) 8014 85	10 66	5201 81 8209 67
150	ers Berts - Tres Velos es Velos - Rost Oers of Oers - Vedes Agus		1	4371 00 3071 60	4376 60 363 60	47.47	H.	4583 43 8209 54		4643 80	12 1		11 50	5160 57 4580 17	13 61		13 66	5540 96 5021 21	11 07	\$750 44 \$204 65	14 60 9 79	5070 81 5101 30	1 6 62	6129 15 5585 46
1	ers Becs - Versola		ł	111 20	1/120	<b>635 k</b> 2	120	967 63	531	1584 40	164	संस्था		1218 60		191131		13/756		(44) 10	502	1561.14	3 36	1871 33
	рьяю. Рафита		10	7374 00 7449 40	7278 50 1500 40	7564 67 7761 66	10 20	778Å 18 1946 30	1035	7075 31	11	6184 08 1600 11	1119	6400 14 9013 64	1136	662   60 6432 47	1180	60% å1	12 60 15 50	9043 15 9786 15	13 13	9122 64 9123 14 9130 92	1284 1979	9569 97 9764 92
a	e jerre - O poteleje e Lacidoje e - Colime olime - Mareni Ro	1	11	4074 00 2480 00	4014 00 2 490 00	4116 76 7550 51	1130	4294 27	119	4199 5	1160	1513 MO 2140 88	13 18	48 30 96 2807 80	12 50	2875 82	17.63	2145 11	13 16	5001 00 3011 29	13 50	3090 41	- 13	3763 71
11.	rjema. Ajura			176 76	370 76	361 86	767	40f 21	115	- 722 ô	13	617 33	231	45171	739	609 08	141	465 11	25!	501 11	3 80	527 64	270	541.86
4 60	report - Former's			812 40	812 eo 264 eo		0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	85736	1 10	6/0 1 294 3		6h3 1d 2011 b	314	896 \$1 301 22	316	304 10	3 31	123 64 304 23	320	134 00 111 10	117 320	755 45 315 36	176	767 12 310 04
\\;	eredi Tepectria epectria - Cd Hougo	à		176 48	170 40	170 24	1 00	178 04	3 64	175 6		330 75	100	1/341	200	175 45 357 30	1 96	115 50 650 31	3 20	175 11	214	1/1 64	7 84	38104
- 2	ric data - In tula Parad n tula Parad - Carderina			111 20	113.70	318 60 1532 60 1695 85	184	125 13 1586 75	12	332 i 1807 64 1 1821 64		140 20	3 53	161335	- 17	1894 17	- [	1976 18	- 101	206113	- 10	2(31 6) 2004 25 1718 18	10 74	22 44 18 2188 90
	le dense i famescon errescon i familia		2)	1134 00 1289 40 1500 80	1454 00 1756 40 1504 60	1326 102		1580 57 4371 41 1614 14		1416 /		1 165 16		1310 64	100	1500 35	7 70	1911 17	6 12	1664 06 1873 66	100	2040 61	16	1778 61 2110 16
[	emulni fampice tol Gravas - Cales	<del>                                     </del>	.,	1016	54 60	90 50 50 50	-10			1041		715 80		M 1 10	150	117 68	18	191137	- 13	1002 10 830 22		- wast		12881
5	des Valurey laser by Paeth		**	550 M	350 80 1858 80 2014 90	1805 34	10 70	1632 61	10 4	19706	100	2000 \$4	10 61	7011 63		208à 13		2130 20 2433 95	11 66	2175 00	1 00 8 10	2214 /6- 2550 10	11 1/2	2254 33 2822 63
	erecim - Comes Peeds Mico - Tokka	<u> </u>	3	2044 60	566 46	2006 13 544 12		61100		1 - 654 )		854 30	9 94	684 82	13	71150	734	134 83	(4 04	767 64 1816 67	1501	767 14 1634 62	100	\$37.99 7000 \$1
1777	dra-Achrewo	į		1000 80		1100 10	1 20	1230 54	- 197	19713	7 1	1550 00	1107	1501 53 1507 08 1764 10	12 30	1600 62 1605 60 1846 61	13 21 4 43 1 47	171 66	6 21	777		2057 65		1936 07 2112 34
	Line Catro tan apatan Carante	1	17	1193 60	1385 60	1549 10	311	1603 14 1496 92 5 96		13349	15	161101	- 10	1871 18	13	1732 531	15	1198 11	3 96 3 96 3 96	Indi di	4 00 3 80	1930 36	1 61	200121
II	abde April ger abde Line Came	1	00	1376 60	1386 60	1138 13		1	J.	1			70	1634 10	150	171841	37	178233	3 86	1947 79	180	7819 13	115	1981 55
	grego Characta	-	31	54 4	86 10	66 12	160	11 28				- 117	100	75.76 1200 37		77 55 1235 50		128755	115	18 N		112	- 176	63 95 1375 42
	Titroin - La Jem A Jeto - St. Reiod		14	104) 60 659 70 872 60	104 7 60 854 70	10 76 51 676 51 697 54		1106 22 899 84 913 13	- 17	1 920 9	1 3 9	842 40	- 1 ii	10154		1000 53	574	1010 31	14	1633 13	170	1034 04	137	1082 80 1090 22
	in Refed - 3.4 ego 3.4 ego - Topolotæripo	1 3		49 R	42) 20	138 00	16	31.6 28		4607	13		14	484 52	150	1	165	500 50	471	un u	10	335 NO 2072 16	3 m2	2/00/21
	Namos Arigos - Paradri Paradri - Col sortara		82	2432 ec 2010 00	7919 00	7457 64 298) 74	3 15	5467 75 3011 24		2500 a 3000 0	3 4	25 36 16 3104 60 401 236		2562 67 3156 87 6657 80		2589 72 1211 17 4162 65	0 5A	2016 81 3263 16 8148 48	10 6	2644 36 3316 05	1023	1309 17	10 60	3424 36 4264 17
C	d fro two - Berowin Serolain - Piet stregse		yi yi	1/30 40	1736 40	3842 62 1846 64	137		10 10	0 1999 3 8 2089 7	166	2772 19	1(1)	2363 42	Ti ii	2515 74	1101	2013 61	1166	7841 65		3021 51	1364	321667
NO C	d fraters . Brey Brey . Baro	<del> </del>	8	518 62	518 ao	526 PS 500 TS	10	575 03 611 42		54 4 5 611 2	1	933 17 855 86	3 30	562 80 676 2)	120	371 66 703 52	- 33	341 32 72964	3 ys	500 61 754 65	343 265	800 66 781 56	1 10	809 50
}\ <sup>6</sup>	G de · Escado		00	724 6	200	211 13	iói	234 01	10	6 245 2 8 6167 5	10	342 56	113	200 14	1 10 F 86	454534	1.10	275 00	133	71170	521	292 19 4003 86	- 611	301 57
[	Apraca - Esparras		15 61	3470 ac 3463 20 4764 ac	1551 70	3034 06 3050 77 4364 6		4310 621	14 7	3854 0		1050 M	15.60	4972 51	10 47	4180 to	1000	9295 11 5213 17	16 92 16 56	4413 03 5364 61	70 10	431421 532080	70 11	6058 74 5681 65
	Egyeren - Corken Codon - Venorus		• 1	651 0	658 00	480 50	- 10 11	49) 32	11	308 5	0	\$20.62	3 9 7	533 90	- 64	348 10	763	562 80 4321 34	121	411 80	761	561 25	141	460 600
11	(Andrigues - Pape Pape - Maseller		13	3501 6 3508 40	1	3666 64 3664 21	10,1	3764 42 3764 76 3562 65	101	3400 1	100	10 10 10	11 10	400 i 65 402 i 6 i 1646 27		4204 02 41 35 07 3046 74	1180	4331 34 4251 28 4052 51		4461 30 4 566 81 4 158 61	19,49	4261 13	-91	4617 11
lč	Perilin Otkin Olekin Skirge		11	2344 0 2446 0 3400 0		3477 32 2986 32 2414 4	18	3049 29 2559 55		31143	- 10	3221 81 2720 88	500	3311 70	517	3404 00 29 11 00	76	3406 07 3008 26	9 20	3566 66	12	369 / 04 3200 11	460	3310 95
1	Šáriga - Cd Otregón Cd Otregón - Empaina Empaine - Hermoela		27 27 38	134.00	1584 60	1033 00	i x	1846 29 2002 68		1744 5	1	2102 13	800	2016 44	100	2673 05	10 55 24	1984 15 3074 77 3143 89	1 62 6 64 1 42	2019 03 317 0 0 2217 00		2116 03 1260 16 3702 41	107	216523 3184 26 2354 99
1	termosita - Burgamin I 10 Burgamin I 10 - Mogales		130	1722 00	1723 08	1315 6		1901 100	1	0 10130	9	1005 88	1 so	261377 1710 88		17/4 58		1033 11	115	1892 50	165	1953 82	6 33	201712
ij_	Berjamin I M - Cabrica Cabrica - Ma Panasca	1	165 165	520 B	501 60	515 64 515 60	100	530 80	- 1	345 1		582 76 561 27 514 28	- 37	500 31 5/1 27	230 236 230	610 45 501 72	2 3) 2 3) 2 3)	634 67 919 64	- 16 10	852 00 929 08	150	6/0 6/1 643 65	330	6267s
	No Falesco - Wesk al	1	1	49.6	654 60	inii	10	486 17	21	I	T	516.28	329	526 65 215 66	110	210 04	2 37	350 51	1 43	373.46	250	210 21	254	606 13 220 68
110	Los Reyers - Virtupas Virtupas - Shillorerso		100	3117 5130 6	3136 50	3270 90 38 76 76		111 00 1327 63 2760 20	- 53	0 3421 <b>6</b>	)	3530 50 3012 95	167	30 36 41	160	37 13 50	1 36	3657 87 3398 94	15	307 1 80 3336 30	633	4092 61 3643 37	19	4215 60 3614 30
	Snijerene - Orlered Orlered - Jespe Jespe - Versonsk	-	10 20 34	7565 6 7671 8 7578 0	0 2565 80 0 2671 80 0 2526 00	2907 1 2008 10	134	311/80	- 10	3210 2077	31 00	3385 26	143	3127 en 3313 ez	113	100 1100	10 24 6 70	3079 06	19 47	3990 15 3900 20	10 5	1176	11 50	4335 12 6347 80
	5) Larente - PLANTA		14	956 6		64 9		862 17	30	665 6	36	569 00	106	672 51	301		100		3 10	AU 65	313	683 31		649 60
ve t	Les Arcos - Atmospa	-	1 64	122 6	0 122 46 0 50 40	1375			10		i	143 11	10	144 76	122	165 25 53 54	137 106	161 56 54 11	(d)	164 63 34 66	131	171 E	110	191 64 55 76
[	New Compo - Compo New York of Composition		34	1170		-11116	7	1	13	1	1	1	- 10	115.64	10	,	184	205 87	417	211 20	110	214 56	501	222 05
	F		534	1164 4	3184 60	5207 pc		1404 15			1	3828 85 1294 12	100	57 en 55 3341 48		1367 62	18	1003 24	10 00	1191 62	10 32	1296 16	10 60	4354 00 1005 01
	Vodes Agues - Wates Rome: Vales Romes - Mapec Mapec - Salve Crus	-	66 90 76	1 120 A 5 713 2 2 104 A	0 117 20	730 3	31	108 30		764 4	1 3 5	023 40	150	653 63 136 14	198 198	146 00	2 30 2 80	1117	1 15	960 61	- 111	965 63	355	1021 76
			111	1												<u> </u>			**********					
	Promedy	125101	972		<u> </u>	J			L	. <del>L</del>		. <del></del>		<del></del>				1						

(Upp)	Tramo	bii di di K	1001/31	1931	1005	1904	twee/de	1997	resid.	1991	suwe/da	1600	reer/de	2000	Twee/de	2001	rearide.	7001	ire (d)	5017	ines/di	7001	1441/de	200	10*
X	Ometra Melkea Bulskea Celeya	10		6474 80	\$ 101 60 84 / 4 80	- 643 i 88 1138 20	19 11 16 18	87/328 164/23	76 51 70 56		21 40 21 43	8498 31 8087 32	22 21 22 30	98.62 99 8398 47	25 (7 23 2)	102 83 25 87 38 04	24 Ti	10400 J2 9093 59	75 00 25 14	11133.06 6400.59	20 10 20 10	11581 05 9652 64	37 16 21 33	12053 ld 10254 8	
	Calaya - Figi ato Fagi ata - Agia Kalartea	12		1334 M 1334 M	8477 60 3334 80 8100 80	\$162 57 3540 88 3337 08	14 45	9456 69 3758 72 3581 37	14 81 6 76 9 21	9760 25 3992 07 3663 03	15 54	10073 55 4238 78 4158 54	15 86 7 61 19 73	10396 81 4500 73 4478 50	16 40 8 10 13 55		16 02 100 12 43	110/5 11 507421 518471	17 17	11430 67 5347 80 5519 78	18 03 8 69 11 40	11/67 54 \$720 11 8004 67	16 60 19 29 15 49	12178 21 8074 3 \$462 5	
	Agunical order - Otcodo Otcodo - F. Perce for F. Perceto - Inredo	12		2787 80 2829 20	2118 / 80 2629 10	2906 g7	18	3221 42 3000 91	3 80 108)	3453 03 3335 00	8 34	1772 PA	601 601	4001 98 3004 04 4355 67	461	4302 11	12 02	462 6 77 6 5 7 9 5 1 46 3 1 92	6 65 1 7 7 12 40	49   1 67 495   132 4776 43	10 /0 8 4 3	\$344 49 \$300 30 4923 46	11 50 10 21	\$765 \$ 5809 0 5678 1	
	Terrein - Comer Pelector Gamer Pelecto - Escalan Escalan - Jimenat	10	'	1000 80 1000 80	1735 80 1660 80 1456 60	3832 15 1750 16 1520 67	10 11	1672 34 1631 56 1588 42	1 12	1903 31 1903 31 1654 74	10 6) 5 84		3 67	2065 64 1761 55	13	2146 26 1867 27	1/3/	2230 00	161	2323 25 2023 81	120	2422 25 2102 19	-11	2522 12 2103 /0	
	Imeria - Cresinsa Cresinsa - Cd Jarid	iò		1616 60	1444 MÓ 1688 60	1501 75	120	1565 16 1846 26	142	1028 00	343	1095 42 2021 81	3 9 ? 3 5 0	3794 50 2114 63	115	183654 221160	3 63	231321	167	1 000 51 24 19 30	8 80 6 30	2010 84 2530 44	111	2155 1) 2640 M	
8	Hartanica Averado Averado inglitudado	10		12214 MO 8250 80	12314 so 6250 so	12407 56 8434 22	K N 02 61	1280134 863147	10 61	12807 22 8430 12	16 17	15004 24 7633 33	17 65	13209 45 7249 39 12268 00	17 30 11 54 10 78	1341 7 86 7483 74 12580 81	1/4	13029 83 7647 70 12901 74	17 85 12 30 20 28	13444 70 7918 33	18 13 12 67 20 70	1408.51 / 8155.68 13568.12	19 42	14785 00 8400 51	
	ing Busheren - St. Lise Potoel St. Lise Potoel - Sellia Serile - Ramos Artipe	23	<b></b>	10618 80 10808 00 11184 80	10906 50 10906 50	11082 63 10981 80 11472 65	17 43	11375 48 11185 10	10 44	11565 57 11500 72 12114 94	10 33	11853 64 11814 70 12446 37	11 80	1213724	16 51	12 80 8 50	29 62	12808 36 13508 89	19 3 <i>j</i> 20 5 <i>j</i>	13154 86 13841 73	19 05	1351780	20 34	13886 0	
	Ramos Araps - Market by Marter by - Halbus Larects			3732 40 7677 60	8732 40 7871 80	\$025 18 \$334 20	13.01	9325 86 8709 Ja	- 454 16 17	9937 14	17 (0	9954 98 9502 51	1, 13	10290 46 9921 28	18 97		1850	10834 81	16 08 20 3)	11314 87	10 40 21 28	11726 58 11824 88	27 23	1211704	
ē.	Mérico - Currimaco Cuarrandos - Arigalico	15		338 80	466 00 336 86	561 76 146 32	) 08 1 00	518 /8 353 18		536 51 560 17	311	556 18 367 51		546 07 314 56	3 20 7 31	536 21 361 50	111	586 57 384 56	1#	577 (1 307 21	151	547 64 406 14	154	598 71 413 18	
6X_	laredo-Dreige	18	1	160 66	180 No	190 14	100	202 54	111		111	213 80		22131	133	21 7	7 30	255 14	144	347.26	354	249 60	16	21711	
×.	Overgo / Percety	31		154 40	154 40	163 Bo	2 61 6 18	164 37	111	175 14	121	1646 57	2 29	1070 14	2 36	1005 48	2 45	200 25	2 3s	20767 114697	261	214 17 1373 16	ž to	721 47 1200 76	
<u></u>	Puete - Amorne Amoroc - Tahus an Tahus an - Tomalin	2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3		4120	60120	620 50 667 16	10	840 42 50124	170	800 81 511 61	3 X	842 19 376 19	3 46 3 75	704 00 516 95	161	776 50 549 05	361	750 072 541 14 277 08	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	174 00 572 63 293 23	186	700 84 584 31 289 51	1 10 1 50 1 66	824 51 500 21 205 84	
E	Torrellis Orises May larrey - Metericiae	12		211 86	211 60 2166 60	2200 14	387	2234 \$1	\$ 12	253 /g 22/0 03	120	256 ái 2308 ái	3 29 4 30	265 17 2342 15	5 35 8 46	gri ne ggrā ch	150	211 08	166	265 75 3651 84	186	3/13/22		2517.67	
11	Coetracoecos - Teops	20	, 1	705 60 830 40	705 60 830 60	11 64	18	755 11	101	150 33	315	766 66 921 82	117	761 72	12	767 65 976 95	170	917 41 906 56	111	431 21 1022 67	14	\$1\$ at 164\$ \$7	2 40 3 76	665 04 1077 54	
	Terpera - Campada Campada - Campada Campada - Matis			1206.00	704 40 17m8 00	1702 61	18	134 67	2 18 2 00	134 13		11173	121 210	790 54 1400 70	2 26 2 22	1450 00	137	996 56 836 74 1467 76	jų jų	1496 51	10	676 63 1530 43	110	900 61 1561 0	
5_	Cérdate - Nove Borce Nove Borce - Free Vales			3413 66	3842 80 4514 40	9667 50 4660 67	- (1)	6116 02 4411 67	- 15	4234 20 198 f 5 j		4364 14 5179 52	16 12 8 00	4483 /5 5394 64	10 42 14	4627 22 5400 23	16 /3	4764 94 5643 24	1105	7608 13 3420 10	111	505 ( B) 8614 85	16 50	570 I B	
	Rod Ore Helet Agus	1		3021 60	431 80 362 86	40V5 18	113		11 11	4841 60	12 17	431754	12 54 6 08	\$180 \$/ 4580 17	1361	1	13 46	5540 86 5021 21	1387	\$130 46 \$204 05	178	5626 67 5361 34	11 11	8129 11 3585 4	
QX.	Nara Beza - Vesona		4	111130	137 20	135 62 1'04 67	1 20	967 63 7756 48	18 53	1004 40	344	1335.76 8184.08	3 64	1236.80	114	1261 54 6821 60	1186	1511 56 1640 52	475	1 ed 6 30 9063 15	5 02	1507 16 8322 64	1784	1871 51	
=	Perjume - Perjume Perjume - Cularitative Cularitative - Colline		0 11	7588 M	7506 48 9874 00	1101 40	1133	7949 30 4264 21	1361	8182 23 4399 50	14 60	6400 31 4513 80	13 18	961364 4630 96 2607 60	14 74 12 30 8 84	6472 41 475 1 70 2475 42	1 1	8056 81 8874 54 2945 71	13 50	9286 65 5001 09 3617 29	15 50 13 50 8 78	9/322 74 9130 92 3090 81	13.65	9764 67 5764 1 3163 1	
-	Colme - Maraido Parjamo - Alto	- 1		3180 00	2100 00	2550 51 302 60	101	2612 48 407 21	5 25 3 15	2075 87 423 61	7 31	1	231	45321	19	400 00	7/1	456 11	187	504 57	346	527 64	2 78	541 50	
	htmps: Torut Torut Tapachia		,	612 40	632 46	\$44  3 247 60	104	857 30 291 01	4 18	8 / G 13 204 M		6A3 16 20174	177	696 51 301 22		716 64 364 16	140	723 84 308 23 175 20		/ 14 06 511 74	37	732 Jis 215 10	4 76 533	767 j.	
E	Tapachile - Cd Histigo	i		284 40 176 40	176 46	170 34 510 10	103 300	178 94 128 73	2 99	552 11	7 66		) N	160	314 196	332.36	3 94	175 20	3 M	1/8 17	2 14	1/4 66	7 96	174 è;	
-	Citodose - Sr. Luis Potosi Sr. Luis Potosi - Cirdente Cirdente - Ismanopo		12	1934 00	1404 30	1532 65	- 13	1500 57	- [1]	1987 80		1740 20 1698 32	1 33	1813 55	165	1866 17	100	1876 16 1928 07 1811 37	104	2081 75 2011 36 1864 04	471 842 176	215102 209425 371649	16 24 16 24	22 44 16 21 18 00	
	Tamascoo - Tamuln Tamuln - Tampico		1	1500 80	1286 40 1504 66	1991 62	317	1371 6	1 10	1000 1		1726.00	3 77	1510 p4 1784 bo	5.51	1500 35 1815 58	6	1908 46	i i i	1973 8	634	2040 87	178	211016	
U	Artel Cranto - Cales Cales - Marter by Marter by - Parecton	- 1		550 kg	146 80 350 80 1858 80	9A 50 344 00	10 20		10.60	764 } 670 4	10.00	2000 34	10 40	2049 83	1116		118	1011 12 871 24 21 36 29 24 33 95	12 65	1602 10 030 22 5112 06	1100	175 (1) 601 (1) 2214 (1)	110	1200 6 1060 4 2258 3	
	Perectin - Ocense Perecia		52 5	204 i K	7044 80	2006 53 544 22	10	jian ik	10 40	2201 \$	1 ×	2258 64 2 856 30	3 3 i	7313 76 684 hz	100	23/4/3	561	2133 93	165	2195 20	6 10	2558 76 767 14	8 76	2672 C	
N	Misco Tokes Tokes - Achresia Achresia - Akro	-	bo e	1306 20	1000 80	1162 16	1 7	1230 34	10 23	1477 2		1950 86	11 82	1301 52	11 16	1800 B2	15.21 6.63	1700 26 1721 86	14 04	1700 35	1561	1834 62 1951 78 2057 65	18 00	2008 ši 1936 či 2132 3	
	Ajra - Catrotan Catrotan - Catrota Catrota - Apatargan		61	1197 & 1197 & 4 %	1387 96	15-46 140 14-46 827 1-84	7 2: 3 1: 3 0:		177	1551 0	13		9 07 7 47 3 34	1764 14 1671 18 5 56	6 37 3 56 3 48	173243	3 5	1/98 11	360 160	1862 63 6 04	1 80 3 80	1030 30		7001	
ViC_	Capus - Chas Cacas			1386 60		1458 73	31	14631	522	75/18				1854 90	550	1/18 81	312	1762 55	3 60	1847 76	400	1915 45	315	1985 5	
<u>a</u>	Chings Oftwise Chings A. Le Julia			64 K	1017 60	66 82 1876 51	107	71 26 1100 23 890 M	1 22	11367	10	74 24 1164 13 642 18	1 00	75 76 1200 37		173336		18153	115 164 144	80 54 1302 53 1033 65	4 07	1334 44 1334 44	1 20 5 13 6 19	83 e- 11/5 4 1082 b	
=	La Jute - St. Reised St. Reise - Subaga Subaga - Topottampo		41]	656 20 673 K 621 20	672 40	892 55 434 06		915 17 14 2 26		914 24 460 7	6 4	955 65		677 63 191 52	173	1000 53 496 67	1 61	1023 es 500 34	[]	1047 17	120	1671 47 535 86	137	1095 2. 548 5.	
4	Names Arigns - Paradin Paradin - Cd forting		68	2433 44 2018 0	6 2132 60 0 7916 00	2451 84 2903 24	- 60	- 323333 201124		2500 Å 3000 0	17		160	2542 91 5150 97	- 11	204 72 1211 11	1 54	2016 81 3263 19	1007	2644 38 3318 65	16 7)	2072 18 3360 77	688 10 40	7100 2 3024 X	
E	C4 frette - Berde in Berde in - Redsereg ss		11	3840 00 1136 4	0 3840 00	38A2 82 1846 84	15	1025 77 1064 70	10 10	3969 3 2949 2	10 4	60 13 36 2222 18	113	465) 00 2383 42	12.25	4102 05 2515 14	6 82 15 03	2015 01	13 80	4194 54 7843 65	-45	4741 14 3074 51	1164		
10	Brey Baro	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	60 51	516 4 5/60	5/8 60	526 86 560 35	10	\$35.65 \$11.42 236.61	110	\$11 g \$31 2 26 3	13		376	562 60 679 21 200 14	120 134	971 69 703 52	111 211	\$41 32 728 84 275 80	134 256	560 61 194 65 764 76	100	800 08 181 54 292 10	111	616 5 809 5 301 5	
-	Bars - Escalón Facilitación - Apiraco	-	62	224 4 3874 8	0 3476 RO	251.13	71	403001	131	41073	77	4186 24	-14	4200 62	111	4344 54	785	411703	1 30		713	4003 00	- 11	4692 2	
E	Agraco - Esperaro Esperaro - Córtico Córtico - Venera	1	) 	355) 2 4764 8 464 0	6 3553 79 0 4764 60 0 468 00	5650 77 4 368 91 480 50	10 1	4518 82	16.00	4648 0		4161 12	15 00 1/ 05 6 6/	4022 41	160)	5083 75	16 67 16 50 1 63	4295 11 5213 17 562 80	10 02 10 56 1 22		70 15 70 15	4538 23 5520 90 503 25	79 /1	9054 71 Neb 16 909 64	
Ē	Commingra - Topic		14 - 0	3567 6 3508 4	354760	3600 84 3604 23	6 i	1764 42		38/5 0		3960 55	6 66 0 71	400 j 05 402 j 6 j	- 114	4704 62 4) 15 67	/ 8/ 11 80	412134	(1) (1)	446130	17.6	1 1564 50 446 ) 78	7 64 17 61	4691 30 4417 1	
=	Dien-Siege		76 16 61 0	33440	0 3384 08 0 2886 00	3472 32 2906 32	- 13	35A2 95 3048 28	1 5	3835 8 3134 3	6 4	6 5251 30 6 3221 01	1 64	3848 27 3311 76 2018 02	163	1646 74 2404 08 2611 08	700	4052 83 3490 07 3006 29	110	4309 83 8158 61 3595 89 3164 56	111	4207.15 3867.04 3208.11	151 167	4376 5. 3800 10 3318 9	
=	But ege - C4 Otregtis C4 Otregtis Empatre Empatre - I terroute	=	37	7400 8 1544 8 2454 8	2434 80	2479 44 1633 80 2417 34		2002 BA	33	7643 2 7660 8		180137	8 82	1860 48 2819 44	100	162133 2673 an	7 36 8 55	1064 15	13	2046 63		2119 03 3256 16 2262 41	102 165 195	2185 F	
]=	Berjamin His - Nogeles			1406 4	0 1722 00	1512 81	- 1,	1502.00	1 2	18132	1	s leef as	5 80 7 85		100	11/8 54	- 12	71 63 69 1933 11	1/3	1		1953 67	7 25		
j.	Berjanini H. Cabarca Catarca - Pie Periesco Pia Peresco - Medical			920 à 301 à 450 à 450 à	W 100	535 84 513 80 472 70	10			548 g 515 7 500 0		501 276 501 27 51 2 6	221 221 221	500 37 517 27 528 63	2 X0 3 X0 2 X0	61615 50272 54161	2 1) 2 1) 2 1) 2 1)	\$34 02 \$10 94 \$39 51	7 13 7 13 7 13	952 00 626 05 575 46	150	970 97 645 65 581 86	- 13	689 71 864 30 804 7	
V.	Los Reyes - Wetepec	-		2112	0 31120	312 13	65	715 60	800	2140	88	0 111 64	980	713.84	100	210 64	1 80	21178	6 ôc	21875 301380	000	210 /1 4002 E1	600	220 64 4215 80	E
=	Malapac - Sh Larasa Sh Larasa - Charta Charta - Jaspa	7	10 26	2565 6 2616 2616 2626 0	0 2565 80	3230 90 2010 19 2002 21		376026		2494 7 1248 4	3	101295	10	3136 44	10	3783 06	1921	3328 Bi	16.9	353 30	8 00 11 12 16 6	3663 37	13 50	3434 3 4333 1	E
	Jarepa - Versonia Sn Loreres - Aucts		4	838 4		2000 95 656 95	15		1 60	T	1		6 70 2 06	3313 62	50/	3106 kš	100	3094 0J 878 76	1634 3 10	3000 20 682 03	3 12	411) 35 685 31	113	4347 <del>6</del>	
150	Lee Arcoe - March go	];		177		127 54	18	1210	10	137 6		10381	107	148 26	12	155 23	137	181 30 34 11	1 12	164 03 54 66	T 51	177 kg 35 22	1 25	(8) 6. 45 7(	E
  ₩	Alertrye - O.m. de Xeleriot - O.m. de		i si	ומו				-	13		1			18.8	153	200 80	183	703 17	111	21136	150	210 56	5 61	200	E
Œ	Contreconcos - Warles Agus Wadas Agus - Walles Agus		1	3164 2	1120 10		-17	1204 34		1241	3 6	0 3828 65 6 1294 12	600 462 377	2746 5s 1341 48	134	3867 82 1380 54 884 67	I Mi	1103 24	10 00 5 14	1464 23	10 32	6256 18 1549 62	16 60 5 5 1		
E	Mates Romers - Nespet Interpret - Salma Cruit	7	1	112	101 101 10	110 81			- 11		13		150	853 63 136 16	745	146 06	1 30	13431	19	960 83 163 81	1 13	#1 62 172 62	33		_
E	Primedi	12163	623							1									,						

Tabla IV.3.2.

<u> 99</u> 7]	1001/4	1994	tire (di	1000	Beres ide	2000	[ Twan do	2001	10 ands	2007	FERT! II	jour 1	Karas (di	2504	Envision)	2001	runs/34		1404/41	2097	ra er/di	20/3	1441/34	20.0	twei/34	2010	1001/0
120	20 54 20 54	8129 90 3751 97 8760 25	2 1 40 21 62 15 50	0106 31 667 32 10072 45	27 j) 27 30 15 88	9192 96 9190 47 10300 91	23 17 21 21 16 40	10783 25 6739 84 10730 66	74 11	10630 72 9095 14 11675 11	700 514	11133 00 9 400 69 11430 82	20 fc 76 fc 16 0:	11553 85 9852 84 11707 54	27 18 27 23 18 80	12053 10 10254 91 12179 24	24 26 23 34 19 20		79 50 79 50	13049 17 11108 61 12978 51	30 80 30 70 20 45	1357767 11567705 1339666	31 Å3 31 Ø1 71 11	18127 56 12033 78 13818 58	13 12 13 26 21 78	14593 73 12574 76 14700 09	34 17 34 63 27 49
131	- 6 76 27	3902 07 3465 03 3461 83		421A 70 4150 54 1722 15	103	4900 73 4476 58 4001 98	à 10 11 55	4778 64 481791 4302 11	8 60	507421 318471 462177	6 13 13 38	5367 50 5379 79	14 40	\$120 f1 8004 p1	10 29 15 10	6074 31 6467 55 5745 33	10 83 18 87	6449 70 6951 99 8176 21	11 90 17 94 13 79	5849 29 7484 30 6639 15	13 32 19 31 14 29	121152 805132 113141	11 04 20 74 13 38	7 220 90 898 11 78 72 71	11 88 22 17 18 31	8106 05 8379 72 8248 17	14 75 24 07 17 75
2 3 4 2 3 4	3 66 16 63	1335 00 4006 27 1808 31	16 67	38 10 23 472 4 08 186 4 08	1111	3904 04 4355 97 2055 04	11 86 11 86	4230 48 4481 13 2146 28	9 0Å	4578 51 4631 92 2236 99	12 40 9 62	4957 12 4778 43 2328 25		5 366 10 49 25 46	10 21	5809 02 5078 13 2572 12	11 05 13 50	6248 26	11 08	8507 (4 5401 81 2712 13	12 95 14 45 6 08	7,358,82 555,932 2643,59	74 01 14 81	1976 54 5743 29 2959 61	15 17 15 37 6 15	5636 90 5622 15 9030 36	16 62 15 85
9 42 5 10 6 26	1 42 1 62 1 11	1654 74 1678 96 18 33 10	164 164 243	1727 15 1889 42 2021 81	5 97 5 97 5 50	1791 55 178 1 50 2114 63	0 12	1867 27 1838 54 2211 68	0 3/ 6 3/ 5 8	1046 01 1911 52 2313 21	9 67 9 57	2023 91 1989 51 2418 39	1 ix		7 18 3 17 4 4g	2193 78 2155 17 20 41 58	7 18 7 40 1 70	2793 h6 7215 10 2764 00	17g 17g 17g	2127 73 7334 81 2693 12	6 11 8 08 3 14	2475 45 2129 87 3028 00	9 64 8 41 5 54	25/7 18 25/28 61 3165 99	\$ 78 \$ 75 5 62	76.83 11 2612 19 3212 35	10 02 15 a1 9 11 9 15 9 41 5 88
3 34 11 42	16 51 10 61	13802 22 8430 12	16 17 10 93	13004 21	1743	13200 45 72 05 50	3/ 30 11 30	134174	- itu	13679 85	17 45	13844 70	1011	14083 17 8155 85	18 42 13 05	14285 09 8400 55	1871	14510 51 8652 57	18 01	14738 48	19 31 14 28	1497207 017831	19 91	(5208 5) \$454 90	10 02 15 13	1544 32	
5 10 9 80	1 14 16 44 1 16	11665 57 11500 72 13114 90	19 13 17 35 18 43	11043 64	19 80	1276A 09 1211/24 12192 8/	14 31	12580 93 12458 56 13146 98	20 62	17901 ) ( 17806 98 13504 08	20 28 19 32 20 57	1323874 1315476 1346173	70 76 19 8	14,84 17	21 32 20 38 21 72	1391431 13836 83 14654 54	21 62 20 65 22 17	14,458 92 14296 05 1508 3 14	27 45 21 57 27 84	14632 78 14653 51 15479 90	23 00 22 10 23 31	15005 81 15055 81 15956 12	28 54 22 11 24 22	15384 56 15496 62 16345 33	24 18 23 33 24 88 12 85 27 87	15780 97 15888 85 18795 25	20 21 15 54 34 80 23 97 25 57
13 06 10 14	18 17	9854 14 9095 93 528 31	1710	9054 96 9502 52	1,07	10266 46 9927 28	18.07	10526 89	10 50	10012 84 10834 61	10 06 70 17	11348 87 11318 92 577 11	16 40 21 26	11621 64	1874 22.71	12117 08 12353 65 528 78	11 10 21 23	12520 58 12905 85 609 92	11 47 54 27 367	17937 51 13457 53 624 26	11 85 25 35 3 74	1336433 1408520	17 25 26 48	13813 50 14714 81 544 58	- 11 ii	14275 48 15372 56 656 54	15 /38 28 90
13 16 12 54	3/3	300 17	316 216	11160	123	174 34 221 31	232	313 00 228 27	157	566 57 368 56 235 14	) (! ) (! ) (i)	391 21 342 20	350	405 14	] 54   56   282	257 17	1 65	131 34 264 94	2 14	429 88 272 98	1 80 2 95	637 k2 438 18 281 26	295	440 87 289 78	3 66	455 71 764 58	1 M 4 O 1
9 II	754	175 Tá	335	11171	7 29	187 21	1 19	185.00	145	200 25	7.55	707 87	28	214.12	210	20142	2 80	278 98	2 67	238 28	2 99	244 62	3 04	753 16	1 70	201 //	
69 84 40 12 67 28	130	1022 94 660 91 917 53	3 57 3 30 3 19	1046 57 682 10 520 16	6 11 1 46 1 25 5 29	1810 ) 4 704 09 538 95	3 3 1	1095 49 726 54 548 95	41	1120 18 750 02 581 14 21 108	1 30 1 74 1 49	1149 87 779 00 572 83	131	584 31	9 83 3 99 1 60	1200 26 424 58 598 23	10 03 4 11 3 67	1727 99 851 06 806 32	10 26 8 25 1 15	1256 35 676 36 620 60	10 52 4 34 3 82	(2 (5 3) (6 3) (1) (6 3) (1)	10 77 4 52 1 90	1315 G1 935 67 646 38	31 01 4 4 1 3 24	1345 44 905 71 636 57	112) 4 62 4 08 4 11
14.65	3 13 6 78	25 1 6 22 16 91	126 (7)	254 41 2505 41	5 20 8 36	285 () 2342 (\$	5 35	2/1 ce 23/6 ce		21108 2418 55	1 50 4 54	261 21 2154 80	154		300	195 84 2532 62	2 74 7 02	30251 157251	3 82 7 13	309 23 2613 02	3 90 7 24	318 08 2454 28	7 33	323 (1) 2008 00	1 04 1 i i	156.28 2156.56	756
15 11 14 82 11 82	164	156 33 641 62 156 34	113	10 M 10 M 11 22	111	76j 72 943 90 790 56	12	707 00 970 03 018 41	- 12	91441 90656 83674	231 160 234	1022 11 1022 11	370	\$46.58 1048.67 874.63	2 40 178 2 50	500 04 1077 59 900 81	2 v5 3 99 2 %	865 67 1100 04 1723 24	2 51 4 90 2 62	102 21 3133 24 046 23	2 54 4 10 2 69	920 95 1163 21 909 10	241 421 215	840 01 1195 97 991 94	2 00 4 12 2 82	959 41 1277 54 1010 68	2 12 4 41 2 00 2 14
ú6 61 18 92	156	1316 93	36	1377 36	2 21 1 16 16 12	1406 16	122	1456 M	1013	1967 28 4784 84	7 10	1498 51	111	1530 41 305 i 57	1337	1501.03	12 06	15 an 12 5154 40	17.47	1630 37 5515 46	2 53 12 78	1663 C5 5678 30	2 63	1700 51	13 56	1736 74 6021 86	
5) 43 5) 43		496 7 5 7 4 6 4 3 60 4 300 1 6	(2 () (2 ()	\$128 52 \$000 28 6517 54	12 5a 12 5a	\$294.64 \$190.57 4580.17	1381	\$400 23 4337 73 4844 00	6 60	5544 95	10 90 13 62 9 97	5426 13 5730 48 5204 63	18 32 14 mg	0014 85 5426 41 5391 39	18.65 14.68 9.67	6709 83 9129 15 5485 48	11 00 15 10 19 2	4411 03 11 8269 5760 %	13 30 15 92 18 33	89 16 75 8555 58 5994 8A	18 71 18 47 18 78	6433 26 67 19 76 62 18 69	12 17 12 11 17 03 11 09	7054 59 7011 89 8434 28	12 50 17 81 11 40	7283 16 7251 42 0005 91	13 95 12 41 16 22 11 90
10) 03		1061 40	J&4	1135 20		7218 00	!!	136150	10	1377 56 8840 52	n	1 459 30 8083 15	50		5 30	167133	112	1782 85 9821 Ao	<b>ā</b> 10	1981 59	0 50	207924	14 03	2163 12 10620 28	7 60	3307 40 10900 66	7 40
14 49 14 30 148 27	1055 1141 1154	1973 51 6 102 23 4330 50 2613 61	10 \$1 14 02 11 80	4513 80	11 18 14 27 13 18 3 50	6490 14 8611 64 9630 96 2807 60	1250	662190 663241 475129 287542	16 11	8549 32 9056 61 4574 54 2045 71	17 00 15 50 15 18 5 92	9083 15 92 M3 85 500 1 09 30 1 7 79	12.5	8322 94 9522 74 3130 92 3093 81	12 64 16 29 13 85 9 21	9/68 07 8784 82 5264 11 3165 71	12 96 16 71 14 71 G 36	9421 Ag 19012 94 \$400 77 3242 84	1132	10/80 98 10/90 98 5540 67	13 87 17 57 14 98	1052774 558482 340214	18 01 13 55	10/95 15 58 12 40 3 484 62	19 47 15 15 100	11089 34 5983 81 3106 50	18 84 18 14
112 46 401 23	111	422 61	155	27 60 06 037 33	111	451 21	7 54	469.06	7.0	[	237	501 17	26	322 68	j 76	541 86	2 86	56 i ji	2 95 2 95	34163	86°	602 61	3 10	6210	139	847 57	141
557 30 291 61 178 08	167	8 fa 1 j 26 t 38 175 92	12	663 ià 2077à 1/5//	153	005 51 301 22 175 81	2 51 3 18 3 90	710 00 304 16 175 45	321	721 14 306 23 1) 5 29	1 54 125 2 98	738 06 211 78 175 13	371	252 45 315 30 174 88	4 76 3 33 2 44	707 12 319 64 174 82	4 85 3 37 2 97	7 62 08 322 73 174 mb	4 95 3 40 2 5 7	797 53 326 46 376 50	3 04 3 44 2 87	812 44 550 23 114 55	5 10 3 46 2 87	829 73 334 05 174 19	\$ 24 3 53 2 98	312 M1 378 03	9 54 3 56 2 95
125 71 500 75	104	552 () 1807 64		33£13 1140.70	719	345 46 1915 55	321	352 X		330 27 1978 16	29 104	386 18 2061 15	7 34	373 64 2151 03	2 19 4 19	341 04 27 14 18	2 43 4 58	18 5 5 4 234 1 34	2 13 4 78	198 28 2442 72	2 53 4 99	404 11 2548 45	2 54 5 21	412.33 2654.64	2 61 3 43	420 29 21/3 90	2 88
160 57 371 61 613 18	1 10	1921 90 1319 17 1609 18	313	1698 32 146 1 10 17;8 02	70 81 1/2	1510 84 1510 84	100	1844 22 1560 11 1845 56	102	1973 07 16 11 17 1908 46	81   82   832	2011 36 1664 66 1873 46	850	2098 25 1718 48 2040 67	10 2 4 8 02 9 70	2148 90 1774 67 2110 19	10 64 8 28 6 97	7283 46 1832 75 2182 05	13 13 8 35 7 25	2382 10 1892 61 2256 17	1 13	2 455 01 1954 52 2333 22	13 13 6 12 7 75	2592 34 2014 43 2412 89	1265 6 81 7 99	2104 35 2084 44 2434 87	13 20
111 80 81 90 91 91		768 33 970 41 1879 90	18 60	15 80 2009 34	1 96 10 40	704 B	1 66 11 18 31 02	847 14 816 00 2086 13		1011 12 471 24 2130 20	1 50 1 45	1007 10 830 72 2172 84	11 84	1315 87 891 2 721 8 18		1260 64 1060 44 2254 33	4 00 15 10 12 15	13/464 113223 230212	18 22 12 30	1854 38 1258 54 2348 00	17 VA 17 43	1587 18 12907 1 2384 18	1 6 7 5 4 2 6 8	1677 92 1378 11 2491 21 2697 15	5 44 26 02 15 15	1907 27 1473 41 2489 22 2976 16	11 1/2 11 1/2 11 1/6 17 75
611 O	6 75	2203 12 934 14	5 39	77% 84 650 30	5 52 8 56	231579 684 82	175	2006 13 3374 13	154	2433 95 734 65	5 <b>9</b> 5	2495 29 761 44	6 13	2558 16	111	2622 63 627 99	6 4 1	2088 72 860 61	#57 # 11	2758 87 882 32	12 43 6 74 6 46	2025 94 WJS 00	0 AS	(65.50	18 21	1901 09	1.75 10.80 21.47
230 54 415 76 603 14	10 25	1331 33 1477 25 1661 34	10 90	1530 00	11 92 6 18 8 61 3 41 3 14	1501 53 1502 04 1104 11	1 51 1 57	1600 62 1655 60 1648 61	i iz	1918 03	14 04 6 21 6 96 3 00	1818 87 1790 55 1095 37	0 11	1938 92 1861 79 2057 65	10 06 9 95 9 85	7006 59 1936 62 2132 34 2001 21	11 05 16 35 16 00 4 30	7203 30 7013 32 2209 74	18 76 18 76	2549 72 2091 85 2799 96 2150 79	16 58 11 18 18 74 4 62	2503.74 717.10 2373.00	20 to	2068 98 2284 08 2459 25 2331 58	22 02 12 11 11 53	2845 18 2354 40 2548 50	11 95
100 07 3 00 489 11		1354 98	1 34 1 24	1600 32	334	1611 16 5 50 1656 60	] # 150	1712 61 571	150	1706 11 \$ 96 1782 55	3 m	1802 01 6 04	3 to 1 40	6.29	4 15 5 8 1	1985 52	4 05	2074 85 8 84 2058 19	1 46 4 15	21115 52	182	2229 72 1 09 2211 81	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2393.79	1 9 7 8 5 4 8 60	7396 39 7 46 2316 46	5 15 1 67
71 76 100 2)	104	13 14	100	1164 13	100	15 10 1200 31 964 54		17) 16	133	16 63	113	80 55 1307 53	111	1374	1 20	85 65 1575 42	3 73 5 25	85 8 9 1415 39	125	92 40	120	\$9.28 1192.44	1 31	97 32	133	18 ce 00 8161	1 36 8 22 7 07 8 41
890 AA 813 () 440 26	- 13	870 64 834 26 460 77	\$ 56 6 13	\$42 46 655 85 672 47	144 113 142	904 54 911 83 484 57	5 0 1 0 13 4 54	967 31 1000 32 498 87	9 74 9 88 4 85	1010 21	3 84 104 4 71	1031 45 1047 27 322 54	120	1054 04	9 18 7 17 5 07	1042 60 1090 72 549 53	9 30 7 54 5 15	1108 14 1121 54 563 54	8 45 7 71 5 29	1134 87 4147 45 577 41	9 60 7 89 5 61	1160 61 1171 95 502 63	6 75 8 87 3 55	1187 78 4201 07 607 76	6 91 6 26 5 63	1215 56 1215 82 621 21	7 07 8 45 3 84
148 13 2011 24		2500 å3 3000 01	18	25 56 18 31 00 60	6 38 6 90	2562 61 3150 82	1 ig	2 <sup>4</sup> 89 77 3211 17	954	2619 61 3263 19 6148 19	9 6 8 10 8 7	364438 5319.03	9 78 10 21		10 40 0 94	2700 21 3124 36 4788 17	9 99 10 57 10 05	2724 57 3476 23	19 10 10 74 10 18	2757 22 3536 21 4185 30	15.28 18.91 16.2)	2795 11 3595 48 4412 56	19 31 11 09 10 30	3815 42 3651,71 4464 76	10 42 11 27 16 50	2844 PA 1710 87	10 53 11 45 18 62
90.25 72 90.4 26 535 65	16 id	3988 30 2088 22	18 83	4013 38 2222 18 553 47	11 52	4657 90 2363 42 367 68	0 51 12 25	251534 251534	) 82 ) 383		9 72 11 66 5 36	2843 85 2843 85	1111	474110 307451 800 86	15.68	3218 67 810 57	13 67	4535 17 3421 46 620 85	12 13	1837 08	19 66	3878 51	20 00	411687	2134	002 64	27 60
911 42 214 91	100	623 25	1 22	855 66 252 56	3 20 2 30 1 13	676 27 200 14	138	701 52 201 95	110	275 96	198	754 65 284 76		181 59	274 130	909 50 301 57	14	938 39 310 62	1 30	9:4 33 338 94	305 1 (1	699 32 329 14	1 47	631 43 330 43	151	952 64 349 51	160
1030 81 1731 07 1314 62	7 27 14 16 16 94	4649.00	17 44	4 (86 34 3050 66 6 (43 32	13.60 13.60	4200 82 4084 54 1922 51	14 17	434354 418052 505373	10 00	4437 05 4295 51 5213 17	4 00 16 92 19 56	4517 13 4+1505 5 364 87	20 11	1320 94	17 67 26 7 1	4692 25 4658 74 5651 65	16 39 21 32	478234 478681 584636	863 1866 2194	4878 18 4919 32 6017 33	10 34 10 34 22 97 6 23	696 ) 75 5053 17 6192 23	19 6 1 19 6 1 21 23	5063 13 8191 93 8372 93	20 45 23 8 1	\$150 34 \$134 50 8557 86 694 66	21 (U 24 (0) 24 (0)
483 12 188 12	134	Diti O	0.51	1960 55	6 57 6 59 11 10	552 90 404 i 64		\$48 14 4204 62 41 53 87	181	4371 34	1 72 1 31 13 13	5/1 62 4441 30	14	1 1591 50	7 61 1 66 12 41	6(9.0) 4891.30 4617.11	7 hi 7 89 13 17	625 55 4821 55 4745 91	6 02 8 11 12 54	4843 74 843 04	135	5002 94 5014 44	6 45 8 53 14 30	979 79 5234 32 5154 35	0 88 0 80	3379 62	15 11
5704 79 5542 85 5048 28 7558 53	18 57 6 33 7 46 5 13	3655 84 3655 84 3134 36 2643 22	18 86 6 48 7 85		0 85 / 41 5 00	4023 61 1849 21 3311 10 2818 92	63	1948 14 3404 08 2011 09	76	4052 81 3499 07	13 77 10 149 8 76	4369 87 8158 61 3196 88 3104 59	131	1767 13 3697 84 3706 11	9 87 8 65	118 52 1800 18 3310 95	7 76 9 72 6 90	4492 60 3906 21 3416 22	7 67 9 47 7 12	46 18 08 40 19 20 3531 01	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	473034 413727 364645	1001	4853 95 4342 37 3765 73	10 20	4980 53 4380 73 3886 87	8 61 18 50
16A9 29 2002 68 1833 26	1 40 1 44 6 10	3/44 53 7690 91 1891 54	174	1901 57 2762 13 1951 71	8 82 9 90 9 80 9 80	1670 45 2879 44 2811 77	161	1821 12 2973 06 2077 81 1773 14	1 28	1964 15 3874 77 2143 89	13	2019 03 3178 61 2212 06		2118 03 1286 78 2252 41	8 02 9 45 7 95	2185 23 1199 20 2354 99	8 26 8 77 4 21	2250 69 5513 60 2429 41	0 55 19 10 4 47	2330 48 3832 50 2507 34	863 10 64 6 74	2109 61 3755 94 2586 67	8 12 19 90 6 01	2485 38 3582 95 2009 13	) 119 6 36	2596 00 4014 59 2754 01	1154
1992 08 330 61	7 46 3 12	1813 80	110	1005 88 5-12 76	724	1710 90	121	A10 15	237	856 02	2 45	1522 50 852 09	2 50	1953.62	139	2017 12	963 265	709 44	2 17	2149 93 729 60	1029	7219 41 150 48	2 66	2291 52 271 65 743 29	10 44 2 80 3 96	793 64 784 58	1124 166
530 60 456 17 213 00	2 12 2 12	545 72 500 61	218	20 ( 2) 51 ( 2) 2) ( 6)	224 224 8 00	577 27 528 93 215 68	1 1	507 73 544 01	337	81081 55831	2 (3) 2 (3) 6 (0)	626 05 515 46 218 15	2 50 2 50	581.85	2 56 2 54	1954 36 808 73 220 88	2 65 2 65	681 71 676 01 221 63	2 tz 2 tz 3 tz 3 tz	762 76 64) 92 227 63	280 280	772 18 017 21 273 60	2 88 2 88 8 00	224 50	198	700 50 225 50	3 05
213 00 127 63 2180 29	9 30 9 42	342   67	5 84 5 84	35 36 50 30 : 3 95	363	3636 41 3136 44 3527 46	180	3745 50	9.38	3857 97 3398 84	6 15 6 62 18 67	218 75 3973 80 5538 30 3993 65	6 33	4092 81 3583 37	9 52 7 10 11 50	4315 60 3814 18 4333 12	6 72 7 47 12 67	4542 08 3991 60 4515 12	9 92 1 78 12 58	4472 33 4153 28 9704 75	/ 13 6 10 13 11	4608 50 4323 62 4902 35	734 441 1166	4244 60 4502 61	1 56 8 16 (4 23	48.67 03 46.87 50 5122 78	0.00 1.23 4.14 14.85
11(5)) 16(2)?	J 80	2872 dg	324	313677	100 100	3313 02 072 11	0 18	3675 83 3466 83 615 53	100	3884 07	18 24 3 19	3900 20 642 03	1881	(1)7 <b>(</b> 5)	311	4142 60 658 60	12 05 3 15	4590 20 681 80	13 13 3 16	6846 33 685 27	1545	3118 76 698 56	14 16 3 10	5100 25 5402 21 781 91	14.07	3701 72 103 20	15 ki
133 46 51 43	104	137 64		160	1 17	140 20 3.1 02	123	155 2) 50 56	127	161 50	1 32	(84 0) 54 on	131	1770	1 41	161 83 55 74	) ig	189 25 56 55	1 55 1 12	198 87 54 93	111	304 k3 37 31	167	20 3 15 54 60	173	224.71 54.00	19
10100	- 131	186 30	131	191 64 36,79 95	6 63	195 89 57 46 53	1	200 88	163	205 67 3991 24	10 00	211 20 4122 62	10 3	216 56	5 01 10 86	722 06 4394 09	11 00	227 10 4539 46	521	233 a9 65 & 3 44	546	759 42 4813 10	334 1211	245 50	12 50	29173 3153 98	345
704 JA 704 JA 706 JB	1 50 5 37 2 24	1246 42	1 4 46 1 3 3 7 2 3 7	1794 12	1 62 5 17 1 50	1341 48 853 83 138 14	170	1390 54 884 87 146 08	9 20	617 25	3 14 6 11 2 96	1484 23 950 83 183 4	5 39	1548 92 955 83	5 5 5 6 6 1 3 3 1	1605 61 1021 78 182 77	5 / 3 / 1 14 1 50	1664 14 1059 06	3 64 7 42 3 70	3725 29 1007 96 754 64	6 10 7 76 3 92	1768 44 1138 34 210 21	6 14 7 46 4 14	1833 60 1176 84 226 87	6 42 6 21 6 19	1821 75 1222 87 241 68	( ) 1 ( ) 1

# CAPÍTULO V.

Análisis de capacidad e identificación de proyectos de inversión en nuevas obras de infraestructura

## V.1. Capacidad de vías.

Para la identificación de los proyectos de inversión es necesario determinar la capacidad de las vías, es decir, calcular el número de trenes diarios que pueden circular por una determinada vía en función de ciertos parámetros propios de la misma.

Para poder realizar el estudio de la capacidad de una vía, se requiere dividir dicha vía en los principales tramos que la componen, así como determinar ciertos datos propios de cada tramo, tales como:

- a) La longitud de vía.
- b) El tiempo limitador de cada tramo, que es el tiempo máximo entre laderos en dicho tramo.
- c) El tiempo adicional para encuentros, el cual es diferente para cada sistema de control de trenes, y que son:

600 seg.

Para OT (órdenes de tren):

Para CDT (control directo de tráfico): 438 seg.

Para CTC (control de tráfico centralizado): 276 seg.

#### V.2. Características generales de los sistemas de control de tráfico de trenes.

# 1. Sistema de Órdenes de Tren (OT).

El sistema de Ordenes de Tren es un sistema que requiere la entrega de órdenes escritas a la tripulación de cada tren, las cuales, el despachador de trenes se encarga de enviar a las estaciones de ruta a través de radio, teléfono selectivo o telégrafo. Además,

obliga a los trenes a que se detengan para recibir las órdenes en las estaciones, provocando demoras y el entorpecimiento de la circulación, lo cual se refleja en una baja capacidad de circulación vehicular en la ruta; sumado a esto, el establecimiento de clases y superioridad de trenes, provoca omisiones, malas interpretaciones y confusiones. Este sistema es empleado en 18,300 kilómetros de líneas troncales en el sistema y se encuentra aún regido por el reglamento de transportes de 1926.

# 2. Sistema de Control Directo de Tráfico (CDT).

Este servicio se puso en operación en 1993 en el distrito de Monterrey, Nvo. Laredo, el cual tuvo un desarrollo de 266 kilómetros, sustituyendo al sistema anterior de Órdenes de Tren. Este nuevo sistema se basa en la radiocomunicación directa entre el despachador y el maquinista para la protección de los tramos por el movimiento de trenes y vehículos ferroviarios en una vía principal. La autorización para ocupar un tramo es otorgada principalmente por el despachador, mediante instrucciones dadas por radio y grabadas simultáneamente. El sistema CDT permite incrementar la utilización de las vías por encima de la capacidad normal con el sistema OT, sin tener la necesidad de inversiones tan costosas como el Sistema de Control de Tráfico Centralizado.

# 3. Sistema de Control de Tráfico Centralizado (CTC).

Este sistema permite controlar el movimiento ferroviario en base a señales luminosas y cambios de vía a control remoto, desde un mando central con gran fluidez y seguridad en la operación de trenes. Este sistema se encuentra instalado en 1,627 kilómetros, principalmente en las rutas México-Monterrey y México-Guadalajara, lo que representa el 7% de la vía troncal del sistema. De los análisis de capacidad de los tramos se determina la necesidad de instalar este tipo de sistemas.

V.3. Modelos matemáticos para la determinación de la capacidad de las vías.

La expresión para calcular la capacidad máxima de una vía es:

$$Cm = \frac{1440}{T+t}$$

donde:

Cm = Capacidad máxima del tramo

1440 = Minutos por día

T = Tiempo del tramo limitador (min)

t = Tiempo adicional para encuentros (min)

Para determinar la capacidad potencial de un tramo, la capacidad máxima es afectada por un coeficiente de eficiencia, el cual, dependerá del sistema de control de trenes con el que se piense operar, quedando las siguientes expresiones para este cálculo:

Cp = 0.694 Cm

para Órdenes de Tren

Cp = 0.747 Cm

para Control Directo de Trenes

Cp = 0.8 Cm

para Control de Tráfico Centralizado

donde:

Cp = Capacidad potencial del tramo de vía

Cm = Capacidad máxima del tramo de vía

Finalmente, la capacidad real de un tramo, se obtiene al afectar por otros coeficientes de eficiencia, la capacidad potencial de cada sistema de control antes mencionados, obteniendo las siguientes expresiones para su determinación:

Cp = Capacidad potencial del tramo de vía

En resumen, las expresiones para el cálculo de la capacidad real de un tramo de vía, están dadas por las siguientes expresiones, las cuales, están en función del sistema de control con el cual se quiera operar dicha vía:

$$Cr = \frac{660}{T+t}$$
 Para Órdenes de Tren

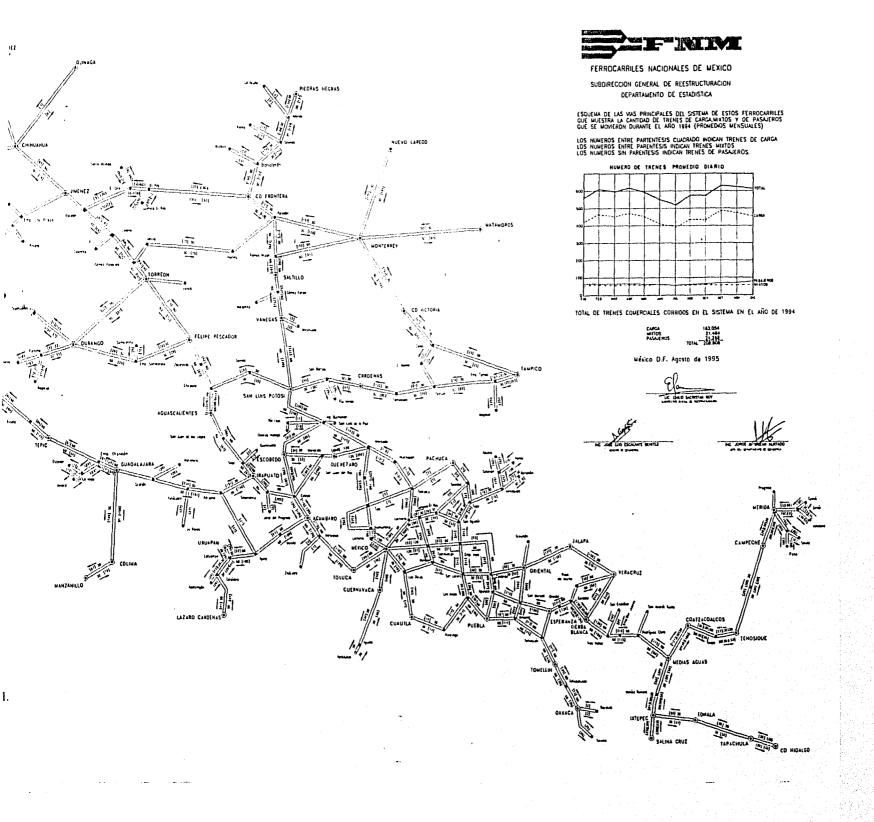
$$Cr = \frac{769}{T+t}$$
 Para Control Directo de Trenes

$$Cr = \frac{886}{T+t}$$
 Para Control de Tráfico Centralizado

## V.4. Identificación de los proyectos de inversión ferroviaria.

Primeramente, se toma una base en el número de trenes diarios, la cual se tomó de las estadísticas registradas durante 1994 (información obtenida de la Subdirección General de Reestructuración del Departamento de Estadística de FNM, mostrada en el plano V.4.1); y partiendo de la consideración de que el incremento del tráfico futuro es directamente proporcional al incremento del número de trenes diarios, se realiza el análisis hasta el año 2010.

Plano V.4.1.



El año de saturación de los tramos se calcula como el año en el cual el número de trenes diarios alcanza la capacidad real del tramo para alojar solamente trenes de carga, ya que no se toman en cuenta los trenes de pasajeros en dicho análisis, el cual se muestra en la tabla V.4.2.

A partir del análisis de capacidades de cada uno de los tramos que integran a la Red Ferroviaria Nacional, se pueden determinar los tramos de próxima saturación, en los cuales se hace necesaria la modernización de la infraestructura existente del tramo, y de esta forma poder incrementar su capacidad.

Los proyectos que resultaron de este análisis son los que se presentan a continuación:

- 1.- Instalación del sistema de control de trenes CDT, y posteriormente del CTC en el tramo Aguascalientes-Chicalote-F. Pescador, perteneciente a la línea A.
- 2.- Instalación del sistema de control de trenes CDT, y posteriormente del CTC en el tramo Calles-Monterrey, perteneciente a la línea M.
- 3.- Instalación del sistema de control de trenes CTC en el tramo Toluca-Acámbaro, perteneciente a la línea N.
- 4.- Instalación del sistema de control de trenes CDT, y posteriormente del CTC en el tramo Barroterán-Piedras Negras, perteneciente a la línea R.
- 5.- Instalación del sistema de control de trenes CTC en el tramo Esperanza-Córdoba, perteneciente a la línea S.

Linea	Tramo	Trenes de nee	Trenes de carga	Tiempo del tramo	Capacio	tad Potenciai d	ei Tramo	Capac	dad Real del	Tramo	No de trenes	No de trenes	No de trenes		e Saturación de	
2a	Tramo	danos	danics	imitador	O.T.	C.D.T.	C.T.C.	O.T.	C.D.T.	C.T.C.	O.T.	C.D.T.		О.Т.	C.D.T.	C.T.C
										43		<del></del>	35		<del> </del>	2010
Α	Querétaro - Mariscala	8	19	16		<del> </del>	56 56			43	<del> </del>	-	37			
	Mariscala - Celaya	6	19 14	16 16		<del>                                     </del>	56	<del></del>	-	43	-		37			
	Celaya - Irapuato	4	6	30	25	29	34	17	21	26	13	17	22	2007	•	•
	irapuato - Aguascaliantes Aguascalientes - Chicalote	4	8	28	27	31	36	18	22	28	14	18	24	2002	2006	2009
	Chicalote - F. Pescador	4	6	28	27	31	36	18	22	28	14	18	24	2006	2010	
	F. Pescador - Torreon	4	5	28	27	31	36	18	22	28	14	18	24	2008		
	Torreon - Gomez Palacio	4	10	25	29	34	39	19	24	30	15	20 20	26 26			
	Gómez Palacio - Escalón	4	5	25	29	34	39	19	24	30 30	15 15	20	26			
	Escaión - Jiménez	4	5	25	29	34	39	19 17	24 21	26	13	17	22		<del></del>	<del>-</del>
	Jiménez - Chihuzhua	4	5	30 30	25 25	29 29	34 34	17	21	26	13	17	22		•	
	Chihuahua - Cd Juarez	4	3	30		29				1 20	1					
	Huehuetoca - Ahorcado	10	16	24		<del> </del>	41		i -	31	<del>i -</del>	-	21		1	•
	Ahorcado - Ing. Buchanan	2	10	24	-	<del>†</del>	41		-	31	-		29			•
	Ing. Buchanan - Sn. Luis Potosi	4	17	29	-	-	35		-	27	-	-	23		<u> </u>	2007
	Sn. Luis Potosi - Saltillo	4	16	22	-	-	44			34	<u> </u>	<u> </u>	30		<del></del>	<del></del>
	Satillo - Ramos Arizpe	6	17	16		-	56	-	-	44	<del></del>		38 29		<del>!</del>	<del></del>
	Ramos Arizpe - Monterrey	4	8	23	-	1 -	42	-		33 37	20	27	35		2008	
	Monterrey - Nuevo Laredo	2	15	20	34	40	47	22	29	3/		- 21	- 33			
			<del> </del>	40	- 30	23	26	14	17	20	14	17	20	•	<del></del>	•
C	México - Cuernavaca	0	3	40 42	20 20	23	25	13	16	20	11	14	18	•	· •	-
	Cuemavaca - Apipilulco	2	3	44	∠∪	<del></del>			<del></del>	<del></del>		l				
~~	T	2	2	29	26	30	35	17	22	27	15	20	25	•	•	•
DA	Torreón - Durango	+	<del>                                     </del>			†									<u> </u>	
DC	Durango - F. Pescador	1 2	2	31	25	29	33	17	21	25	15	19	23		<u> </u>	<u> </u>
	CG a go / coman		<del> </del>										1		<del></del>	<del></del>
E	Puebla - Amezoc	4	8	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30 30			
-	Amozoc - Tehuacán	4	3	22	32	37	44	21	27	34	17	23 17	21	<del></del>	<del></del>	<del></del>
	Tehuscán - Tomelin	4	3	31	25	29	33	17	21	25 28	14	18	24		<del></del>	-
	Tomelin - Caxaca	4	3	28	27	31	36	18	- 4	- 40	1-4		+		+	;
		<del> </del>	<del> </del>	28	27	31	36	18	22	28	16	20	26		•	
۴	Monterrey - Matamoros	2	6	- 25		+	<del> ~</del>	i	1	† <del></del>	<del>                                     </del>		1			
FA	Coatzacoalcos - Teapa	2	+	37	22	25	28	15	18	22	13	16	20	•	•	1
<u></u>	Teapa - Tenosique	2	3	36	22	25	29	15	18	22	13	16	20			<u> </u>
	Tenosique - Campeche	2	2	36	22	25	29	15	18	22	13	16	20	:_	<del></del>	<del>                                     </del>
<u> </u>	Campeche - Mérida	2	2	26	28	33	38	19	24	29	17	22	27		<del></del>	
							ļ	<u> </u>	27	34	19	25	32		<del></del>	<del></del>
G	Córdoba - Tierra Blanca	2	9	22	32	37	44	21 21	27	34	17	23	30		1	•
	Tierra Blanca - Tres Valles	4	3	22	32	37 27	44	21	27	34	17	23	30		<del></del>	•
	Tres Valles - Rodr. Clara	4	11	22 22 22	32 32	37	44	21	27	34	17	23	30		-	•
	Rodr, Clara - Medias Aguas	4	7	+	32	+ - 3'	<del> </del>	<del></del>	<del></del>	† -	<del>                                     </del>	1	1		I	
	Tierra Bianca - Veracruz	2	3	26	28	33	38	19	24	29	17	22	27			•
GA .	Hera parca - ve acce	+	<del> </del>	<del></del>		1	1	1	1						1	<u> </u>
<u> </u>	Iranuato - Périamo	2	10	22	-	i	44		-	34			32			<del></del>
<del></del>	Perjamo - Guadalajara	2	13	19	-		49	-	-	38	<del></del> _		36 27		+	<del></del>
	Guadalajara - Colima	2	11	27	27	32	37	18	23	29	16	21 23	27			
	Colima - Marizarillo	2	5	24	30	35	41	20	25	31	18	<u> </u>	- 29		+	
			-	<del></del>		23	26	14	17	20	14	17	20		· · · · · ·	<del>-</del>
IN	Penjamo - Ajuno	0	2	40	20	23	- 20	1-	+	- 20	<del>  '7</del>	<del>                                     </del>	+		-	1
	<u> </u>		4	30	25	29	34	17	21	26	15	19	24	•	•	
K	txtepec - Tonala	2 2	3	35	23	26	30	15	19	23	13	17	21	•	•	•
	Tonalá - Tapactula Tapactula - Cd. Hidalgo	2	3 3	20	34	40	47	22	29	37	20	27	35	•	· ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
	Tapacicia - Cd riuago	+	<del> </del>	<del>                                     </del>	1	1	1		1	T						
ļ. — —	Cricalote - Sn. Luis Potosi	2	2	41	20	23	26	13	16	20	11	14	18	•		<u> </u>
-	Sn. Luis Potosi - Cardenas	1 2	3	28	20 27 27	31	36	18	22	28	16	20	26	<u> </u>	<del></del>	+ <del>.</del>
H	Cardenas - Tamasopo	2	7	28		31	36	18	22	28	16	20 18	26 23			+
	Таттакоро - Таптыг	2	6	32	24	28	32	16	20	25 25	14	18	23	<del></del>	<del></del>	<del></del>
	Tamuán - Tampico	2	5	32	24	28	32	110	<u> </u>	+ 25		13	+ 20	<del>;</del>	+	<del></del>
	1	<del></del>	<del> </del>	-		<del></del>	+	<del>                                     </del>	<del></del>	-		<del></del>	1	1	1	1
	(-) El tramo no opera con el sisten	ma indicado.	<del> </del>	+	+	<del></del>	+	<del> </del>	+	1	-	<del></del>	<del></del>	7	-	
	i(*) El tramo se satura después de	S BUT C ZU IU.		i			<del> </del>									

#### ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE LA RED FERROVIARIA NACIONAL

	Tramo	Trenes de pas	Trenes de carga	Tiempo del tramo	Capacio	tad Potencial o	tei Tramo		cidad Reaidel				No de trenes		Saturación c	
		darios	darios	imitador	O,T.	C.D.T.	C.T.C.	O.T.	C.D.T.	C.T.C.	O.T.	C.D.T.	C.T.C.	0.7.	C.D.T.	C.T.C.
	Tampico - Calles	2		25	29	34	39	19	24	30	17	22	28		•	
	Calles - Monterrey	2	8	30	25	29	34	17	21	26	15	19	24	2004	2008	•
	Monterrey - Paredon	2	10	25	29	34	39	19	24	30	17	22	28		•	•
	Paredon - Gómez Palacios	2	5	22	32	37	44	21	27	34	19	25	322	<del></del> -	•	•
	, a contract woods					!			!							
	México - Toluca	4	6	25	29	34	39	19	24	30	15	20	26	.,	•	<u> </u>
	Toluca - Acambaro	4	9	30	25	29	34	17	21	26	13	17	22		2005	2009
	Acambaro - Ajuno	4	7	30	25	29	34	17	21	26	13	17	22	2010		<u> </u>
	Ajuno - Caltzontziri	4	7	24	30	35	41	20	25	31	16	21	27			
	Caltzontzin - Corondro	2	3	24	30	35	41	20	25	31	18	23	29	<u>-</u> -		<del></del>
	Coróndro - Apatzingán	2	_3	24	30	35	41	20	25	31	18	23	29			<del></del>
c	Coróndiro - Lázaro Cárdenas	2	3	26	28	33	38	19	24	29	17	22	27		•	
	Ojnaga - Chihuahua	0	1	30	25	29	34	17	21	26	17	21	26		<del>                                     </del>	<del></del>
	Crihuahua - La Junta	4	4	32	24	28	32	16	20	25	12	16	21	-	•	
	La Junta - Sn. Rafaei	4	5	31	25	29	33	17	21	25	13	17	21		•	•
	Sn. Rafael - Sufragio	4	6	32	24	28	32	16	20	25	12	16	21		•	•
	Sutragio - Topolobampo	0	4	34	23	27	30	15	19	23	15	19	23		•	
				24	30	35	41	20	25	31	18	23	29			<del> </del>
	Ramos Arizpe - Paredon	2	9			43	51	24	31	40	22	29	38		<del>                                     </del>	<del></del>
	Paredon - Cd. Frontera	2	9	18	_36	38	45	22	28	35	20	26	33		<del></del>	<del></del>
	Cd. Frontera - Barroterán	2	9	21 30	33 25	29	34	17	25	26	15	19	24	2003	2007	
	Barroteran - Piedras negras		<del></del>	30			1		<del>                                     </del>	1			;			
0	Cd Frontera - El rey	0	3	46	18	21	23	12	15	18	12	15	18	•		
	B rey - B oro	0	2	46	18	21	23	12	15	18	12	15	18			
	El oro - Escalón	0	1 1	40	20	23	26	14	17	20	14	17	20		•	
	T	4	7	18	36	43	51	24	31	40	70	27	36		<del></del>	+
	Teofinuacán - Apizaco	4	14	18	36	43	51	24	31	40	20 20	27	36		<del></del>	<del></del>
	Apizaco - Esperanza Esperanza - Cordoba	4	16	24	30	35	41	20	25	31	16	21	27		2004	•
	Córdoba - Veracruz	4	5	32	24	28	32	16	20	25	12	16	21			
	Corooba - Veraciuz			1				1	†	<del></del>	†	1			-	1
	Guadajara - Tepic	4	6	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	•	•	•
	Tenic - Mazatlán	4	10	26	28	33	38	19	24	29	15	20	25	2009	•	•
	Mazatlán - Culiacán	4	6	22 22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	•	-	•
	Cutacán - Sufragio	4	7	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	•	•	•
	Sufragio - Cd. Obregón	4	5	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30		•	
	Cd. Obregón - Empaime	4	6	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>
	Empaime - Hermosito	4	7	20	34	40	47	22	29	37	15	25	33		-	<u> </u>
	Hermosillo - Benjamin Hill	4	6	20	34	40	47	22	29	37	18	25	33			<del></del>
	Benjamin Hill - Nogales	4	7	20	34	40	47	22	29	37	18	25	33			<del></del>
	Benjamin Hil - Caborca	4	2	35	23	26	30	15	19	23	11	15	19	•	<del>                                     </del>	· · ·
	Caborca - Pto Penasco	4	2	35	23	26	30	15	19	23	11	15	19		•	•
	Pto Penasco - Mexicali	4	2	35	23 23	26	30	15	19	23	71	15	19	•	•	•
							1					1				<u> </u>
	Los Reyes - Metepec	0	0	24	30	35	41	20	25 25	31	20	25 21	31			<u> </u>
	Metepec - Sn. Lorenzo	4	5	24	30	35	41	20	25	31	16		27			<del>                                     </del>
	Sn. Lorenzo - Oriental	2	5	20	34	40	47	22	29	37 30	20	27	35 28		<del></del>	<del></del>
	Oriental - Jalapa	2	8	25	29	34	39	19	24	29	17	22	28		+	+
	Jalapa - Veracruz	2	7	26	28	3₹	38	19	24	- 25	+	+ 4	21	:	-	<del>†                                      </del>
В	Sn. Lorenzo - Puebla	4	3	30	25	29	34	17	21	26	13	17	22	•	•	•
c	Los Arcos - Atenango		1	33	24	27	31	16	20	24	14	18	22	•	<del> </del>	<del></del>
	Atendingo - Cuautia	2	<del>                                     </del>	33	24	27	31	16	20	24	14	18	22		•	-
																-
'K	Xaiostoc - Cuaut a	2	4	34	23	27	30	15	19	23	13	17	21		<del> </del>	<u> </u>
: - 1	Coatzacoaicos - Medias Aguas	2	8	21	33	38	45	22	28	35	20	26	33	•		•
	Medias Aguas - Matias Romero	2	4	26	28	33	38	19	24	29	17	22 25	27	<u> </u>	<u> </u>	
	Matias Romero - Ixtepec Ixtepec - Salina Cruz	0	5	22 24	32 30	37 35	44	21 20	27 25	34	19 20	25 25	32 31	<u> </u>	<u> </u>	

Dadas las características del tráfico de carga por las que atraviesa el Sistema Ferroviario Nacional, causadas principalmente por la caída de la economía nacional y sumadas a la fuerte competencia del autotransporte federal, trae como consecuencia, que los proyectos anteriores no sean de ejecución inmediata, ya que el más próximo se estimaría ponerlo en operación después del año 2000.

En lo que se refiere a la construcción de infraestructura nueva, sería prematuro pensar en esta opción, ya que la actual Red Ferroviaria es capaz para atender la demanda actual que maneja este modo de transporte, sumado a la falta de recursos propios con los que actualmente cuenta dicha empresa, es poco probable que se puedan construir obras nuevas en este momento de tanta incertidumbre.

# CAPÍTULO VI.

Características geométricas y costos de inversión de los proyectos

## VI.1. Características geométricas de los tramos con capacidad insuficiente.

A partir del análisis de capacidades en los tramos de la red ferroviaria, se llegó a la conclusión de que los tramos de próxima saturación son los que a continuación mencionaremos:

## 1.- Tramo Aguascalientes-Chicalote-F. Pescador, correspondiente a la Línea A.

Este tramo pertenece al distrito de Zacatecas, comunica a Aguascalientes y Zacatecas; cuenta con una longitud de 228.4 kilómetros, su pendiente máxima ascendiendo es de 1.75% y su grado de curvatura máxima es de 8° 30' (ver fig. VI, 1.1).

## 2.- Tramo Calles-Monterrey, correspondiente a la línea M.

Este tramo pertenece a los distritos de Calles y Linares, comunica a Tamaulipas y Nuevo León, cuenta con una longitud de 383.5 kilómetros, su pendiente máxima ascendiendo es de 1.50% y su grado de curvatura máxima es de 6º 00' (ver fig. VI.1.2a y fig. VI.1.2b).

# 3.- Tramo Toluca-Acámbaro, correspondiente a la Línea N.

Este tramo pertenece al distrito de Tultenango, comunica al Estado de México, Michoacán y Guanajuato; cuenta con una longitud de 210.6 kilómetros, su pendiente máxima ascendiendo es de 2.20% y su grado de curvatura máxima es de 11° 30' (ver fig. VI.1.3).

## Tramo Aguascalientes-Chicalote-F.Pescador.

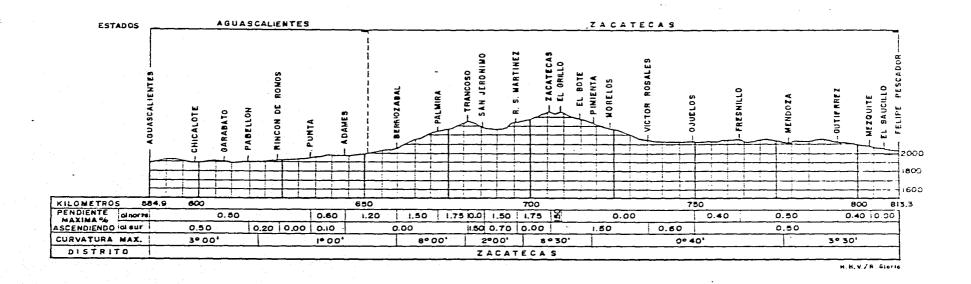


Fig. VI.1.1.

## Tramo Calles-Monterrey (Calles-Cd. Victoria).

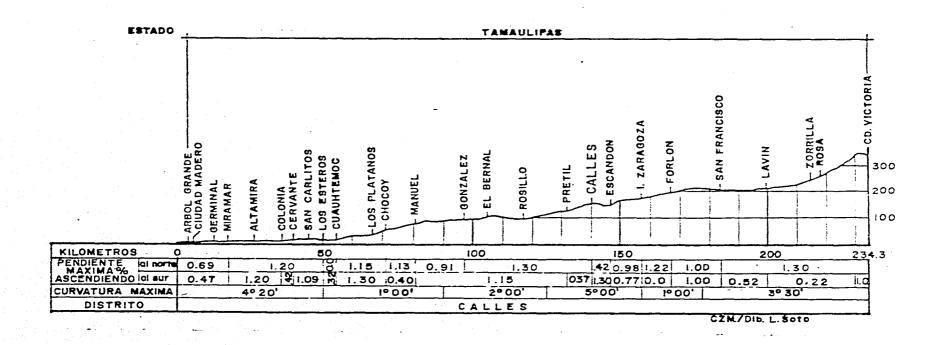
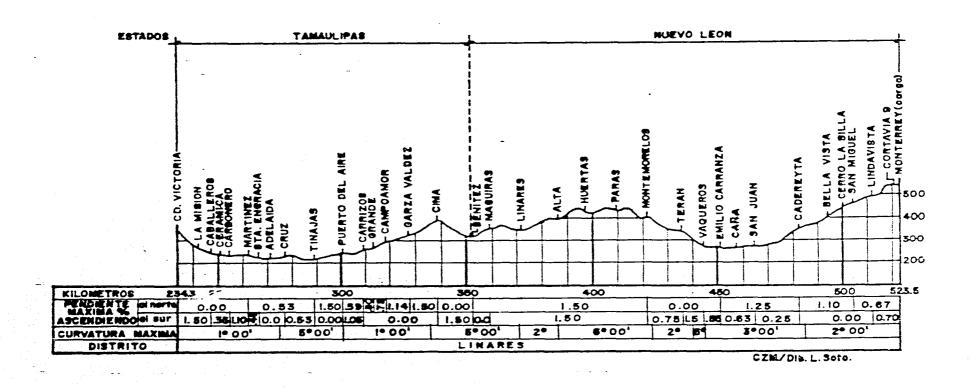


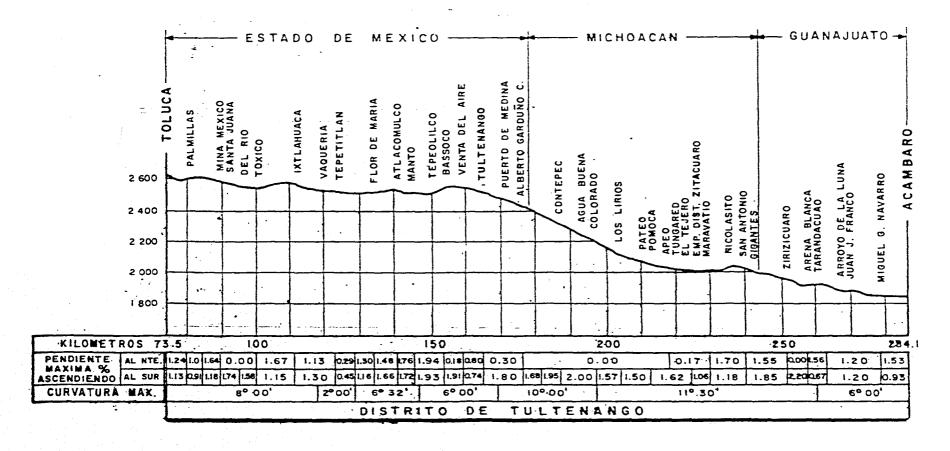
Fig. VI.1.2a.

# Tramo Calles-Monterrey (Cd. Victoria-Monterrey).



-

## Tramo Toluca-Acámbaro.



-

Fig. VI.1.3.

## 4.- Tramo Barroterán-Piedras Negras, correspondiente a la Línea R.

Este tramo pertenece al distrito de Sabinas, estado de Coahuila; cuenta con una longitud de 143.1 kilómetros, su pendiente máxima ascendiendo es de 1.00% y su grado de curvatura máxima es de 5° 00' (ver fig. VI.1.4).

## 5.- Tramo Esperanza-Córdoba, correspondiente a la Línea S.

Este tramo pertenece al distrito de Orizaba, comunica a Puebla y Veracruz; cuenta con una longitud de 73.5 kilómetros, su pendiente máxima ascendiendo es de 4.10% y su grado de curvatura máxima es de 11º 00' (ver fig. VI.1.5).

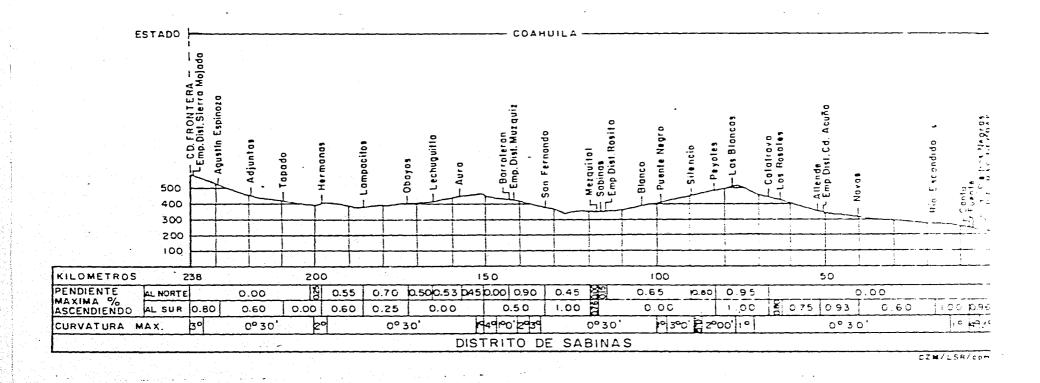
#### VI.2. Costos de inversión de los proyectos para el incremento de capacidad.

El propósito fundamental de la evaluación económica de un proyecto consiste en comparar sus costos de construcción y conservación con los beneficios que acarrea para la comunidad. Por ello, es importante conocer las características técnicas del proyecto propuesto, con el objeto de preparar una estimación de los costos de inversión que sea congruente con los que ocurren en la práctica.

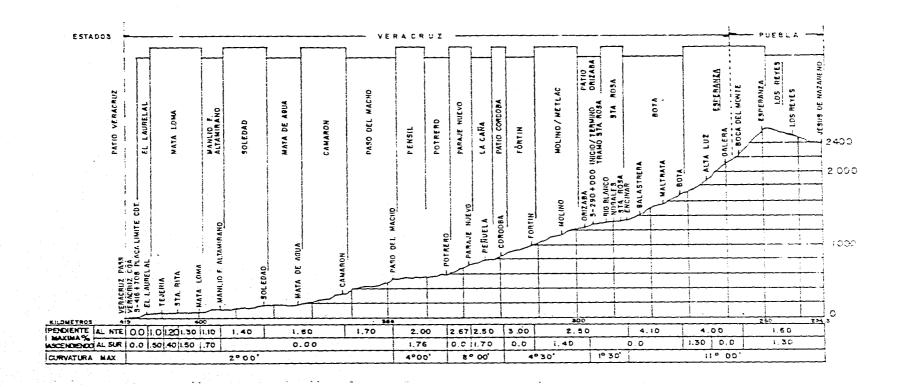
El análisis de los costos de un proyecto parte del conocimiento de sus principales componentes, de la cuantificación de obra por realizar en cada uno de ellos y de la estimación actualizada de precios unitarios.

En proyectos ferroviarios, los principales componentes del costo de la obra civil son: terracerías, obras de drenaje, tendido de vía y obras especiales (puentes, túneles y viaductos). Adicionalmente, se consideran los proyectos ingenieriles de cada concepto.

## Tramo Barroterán-Piedras Negras.



## Tramo Esperanza-Córdoba.



 $\sim$ 

El costo de inversión de cada uno de los componentes mencionados varía en función de las características específicas de cada proyecto. Sin embargo, en términos generales se observa que las obras especiales son las más costosas, seguidas por el tendido de vía, que incluye la adquisición del riel importado, terracerías y obras de drenaje. En virtud de que los costos que se manejan para cada rubro son unitarios, es preciso obtener cantidades de obra mediante un análisis de los planos del proyecto, los cuales deberán ser lo más detallado posible; sin embargo, para efectos de la evaluación económica, se permite obtener una estimación de costos que varíe más o menos en un 10% del costo total de la obra.

El análisis integral del proyecto requiere que se tomen en cuenta todos los costos incurridos durante su vida útil. En rigor, implica que además de los costos de construcción, deben incluirse los costos de operación y mantenimiento de la vía, así como los necesarios para efectuar reconstrucciones o rehabilitaciones periódicas.

Para el caso específico de este estudio, no será necesario la construcción de obra nueva en ninguno de los tramos, ya que el costo de este tipo de proyectos es sumamente elevado. Se pretende incrementar la capacidad de los cinco tramos antes mencionados utilizando sistemas de control de trenes, ya que es posible lograrlo y su costo es mucho menos elevado que el de una posible rectificación.

Tomando en cuenta la experiencia ferroviaria de la Subdirección de Planeación y Reestructuración del Departamento de Estadística de FNM, se ha estimado un costo promedio para la instalación del sistema de control directo de trenes (CDT), el cual es de \$8,000.00 por kilómetro de vía, costo que incluye tanto señales fijas, radios y central de comunicación por tramo.

Por otro lado, para el sistema de control de tráfico centralizado (CTC), el costo promedio de instalación se estima en \$337,000.00 por kilómetro de vía, el cual incluye conceptos tales como: semáforos, cableado, mecanismos para el movimiento de agujas y central de control electrónico por tramo.

El costo de operación y mantenimiento de cada uno de los sistemas de control antes citados, se estima en un porcentaje no mayor al 15% del costo de instalación de cada sistema, dicho porcentaje es resultado de la experiencia en su instalación.

VI.3. Costos de operación del equipo ferroviario.

A continuación se describen los modelos específicos utilizados para calcular los costos de operación del equipo ferroviario; cabe señalar que cada uno de ellos han sido desarrollados en FNM, los cuales se han adoptado y actualizado para su uso dentro de la evaluación económica de proyectos de infraestructura.

VI.3.1. Costos de amortización del equipo tractivo y de arrastre.

Costo de amortización del equipo tractivo.

$$Cal = \frac{Pal(Fr)}{8760(Fu)n} \tag{1}$$

donde:

Cal = Costo de amortización de una locomotora (\$/hr)

Pal = Precio de adquisición de una locomotora nueva (\$)

Fr = Factor de reserva de equipo tractivo (1.15)

Fu = Factor de utilización del equipo (0.6)

n = Vida útil de la locomotora (20 años)

Los factores empleados en esta expresión, son valores sistemales utilizados para ajustar los costos a las condiciones de operación típicas de FNM.

## Costo de amortización del equipo de arrastre.

$$Cac = \frac{Pac}{8760(n)} \tag{2}$$

donde:

Cac = Costo de amortización de un carro (\$/hr)

Pac = Precio de adquisición de un carro nuevo (\$)

n = Vida útil de un carro (20 años)

### Costo de amortización horario.

$$Cat = Cal(NL) + Cac(NC)$$
 (3)

donde:

Cat = Costo de amortización de un tren (\$/hr)

Cal = Costo de amortización de una locomotora (\$/hr)

NL = Número de locomotoras en la formación del tren

Cac = Costo de amortización de un carro (\$/hr)

NC = Número de carros en la formación del tren

#### VI.3.2. Costos de consumo de combustible y lubricantes.

Estos costos tienen dos componentes: la correspondiente al consumo transitando, es decir, cuando el tren está en movimiento, y la correspondiente al consumo holgando, la cual se registra cuando las locomotoras están con el motor encendido pero detenidas.

#### Costo de consumo transitando.

$$Cetr = NL(PCP)(CHtr)(Ce+C1/130)$$
 (4)

donde: Cctr = Costo horario de consumo de combustibles y lubricantes en condición transitando (\$/hr)

NL = Número de locomotoras en la formación del tren

PCP = Porcentaje de carga de las locomotoras promedio en la dirección dominante y contraria (%)

CHtr = Consumo horario de combustible de un locomotora en condición transitando (720 lt/hr)

Cc = Costo del combustible (\$/lt)

CI = Costo del lubricante (\$/It)

130 = Factor de relación entre el consumo horario de combustibles y lubricantes

## Costo de consumo holgando.

$$Ccho = NL(CHho)(Cc+C1/130)$$
 (5)

donde: Ccho = Costo horario de consumo de combustibles y lubricantes en condición holgando (\$/hr)

CHho = Consumo horario de combustible de una locomotora en condición holgando (36 lt/hr)

NL, Cc y Cl = Son iguales que en caso transitando

### Costo de consumo total.

$$Ccot = Cctr + Ccho$$
 (6)

donde: Ccot = Costo horario total de consumo de combustible y lubricantes (\$/hr)

SCED BY CICET ATEST ATEST ATEST

#### VI.3.3. Costos de reparaciones adicionales al equipo.

Estos costos se producen por el uso del equipo rodante en vías que se encuentran en estado no óptimo. De hecho, se supone que la circulación por vías en mal estado provoca desperfectos y desgastes adicionales al equipo, los cuales deben de ser atendidos con un costo determinado.

## Costo de reparaciones adicionales a locomotoras.

$$Cral = 5(FC)(Pl)(Nl)$$
 (7)

donde: Cral = Costo por reparaciones adicionales a locomotoras (\$/hr)

FC = Factor de costo del tramo analizado

PI = Potencia de la locomotora (miles de HP)

NI = Número de locomotoras en la formación

## Costo de reparaciones adicionales a carros.

$$Crac = 0.7(FC)(\frac{Nc^2}{50})$$
 (8)

donde: Crac = Costo de reparaciones adicionales a carros (\$/hr)

Nc = Número de carros en la formación

FC = Factor de costo del tramo analizado

### Costo de reparaciones adicionales totales.

$$Crat = Cral + Crac$$
 (9)

donde: Crat: costo total de reparaciones adicionales (\$/hr)

### VI.3.4. Costos de tripulación.

La tripulación de un tren consta de un conductor, un maquinista y un ayudante de maquinista por cada dos locomotoras conectadas al convoy, y varios garroteros; el número de éstos últimos depende del número de carros que forman parte del tren. Como mínimo se tienen tres garroteros, y cuando el tren consta de más de 45 carros se añade un garrotero por cada 15 carros adicionales.

Los costos de tripulación se obtienen por kilómetro recorrido, e incluyen prestaciones como prima vacacional y prima por séptimo día. En virtud de que la compleja intervención de los distritos no se introduce en el cálculo de los costos en este modelo, se utiliza un factor arbitrario para tomarlos en cuenta en forma aproximada.

El procedimiento utilizado consiste en calcular un costo básico de tripulación por kilómetro, el cual depende de la formación del tren. El costo de tripulación por tren de un tramo se obtiene mediante las siguientes expresiones:

$$CTt = (CC + CM + CAM + CG)(L)$$
 (10)

donde:

CTt = Costo de tripulación por tren (\$)

CC = Costo atribuible al conductor (\$/Km)

CM = Costo atribuible al maquinista (\$/km)

CAM = Costo atribuible al ayudante de maquinista (\$/km)

CG = Costo atribuible a los garroteros (\$/km)

L = Longitud del tramo (km)

$$Fi = \frac{1.3CTt + CSD + CPV}{CTt} \tag{11}$$

donde:

Fi = Factor de incremento de costos

CSD = Costo atribuible al pago del séptimo día (\$)

CPV = Costo atribuible al pago de la prima vacacional (\$)

CTt = Costo de tripulación por tren (\$)

Finalmente:

$$CHTt = \frac{Fi(CTt)}{tnv}$$
 (12)

donde:

CHTt = Costo horario de tripulación del tren (\$/hr)

Fi = Factor de incremento de costos

CTt = Costo de tripulación por tren (\$)

tmr = Tiempo medio de recorrido en el tramo (hr)

VI.3.5. Costos de conservación de vía y de equipo tanto tractivo como de arrastre.

Costo de conservación de equipo.

Estos costos no son dependientes del tiempo de recorrido de un tren en un trayecto determinado, por lo que se obtienen directamente por tonelada bruta transportada y no en plan horario. Las expresiones empleadas para calcular este costo son las siguientes:

$$Cce = \frac{[192Nl*Fcp + 5.45(Nc+1)]*L}{(TTdd + TTdc)/2}$$
 (13)

donde:

Cce = Costo de conservación de equipo tractivo y de arrastre (\$/ton bruta)

NI = Número de locomotoras en la formación del tren

Fcp = Factor promedio de carga de las locomotoras, tomando en cuenta recorridos en ambas direcciones

Nc = Números de carros cargados en la formación del tren

L = Longitud del tramo (km)

TTdd = Tonelaje bruto del tren en dirección dominante (ton)

TTdc = Tonelaje bruto del tren en dirección contraria a la dominante (ton)

Costo de conservación de vía.

El costo de conservación de vía tiene dos componentes: el fijo, que corresponde al costo de conservación que es independiente del paso de los trenes e incluye trabajos de conservación normal, eliminación de obstáculos, etc.; y el variable, que corresponde al costo que depende del tráfico registrado.

Costo fijo de conservación de vía.

$$CFcv = \frac{330000(Fcl)(L)}{Ta} \tag{14}$$

donde:

CFcv = Costo fijo de conservación de vía (\$/ton)

Fcl = Factor de costo de conservación de vía (\$/km)

L = Longitud del tramo (km)

Ta = Tonelaje anual movido sobre la vía (ton)

Nota: Cuando se trata de una vía doble, el costo fijo de conservación de vía es simplemente 1.4 de CFcv.

Costo variable de conservación de vía.

$$CVcv = 0.19(Fcl)(L)$$
 (15)

donde:

CVcv = Costo variable de conservación de vía (\$/ton)

Fcl = Factor de costo de conservación de via (\$/km)

L = Longitud del tramo (km)

## Costo de conservación de equipo y vía por tonelada bruta transportada.

$$Ccev = Cce + CFcv + CVcv$$
 (16)

donde:

Ccev = Costo de conservación de equipo y vía (\$/ton)

Cce = Costo de conservación de equipo tractivo y de arrastre (\$/ton)

CFcv = Costo fijo de conservación de vía (\$/ton)

CVcv = Costo variable de conservación de vía (\$/ton)

Después de haber obtenido cada uno de los costos anteriores, éstos finalmente deben conjuntarse en uno solo y transformarse a una unidad común, la cual será el costo por tonelada bruta transportada en el tramo analizado (\$ / ton bruta), tal como se indica en la expresión siguiente:

$$COT = [(tr*(Cat+Crat+CHTt)+tT*Cctr+tH*Ccho)/TBt] + Ccev$$
 (17)

donde:

COT = Costo de operación total (\$/ton bruta)

tr = Tiempo de recorrido total (hrs)

tT = Tiempo de tránsito (hrs)

tH = Tiempo holgando (hrs)

Cat = Costo de amortización por tren (\$/hr)

Crat = Costo por reparaciones adicionales de locomotoras y carros (\$/hr)

CHTt = Costo de tripulación del tren (\$/hr)

Cetr = Costo de consumo de combustible y lubricantes en condición transitando (\$/hr)

Ccho = Costo de consumo de combustibles y lubricantes en condición holgando (\$/lır)

Ccev = Costo de conservación de equipo y vía (\$/ton)

TBt = Peso bruto promedio por tren (ton)

Costo de conservación de equipo y vía por tonelada bruta transportada.

$$Ccev = Cce + CFcv + CVcv$$
 (16)

donde:

Ccev = Costo de conservación de equipo y vía (\$/ton)

Cce = Costo de conservación de equipo tractivo y de arrastre (\$/ton)

CFcv = Costo fijo de conservación de vía (\$/ton)

CVcv = Costo variable de conservación de vía (\$/ton)

Después de haber obtenido cada uno de los costos anteriores, éstos finalmente deben conjuntarse en uno solo y transformarse a una unidad común, la cual será el costo por tonelada bruta transportada en el tramo analizado (\$ / ton bruta), tal como se indica en la expresión siguiente:

$$COT = [(tr*(Cat+Crat+CHTt)+tT*Cctr+tH*Ccho)/TBt] + Ccev$$
 (17)

donde:

COT = Costo de operación total (\$/ton bruta)

tr = Tiempo de recorrido total (hrs)

tT = Tiempo de tránsito (hrs)

tH = Tiempo holgando (hrs)

Cat = Costo de amortización por tren (\$/hr)

Crat = Costo por reparaciones adicionales de locomotoras y carros (\$/hr)

CHTt = Costo de tripulación del tren (\$/hr)

Cctr = Costo de consumo de combustible y lubricantes en condición transitando (\$/hr)

Ccho = Costo de consumo de combustibles y lubricantes en condición holgando (\$/hr)

Ccev = Costo de conservación de equipo y vía (\$/ton)

TBt = Peso bruto promedio por tren (ton)

# CAPÍTULO VII.

Evaluación económica y financiera de los proyectos

#### VII.1. Evaluación económica y financiera.

El análisis de factibilidad de un proyecto comprende el estudio de sus condicionantes técnicos, económicos, financieros, sociales y políticos.

Dentro de este contexto, la evaluación económica busca determinar desde el punto de vista de la colectividad, si las ventajas económicas de un proyecto superan los costos económicos que se ocasionan al implantarlo.

Por ello, los resultados son importantes para determinar la conveniencia de realizar o no un proyecto, así como de jerarquizar el orden de ejecución de aquellos que se justifiquen en función de la disponibilidad de los recursos.

En el caso particular de la evaluación de proyectos ferroviarios, ésta se basa en la comparación de los beneficios que se obtienen al implantar un proyecto con los costos de su instalación, operación y mantenimiento.

La realización del estudio económico-financiero de los tramos con problemas de saturación en su capacidad instalada, parte de la comparación de los egresos (costos de instalación, operación y mantenimiento) con los ingresos (beneficios obtenidos con el incremento de la capacidad en la vía) en cada tramo, el cual se analizará a partir del año en el cual éste se satura, tomando en cuenta las características operacionales de cada uno de ellos. Para poder realizar este estudio, se presenta a continuación cierta información que nos permitirá tomar un punto de partida para dicho análisis, el cual se hará hasta el año 2010; ver tablas VII.1.1, VII.1.2 y VII.1.3.

Costos de instalación, operación y mantenimiento del CDT y CTC en 1995

Tamo	Sist. prop. a instalar	Costo de Instalación (\$)	Costo de op. y mant. anual (\$)
Aguascalientes-F.Pescador	C.D.T.	1′827,200	274,080
	C.T.C.	76`970,800	11'545,620
Calles-Monterrey	C.D.T.	3′068,000	460,200
	C.T.C.	129`239,500	19'385,925
Toluca-Acámbaro	C.T.C.	70′972,200	10′645,830
Barroterán-Piedras Negras	C.D.T.	1′144,800	171,720
	C.T.C.	48'224,700	7'233,705
Esperanza-Córdoba	C.T.C.	24′769,500	3′715,425

Tabla VII.1.1

Datos operacionales en 1995

Tramo	Longitud (km)	No.loc./tren	No.carros/tren	Ton./carro	Sist.op.actual
Aguascalientes-F.Pescador	228,4	2	55	59	O.T.
Calles-Monterrey	383.5	1	25	59	O.T.
Toluca-Acámbaro	210.6	2	35	59	C.D.T.
Barroterán-Piedras Negras	143.1	2	55	59	O.T.
Esperanza-Córdoba	73.5	4	50	59	C.D.T.

Tabla VII.1.2

A partir del balance económico (Ingresos - Egresos), se determina primeramente que el resultado sea positivo, ya que de lo contrario se pueden presentar pérdidas durante la operación. Es obvio, que se pretende recuperar la inversión que se realice en cualquier tramo, en un lapso de tiempo no muy largo; por esta razón, es conveniente que se tengan balances positivos.

#### CÁLCULO DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN

	Aguascalientes-F. Pescador	Calles-Monterrey	Toluca-Acámbaro	Barroterán-P. Negras	Esperanza-Córdoba
INFORMACIÓN GENERAL					······································
Longitud del tramo:	228.4 km	383.5 km	210.6 km	143.1 km	75.5 km
Pendiente gobernadora rumbo norte:	0.50%	0.50%	0.90%	0,50%	1.50%
Pendiente gobernadora rumbo sur:	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	1.20%
Pendiente media numbo norte:	0.20%	0.20%	0.60%	0.20%	1.20%
Pendiente media rumbo sur:	0.40%	0.40%	0.50%	0.40%	1%
Tiempo de esperas adicionales:	1.0 hr	0.5 hr	1.0 hr	0.5 hr	0.5 hr
DINÁMICA DE TREN					
Tonelaje en sentido dominante:	4.400 ton	2.000 ton	2,800 ton	4.400 ton	4.000 ton
Número de locomotoras necesarias:	2 unidades	1 unidad	2 unidades	2 unidades	4 unidades
Número de carros:	55 unidades	25 unidades	35 unidades	55 unidades	50 unidades
Velocidad media en sentido dominante:	47.15 km/hr	55.80 km/hr	48.60 km/hr	47.15 km/hr	40.10 km/hr
Porc. de carga en sentido dominante:	100%	83%	83%	100%	95%
Tiempo de tránsito en sentido dominante:	4.84 hr	6.87 hr	4.33 hr	3.03 hr	1.88 hr
Velocidad media en sentido contrario:	54.80 km/hr	55.80 km/hr	48.60 km/hr	49.80 km/hr	40.10 km/hr
Porc. de carga en sentido contrario:	67%	81%	94%	49.00 kiiviii	76%
Tiempo de tránsito en sentido contrario:	4.17 hr	6.87 hr	4.33 hr	2.87 hr	
Tempo de natato en semido contrato.	4.17 Ш	0.87 H	4.33 III	2.87 M	1.88 hr
DATOS PARA EL CÁLCULO DE COSTOS					
Horario medio para el cálculo de costos:	6.59 hr	8.00 hr	5.83 hr	3.98 hr	2.59 hr
Horario medio transitando:	4.51 hr	6.87 hr	4.33 hr	2.95 hr	1.88 hr
Horario medio holgando:	2.09 hr	1.13 hr	1.50 hr	1.03 hr	0.71 hr
Porc. de carga medio:	83%	82%	88%	83%	86%
COSTOS DIRECTOS					
Costo horario de amortización de la fuerza tractiva:	\$ 562.41	\$ 281.21	\$ 562.41	\$ 562.41	\$ 1,124,83
Costo horario de amortización del equipo de arrastre:	\$ 280.60	\$ 127.54	\$ 178,56	\$ 280.60	\$ 255.09
Costo horario de combustible transitando:	\$ 2,014.70	\$ 1,007.35	\$ 2,014.70	\$ 2.014.70	\$ 4,029,41
Costo horario de combustible holgando:	\$ 67.16	\$ 33.58	\$ 67.16	\$ 67.16	\$134.31
Costo horario total de reparaciones adicionales:	\$ 1.47	\$ 0.55	\$ 1.22	\$ 1.47	\$ 3.11
Costo horario total de tripulación:	\$74.38	\$ 104.80	\$ 64.87	\$ 70.09	\$ 149.18
Ceste per ten.bruta transpertada en el trame:	5 4.66	5 7.21	S 5.01	\$ 2.69	\$ 3.29
Ceste por ten.bruta/kilómetre:	\$ 9.920	\$ 6.019	\$ 0.024	\$ 0.019	\$ 0.044
COSTOS INDIRECTOS					
Costo de conservación del equipo por ton bruta:	\$ 1.33	\$ 2.08	\$ 1.26	\$ 0.83	\$ 0.58
Costo fijo de conservación de vía por ton bruta:	\$ 1.02	\$ 1.60	\$ 0.98	\$ 0.64	\$ 0.45
Costo variable de conservación de vía por ton.bruta:	\$0.71	\$ 1.11	\$ 0.68	\$ 0.44	\$ 0,31
Costo por superintendencia y despacho de trenes:	\$ 0.49	\$ 0.83	\$ 0.45	\$ 0.31	\$ 0.16
Costo por administración central:	\$ 0.68	\$ 1.07	\$ 0.70	\$ 0.41	\$ 0.40
Cesto per ten.bruta transpertada en el trame:	5 4.23	\$ 6.69	\$ 4.07	\$ 2.63	\$ 1.90
Coste per ten.brutz/kilémetre:	\$ 0.019	\$ 0.017	\$ 0.019	\$ 0.018	\$ 0.025
COSTO TOTAL					
Costo total por ton.brutz transportada en el tramo:	\$ 8.89	S 13.90	\$ 9.08	\$ 5.32	\$ 5.19
Ceste tetal per ten bruta/kilémetre:	\$ 0.039	\$ 0.036	\$ 0.043	\$ 0.937	\$ 0.069

Con ayuda del factor de actualización del capital, se determina el posible cambio del poder adquisitivo de la moneda a partir del año en el que se realiza el análisis; dicho factor depende del comportamiento financiero de un país, y se calcula con la siguiente expresión:

$$Fa = \frac{1}{(1+i)^n}$$

donde:

Fa = Factor de actualización.

i = Costo de oportunidad del capital.

n = Número de años.

Para las evaluaciones consideradas en este trabajo, se consideró un costo de oportunidad del capital del 30%, el cual es un promedio estimado del comportamiento financiero que se presentó en México durante 1995.

Con la ayuda del factor de actualización es posible actualizar tanto los egresos como los ingresos en cada evaluación, con el objeto de poder determinar el índice de rentabilidad, que indica el comportamiento en la recuperación del capital invertido, el cual se calcula de la siguiente forma:

$$IR = \frac{\sum Ba}{\sum Ca}$$

donde:

IR = Índice de rentabilidad.

Ba = Beneficios actualizados.

Ca = Capital actualizado.

Si el índice de rentabilidad resulta ser igual o mayor que 1.0, se puede llegar a concluir que el proyecto es rentable, de lo contrario no sería conveniente realizar una

inversión. Los análisis económico-financiero de los proyectos considerados en este trabajo se muestran en los anexos VII.2, VII.3, VII.4, VII.5, VII.6, VII.8 y VII.9.

Para tener un panorama más claro del comportamiento financiero de cada proyecto, se incluye un análisis de sensibilidad, el cual muestra la variación del índice de rentabilidad de cada proyecto en función de costo de oportunidad del capital que se puede tener en cualquier momento, dichos análisis se encuentran junto con los anexos correspondientes.

Como resultado de las evaluaciones realizadas, se observa que en los tramos de Toluca-Acámbaro y Esperanza-Córdoba, el índice de rentabilidad es mucho menor que 1.0, por lo que la rentabilidad de estos proyectos no es la deseada, sin embargo, se puede modificar la alternativa propuesta en un principio.

Tomando esto en cuenta y a partir de las características de operación de trenes en dichos tramos, se puede proponer aumentar la longitud de algunos laderos comprendidos en cada tramo, de tal manera, que con esto se incremente la capacidad de la vía sin modificar el número de trenes que circulan sobre ella. Por lo tanto, se requiere determinar la longitud de vía necesaria en los laderos y analizar los costos tanto de materiales, mano de obra y maquinaria, con los cuales se realizará el tendido de vía elástica, que en este caso será de segunda elase (el costo para el tendido de vía en laderos se muestran en la tabla VII.7).

Para el caso del tramo Toluca-Acámbaro, se tiene una longitud adicional de 4,360 metros de vía secundaria, con lo cual se podrán alojar trenes de hasta 60 carros en 10 de los 21 laderos que tiene este tramo.

Por otro lado, en el tramo Esperanza-Córdoba, se propone una ampliación total de vía para laderos de 1,660 metros, para poder alojar también trenes de hasta 60 carros en 5 de los 8 laderos con los que cuenta este tramo. Tomando en cuenta que se tienen fuertes pendientes, no es posible incrementar mucho el número de carros por tren, porque el costo de operación sería muy elevado, ya que se requeriría más fuerza tractiva.

## VII.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO AGUASCALIENTES-F. PESCADOR.

#### Cifras en miles de pesos

1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
				-	1,827		T	<del></del>	76,971					
						274	274	274	274	11,546	11,546	11,546	11,546	11,546
						73,611	73,611	73,611	73,611	184,027	184,027	184,027	184,027	185,315
0	0	0	0	C	1,827	73,885	73,885	73,885	150,855	195,572	195,572	195,572	195,572	196,860
													,	
T					T	106,727	106,727	106,727	106,727	266,817	266,817	266,817	266,817	268,685
												<del></del>		
0	0	0	0	0	0	106,727	106,727	106,727	106.727	266,817	266,817	266,817	266,817	268,685
						<del></del>						· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	<del></del>	
					T									71,824
	0	0 0	0 0 0	0 0 0		0 0 0 0 0 1,827	0 0 0 0 0 0 1,827 73,885 106,727 0 0 0 0 0 0 0 0 0 106,727	1,827 274 274 73,611 73,611 73,611 0 0 0 0 0 1,827 73,885 73,885 106,727 106,727 0 0 0 0 0 0 0 0 106,727 106,727	1,827 274 274 274 274 73,611	1,827     76,971       274     274     274     274     274       73,611     73,611     73,611     73,611     73,611       0     0     0     0     1,827     73,885     73,885     73,885     150,855       106,727     106,727     106,727     106,727     106,727     106,727       0     0     0     0     0     106,727     106,727     106,727     106,727	1,827     76,971       274     274     274     274     274     274     11,546       73,611     73,611     73,611     73,611     73,611     184,027       0     0     0     0     1,827     73,885     73,885     73,885     150,855     195,572       106,727     106,727     106,727     106,727     106,727     106,727     266,817       0     0     0     0     0     106,727     106,727     106,727     266,817	1,827     76,971       274     274     274     274     274     11,546     11.546       73,611     73,611     73,611     73,611     184,027     184,027       0     0     0     0     1,827     73,885     73,885     73,885     150,855     195,572     195,572       106,727     106,727     106,727     106,727     106,727     266,817     266,817       0     0     0     0     0     106,727     106,727     106,727     266,817     266,817	1,827       76,971         274       274       274       274       11,546       11,546       11,546       11,546       11,546       11,546       11,546       11,546       11,546       11,546       12,546       184,027       195,572       195,572       195,572       195,572       195,572       195,572       195,572       195,572       195,572       195,572       195,572       195,572       195,572       196,817       266,817       266,817       26	1,827       76,971         274       274       274       274       11,546<

Costo de Oportunidad del Capital

30%

## EVALUACIÓN

Sumatoria

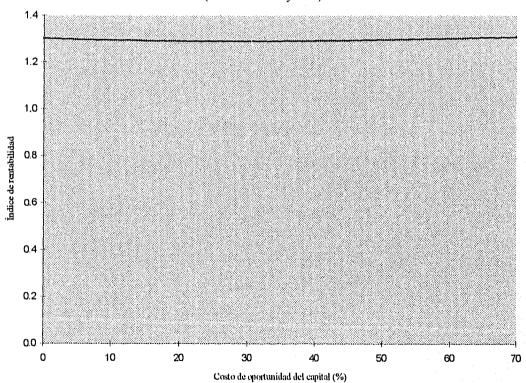
_																	Sumatoria
F.	de actualización	1	0.769231	0.591716	0.455166	0.350128	0.269329	0.207176	0.159366	0.122589	0.0943	0.072538	0.055799	0.042922	0.033017	0.025398	(
C	apital actualizado	0	- 0	0	. 0	. 0	492	15,307	11,775	9,057	14,226	14,186	10,913	8,394	6,457	5,000	95,808
В	eneficios actualizados	0	0	0	0	0	0	22,111	17,009	13,084	10,064	19,354	14,888	11,452	8,809	6,824	123,596

Índice de Rentabilidad

1.290044

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	1.3025
5	1.2981
10	1.2947
15	1.2922
20	1.2906
25	1.2899
30	1.2900
35	1.2909
40	1.2923
45	1.2943
50	1.2966
70	1.3079

Análisis de sensibilidad del tramo Aguascalientes-F.Pescador (Instalando CDT y CTC)



#### VII.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO CALLES-MONTERREY.

#### Cifras en miles de pesos

	1996	1997	1998	1999	2000	2601	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EGRESOS															
Irstalación			1					3.068				129,240		:	
Operación y mant.									460	460	460	460	19,386	19,386	19,386
Operación del trame									67.314	67,314	67.314	67,314	151.456	151.456	151,456
															ALLON ENGLISH ME
Total de Egresos	. 0	0	0	0	0	0	0	3.068	67,774	67,774	67,774	197,014	170.842	170,842	170.842
INGRESOS															
INGRESUS															
INGRESUS															
Beneficios									81.455	81,455	81,455	81,455	183,275	183,275	183,275
									81.455	81,455	81,455	81,455	183,275	183,275	183,275
Beneficios	0	0	0	0	0	0	0	0	81.455 81.455	81,455	81,455 81,455	81,455	183,275 183,275	183.275 183.275	183.275 183.275
	0	. 0	0	o	0	0	ol	o							

Costo de Oportunidad del Capital

30%

#### EVALUACIÓN

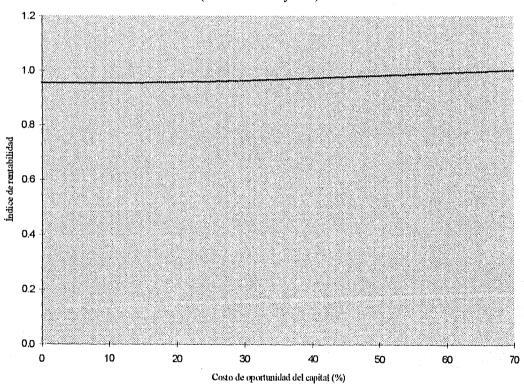
Sumatoria 1 0.769231 0.591716 0.455166 0.350128 0.269329 0.207176 0.159366 0.122589 0.0943 0.072538 F. de actualización 0.055799 0.042922 0.033017 0.025398 8,308 Capital actualizado 0 0 0 0 0 0 489 6.391 4,916 10,993 7,333 5,641 4,339 48,410 46,693 Beneficios actualizados 9,986 7,681 5,909 4,545 7,867 6,051 4,655

Índice de Rentabilidad

0.964527

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Indice de Rentabilidad
0	0,9560
5	0.9549
10	0.9550
15	0.9561
20	0.9581
25	0.9610
30	0.9645
35	0.9686
40	0.9731
45	0.9778
50	0.9828
70	1.0028

Análisis de sensibilidad del tramo Calles-Monterrey (Instalando CDT y CTC)



## VII.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO TOLUCA-ACÁMBARO.

#### Cifras en miles de pesos

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EGRESOS															
Instalación				T					70,972						
Operación y mant.										10,646	10,646	10,646	10,646	10,646	10,646
Operación del tramo										81.179	81,179	81,179	81,179	81,179	105,046
Total de Egresos	0	0	0	0	0	0	0	0	70,972	91,825	91,825	91,825	91,825	91.825	115,692
INGRESOS															
Beneficios			i							78,280	78,280	78,280	78,280	78,280	101,294
Total de Ingresos	0	0	. 0	0	0	0	0	0	0	78,280	78.280	78,280	78,280	78,280	101,294
BALANCE	0	0	0	0	0	0			-70,972	-13,545	-13,545	-13,545	-13,545	-13,545	-14,397

Costo de Oportuzidad del Capital

300/

#### EVALUACIÓN

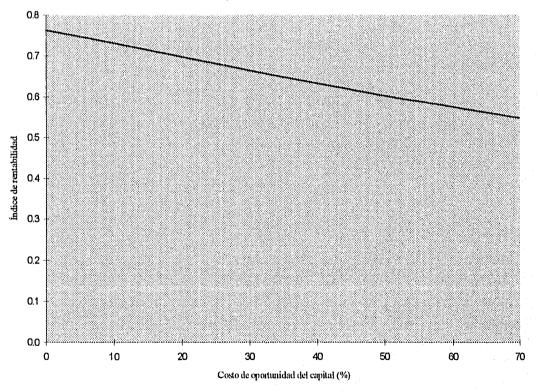
in the second and <u>and the first of the second and </u>																Sumatoria
F. de actualización	. 1	0.769231	0.591716	0.455166	0.350128	0.269329	0.207176	0.159366	0.122589	0.0943	0.072538	0.055799	0.042922	0.033017	0.025398	
Capital actualizado	0	0	. 0	0	0	0	0	0	8,700	8,659	6,661	5,124	3,941	3,032	2,938	39,055
Beneficios actualizados	0	0	0	0	0	. 0	0	0	0	7,382	5,678	4,368	3,360	2,585	2,573	25,945

Índice de Rentabilidad

0.664315

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	0.7629
5	0.7470
10	0.7307
15	0.7141
20	0.6974
25	0.6808
30	0.6643
35	0,6482
40	0.6323
45	0.6169
50	0.6020
70	0.5470

Análisis de sensibilidad del tramo Toluca-Acámbaro (Instalando CTC)



## VIL5. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO BARROTERÁN-PIEDRAS NEGRAS.

## Cifras en miles de pesos

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EGRESOS															
Instalación							1,145	1			48,225				
Operación y mant.								172	172	172	172	7,234	7,234	7,234	7,234
Operación del tramo								55,723	55,723	55,723	55,723	125,377	125,377	125,377	125,377
Total de Egresos	0	0	0	0	0	0	1.145	55,895	55,895	55,895	104,120	132,611	132,611	132,611	132,611
INGRESOS															
Beneficios								66,868	66,868	66,868	66,868	150,452	150,452	150,452	150,452
Total de Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	66,868	66,868	66,868	66,868	150,452	150,452	150,452	150,452
								1							
BALANCE	0	. 0	0	0	0	0	-1,145	10,973	10,973	10,973	-37,252	17,842	17,842	17,842	17,842

Costo de Oportunidad del Capital

30%

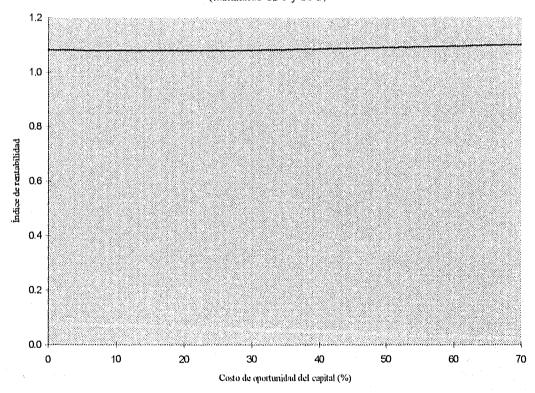
# EVALUACIÓN

	The state of the s																Sumatoria
	F. de actualización	1	0.769231	0.591716	0.455166	0.350128	0.269329	0.207176	0.159366	0.122589	0.0943	0.072538	0.055799	0.042922	0.033017	0.025398	Ĺ
Beneficios actualizados 0 0 0 0 0 0 0 0 10,656 8,197 6,306 4,850 8,395 6,458 4,967 3,821 53,651	Capital actualizado	0	0	0	0	0	0	237	8,908	6,852	5,271	7,553	7,399	5,692	4,378	3,368	49,658
	Beneficios actualizados	0	0	0	0	0	0	0	10,656	8,197	6,306	4,850	8,395	6,458	4,967	3,821	53,651

Índice de Rentabilidad

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	1.0820
5	1.0801
10	1.0789
15	1.0784
20	1.0785
25	1.0792
30	1.0804
35	1.0820
40	1.0839
45	1.0861
50	1.0885
70	1.0984

Análisis de sensibilidad del tramo Barroterán-Piedras Negras (Instalando CDT y CTC)



## VII.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO ESPERANZA-CÓRDOBA.

#### Cifras en miles de pesos

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EGRESOS															
Instalación		<u>-</u>				<del></del>		24,770		T					
Operación y mant.									3,715	3,715	3,715	3,715	3.715	3,715	3,715
Operación del tramo									84,493	84,493	84,493	84,493	84,493	84,493	84,493
Total de Egresos	0	0	0	0	0	0	0	24,770	88,208	88,208	88,208	88,208	88,208	88,208	88.208
INGRESOS															
Beneficios									48,109	48,109	48,109	48,109	48,109	48.109	48,109
Total de Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	48,109	48,109	48.109	48,109	48,109	48,109	48,109
BALANCE	0	0	Ö	0	0	0	0	-24,770	-40,100	-40,100	-40,100	-40,100	-40,100	<b>-4</b> 0,100	-10,100

Costo de Oportunidad del Capital

.

30%

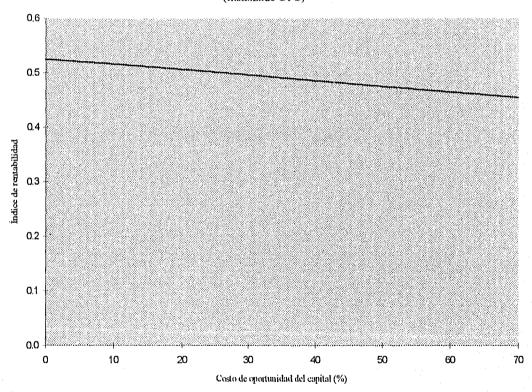
#### EVALUACIÓN

Sumatoria 0.072538 0.055799 F. de actualización 1 0.769231 0.591716 0.455166 0.350128 0.269329 0.207176 0.159366 0.122589 0.042922 0.033017 0.025398 0.0943 Capital actualizado 3,947 10,813 8,318 6.398 4,922 3,786 2,912 2,240 43,338 4,537 2,684 2,065 1,588 Beneficios actualizados 0 5,898 3,490 21,483

Índice de Rentabilidad

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	0.5244
5	0.5202
10	0.5157
15	0.5109
20	0.5060
25	0.5009
30	0.4957
35	0.4905
40	0.4852
45	0.4799
50	0.4746
70	0.4539

Análisis de sensibilidad del tramo Esperanza-Córdoba (Instalando CTC)



Costos para la construcción de un kilómetro de vía clásica con riel y accesorios de 2da, clase de 100 lbs/yda.

Cantidad	Unidad	Concepto	Clase	Precio Unitario	Importe
		Materiales:			
100.70	ton	Riel 100 lbs/ yda	2da	2,100.00	211,470.00
2028.00	Pza.	Durmiente de madera	2da	45,00	91,260.00
338.00	Pza.	Planchuela	2da	40,00	13,520.00
4056,00	Pza.	Placa de asiento.	2da	21,00	85,176.00
8,112.00	Pza.	Clavo de vía	2da	1.20	9,734.40
676,00	Pza	Tornillo de vía	2010	9,40	6,354.40
676.00	Pza.	Roldana de presión	2da	2.20	1,487.20
2,028.00	Pza.	Ancla	2da	4.50	9,126.00
1,279.00	m³	Balasto	lra	33,00	42,207.00
5 jan ( 2 , 2017	,,,			Sub-total	470,335.00
		Mano de okra:			
5	Jomada	Mayordomo general	***	65.67	328.35
25	Jomađa	Mayordomo C. Sistemad		44.70	1,117.50
500	Jomada	Reparador de vía	<b></b>	32.35	16,175.00
5	Jomađa	Soldador de vía	<b>1</b>	40.71	203.55
5	Jomada	Ayudante de soldador	••	34.94	174.70
5	jomađa	anxiliar de soldador	**	32.35	161.75
	"				18,160.85
		+1.04% de pagos de aguinaldos, fondo par			
		el ahorro, Infonavit, vacaciones, accidentes y		1.	
		enfermedades.			18,887.28
		Ingeniería y supervisión			
	ŀ	(15% de la mano de obra)		_	2,724.13
				Sub-total	39,772.26
		Maquinaria:			
1	Km.	Grupo de maquinaria (grúa, burro,			
		reguladora de balasto, multicalzadora y			
		compactadora de balasto).		51,730.00	51,730.00
		,		Sub-total	51,730.00
		Resumen:		4.1	
		Materiales		Sub-total	470,335.00
		Mano de obra		Sub-total	39,772.26
		Maquinaria	~	Sub-total	51,730.00
				TOTAL	561,837.26

Tabla VII.7

## VII.8. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO TOLUCA-ACÁMBARO.

#### Cifras en miles de pesos

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EGRESOS															
Instalación		1							70,972						
Operación y mant.					- (		ļ			10,646	10,646	10,646	10,646	10,646	10,646
Operación del tramo										81,179	81,179	81,179	81,179	81,179	105,046
Incremento de vía de 2da.							1		2,450		1				
Total de Egresos	0	0	0	0	0	0	0	G	73,422	91,825	91,825	91,825	91,825	91.825	115,692
INGRESOS															
Beneficios								ì		134,194	134,194	134.194	134,194	134,194	134,194
Total de Ingresos	0	0	0	0	0	0	Û	c	0	134,194	134.194	134,194	134,194	134,194	134,194
BALANCE	0	0	0	0	0	0	. 0	0	-73,422	42,369	42,369	42,369	42,369	42,369	18,503
Costo de Oportunidad del Capital	ı	30%													

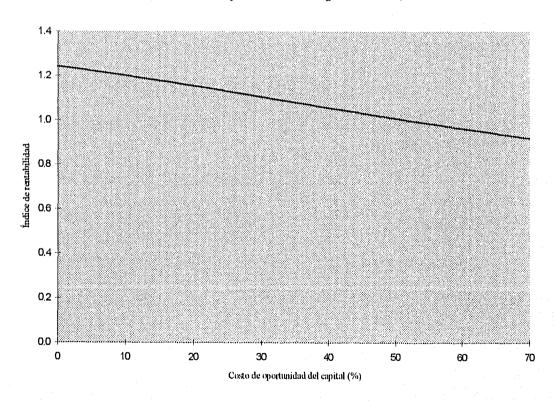
EVALUACIÓN

Sumatoria 1 0.769231 0.591716 0.455166 0.350128 0.269329 0.207176 0.159366 0.122589 0.0943 0.072538 0.055799 0.042922 0.033017 0.025398 F. de actualización 5,124 3,941 3,032 2,938 39,356 0 9,001 8,659 6,661 Capital actualizado 12,654 9,734 7,488 5,760 4,431 3,408 43,475 Beneficios actualizados

Indice de Rentabilidad

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	1.2421
5	1.2222
10	1.2006
15	1.1776
20	1.1538
25	1.1294
30	1.1047
35	1.0799
40	1.0554
45	1.0311
50	1.0073
70	0.9181

Análisis de sensibilidad del tramo Toluca-Acámbaro (Instalando CTC y aumentando la longitud de laderos)



## VII.9. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO ESPERANZA-CÓRDOBA.

## Cifras en miles de pesos

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EGRESOS															
Instalación								24,770							
Operación y mant.									3,715	3,715	3,715	3,715	3,715	3,715	3,715
Operación del tramo	į								84,493	84,493	84,493	84,493	84,493	84,493	84,493
Incremento de vía de 2da.								933		i					
Total de Egresos	0	0	0	0	0	0	0	25,702	88,208	88,208	88,208	88,208	88,208	88,208	88,20
INGRESOS															
Beneficios	···	— Т	1						57,730	57,730	57,730	57,730	57,730	57,730	57,73
									57,730	57,730	57,730	57,730	57,730	57,730	57,73
	0	0	0	0	0	0	0	0	57,730 57,730	57,730 57,730	57,730 57,730	57,730 57,730	57,730 57,730	57,730 57,730	
Beneficios	0	0	0	0	0	0	0	0							57,73 57,73

Costo de Oportunidad del Capital

30%

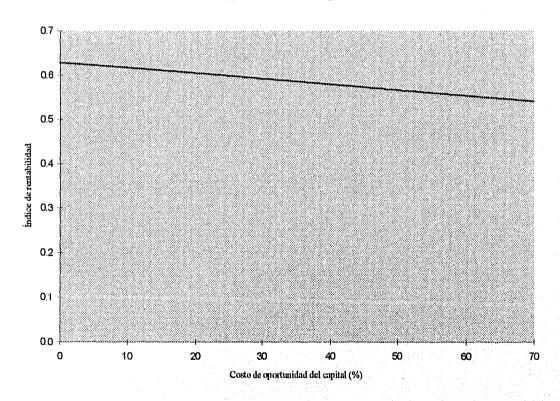
## EVALUACIÓN

				<u> </u>													Sumatoria
F	. de actualización	1	0.769231	0.591716	0.455166	0.350128	0.269329	0.207176	0.159366	0.122589	0.0943	0.072538	0.055799	0.042922	0.033017	0.025398	
Ī	apital actualizado	0	0	0	0	. 0	0	0	4,096	10,813	8,318	6,398	4,922	3,786	2,912	2,240	43,486
Ī	eneficios actualizados	0	0	0	0	0	0	0	0	7,077	5,444	4,188	3,221	2,478	1,906	1,466	25,780

Índice de Rentabilidad

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	0.6283
5	0.6231
10	0.6175
15	0,6116
20	0.6055
25	0.5992
30	0.5928
35	0.5863
40	0.5798
45	0.5733
50	0.5668
70	0.5413

Análisis de sensibilidad del tramo Esperanza-Córdoba (Instalando CTC y aumentando la longitud de laderos)



# CAPÍTULO VIII.

Conclusiones

# VIII. 1. Conclusiones y comentarios.

Después de la investigación, estudio y análisis realizado en los capítulos anteriores, se observó que son varias las alternativas para incrementar el tráfico ferroviario de carga en las líneas; resultaría lógico pensar que la construcción de nuevas obras de infraestructura puede ser la alternativa inicial, ya que con esto se puede extender la red para que el movimiento de carga entre dos o más puntos pueda ser realizado por diversas rutas con la finalidad de no saturar la infraestructura existente.

Sin embargo, han surgido con el tiempo otras alternativas que pueden incrementar la capacidad de las vías existentes, que desde el punto de vista financiero, resultan ser más favorables para la economía de un país. Dichas alternativas se ponen en operación cuando la vía presenta problemas de saturación, tomando en cuenta que la primera opción en implementarse será la que económica y financieramente resulte más rentable.

Tomando como base lo anterior, se observa que en los tramos donde se presenta saturación próxima con el sistema de órdenes de tren (OT), resulta muy conveniente poner en operación el sistema de control directo de trenes (CDT), ya que éste tiene la gran ventaja de tener un costo instalación relativamente bajo, el cual se puede recuperar en un período de tiempo muy corto.

Por otro lado, en los tramos donde se presentan problemas de saturación próxima con el sistema de control directo de trenes (CDT), se plantea la alternativa de instalar el sistema de control de tráfico centralizado (CTC), el cual incrementa la capacidad de la vía a un costo muy elevado en comparación con el anterior; situación que se ve reflejada en los resultados del estudio económico y financiero de los tramos con estas características. Esta

alternativa resulta ser poco atractiva para los inversionistas, ya que la situación del país no ofrece panoramas de recuperación de inversiones a corto plazo.

En los tramos con sistema de órdenes de tren (OT) que tienen problemas de próxima saturación, es buena la alternativa de instalar sistemas que ayuden a incrementar su capacidad instalada, ya que en el estudio realizado se muestra una cierta seguridad de ser rentables, tomando en cuenta que los beneficios esperados se basaron en una tarifa promedio registrada en 1994, la cual podría ser más elevada según el tipo de mercancías que se pudieran transportar en estos tramos.

Hablando de los casos en donde el índice de rentabilidad fue mucho menor que uno, tal es el caso de los tramos de Toluca-Acámbaro y Esperanza-Córdoba, se observa en el resultado obtenido, que no es conveniente instalar la alternativa propuesta en un principio, ya que estarán operando estos tramos con pérdidas. Tomando en cuenta lo anterior, se realizó otro análisis de los mismos tramos considerando otra alternativa, la cual, involucra la señalización del tramo y el incremento en la longitud de algunos laderos, con lo que se pretende incrementar aún más la capacidad de dichos tramos, considerando que solamente se tendrá el costo adicional de instalación de vía de segunda clase con dicha alternativa.

El resultado del análisis propuesto mostró ser una buena alternativa para el tramo Toluca-Acámbaro, ya que se puede incrementar el número de carros por tren sin aumentar el número de éstos, y así incrementar los beneficios en un alto porcentaje. La razón por la que se propuso esta alternativa, se debió a que el costo de instalación de vía de segunda clase es relativamente bajo en comparación a la rectificación.

Por otro lado, el tramo Esperanza-Córdoba no mostró mejoría con esta alternativa, ya que no se puede incrementar mucho el número de carros por tren, debido a que las pendientes de este tramo son muy fuertes, por lo cual, se tendría que recurrir a tener más fuerza tractiva para el movimiento de un número mayor de carros.

Debido a que este tramo tiene ciertas restricciones geográficas, sería conveniente la rectificación del tramo con el objeto de bajar los costos de operación, ya que es muy dificil seguir operando en las condiciones actuales.

En resumen, la situación económica en este país es inestable, por lo que es muy dificil que se incremente la infraestructura con la que actualmente cuenta Ferrocarriles Nacionales de México, por esta razón, este organismo tiene que modernizar su operación e infraestructura existente, de tal manera que los costos de inversión en proyectos con este fin sean relativamente bajos.

Por otro lado, medidas tales como la privatización de los ferrocarriles, seguramente podrán incrementar la eficiencia de este servicio e incorporarlo a cadenas logísticas bien estructuradas en lo que a movimiento de carga se refiere. Por su parte, el servicio de pasajeros deberá de someterse a extensos programas de modernización y adquisición de equipo nuevo para poder resurgir y en un futuro poder competir con el autotransporte. Sin embargo, la privatización deberá de entenderse como un proceso de concesión del servicio a particulares mexicanos y extranjeros, y no como la venta de estos bienes por parte del estado, ya que el ferrocarril deberá de conservar la característica de ser patrimonio nacional.

# Bibliografia:

- 1.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Breve Reseña Histórica de los Ferrocarriles Mexicanos". México D.F., 1987.
- 2.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Horario No. 5, Región Sureste, División del Mexicano". México D.F., 1994.
- 3.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Horario No. 7, Región Noreste, División del Golfo". México D.F., 1992.
- 4.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Horario No. 8, Región Noreste, División de Monclova". México D.F., 1991.
- 5.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Horario No. 8. Región Norte, División del Centro". México D.F., 1991.
- 6.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Horario No. 18. Región Centro, División del Pacífico". México D.F., 1993.
- 7.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Informe de labores 1989-1994". México D.F., 1995.
- 8.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Programa de Cambio Estructural 1992-1994".
- 9.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Series Estadísticas de 1993". México D.F., 1994.

- 10.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Series Estadísticas de 1994". México D.F., 1995.
- 11.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Situación actual y perspectivas al año 2000". México D.F., 1994.
- 12.- Ferrocarriles Nacionales de Mexico. "Situación actual y perspectivas al año 2000". Apéndices y anexos. México D.F., 1994.
- 13.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Situación actual y perspectivas al año 2000". Síntesis ejecutiva. México D.F., 1994.
- 14.- Fuentes Delgado, Rubén. "Economía del Transporte Ferroviario". México D.F.
- 15.- M. Togno, Francisco. "Ferrocarriles". México D.F., 1968.
- 16.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Autotransporte Federal. Subsecretaría de Transporte. "Estadísticas Básicas del Autotransporte Federal 1994". México D.F., 1995.
- 17.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Planeación. "Evaluación Económica de Proyectos Ferroviarios". México D.F., 1984.
- 18.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Subsecretaría de operación. Dirección General de Ferrocarriles. "Estadística Ferroviaria Nacional". México D.F., 1986.