

97  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**EVALUACION DEL CORREDOR  
FERROVIARIO  
MANZANILLO - NUEVO LAREDO**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :

**JUAN CARLOS MIRANDA HERNANDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS  
ING. FRANCISCO J. GOROSTIZA**

**MEXICO, D. F.**

**1991**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**





## **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 está 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.

# **INDICE**

## **1. INTRODUCCION**

## **2. LA PLANEACION DE PROYECTOS DE INVERSION**

- 2.1. El proceso de planeación**
- 2.2. El proyecto de inversión**
- 2.3. La Evaluación de Proyectos**
  - 2.3.1. Estudio de mercado**
  - 2.3.2. Localización y tamaño**
  - 2.3.3. Ingeniería de proyecto**
  - 2.3.4. Financiamiento**
  - 2.3.5. Evaluación Económica**
  - 2.3.6. Evaluación Social**

## **3. EVALUACION DE LOS PROYECTOS DE MEJORAMIENTO PARA EL CORREDOR FERROVIARIO MANZANILLO - NUEVO LAREDO**

- 3.1. Los Ferrocarriles y el Sistema Ferroviario Nacional**
- 3.2. Antecedentes**
- 3.3. Características de la infraestructura existente**
- 3.4. Comportamiento histórico del tráfico**
- 3.5. Operación actual**
- 3.6. Pronóstico de tráfico**
- 3.7. Operación futura propuesta**
- 3.8. Estudio de alternativas**
- 3.9. Estudio de inversiones**
- 3.10. Estudio de costos de operación**
- 3.11. Estudio de beneficios**
- 3.12. Evaluación Económica**
- 3.13. Estudio Financiero**
- 3.14. Evaluación Social**

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5. BIBLIOGRAFIA**

## 1. INTRODUCCION

Debido a la gran diversidad de conocimientos que forman parte de la Ingeniería Civil y del extenso campo de actividades que desarrolla el profesionista de esta disciplina, se han identificado básicamente seis campos de acción, que son, a saber, los siguientes:

1. Investigación Pura: Tiene como objetivo primordial la búsqueda metódica y sistemática de nuevos conocimientos, potencialmente aplicables a los otros campos de la Ingeniería Civil.

2. Investigación Aplicada: La aplicación directa de conocimientos generados en el campo de la investigación pura a la solución de problemas específicos de ingeniería, da como resultado una actividad denominada desarrollo o investigación aplicada.

3. Planeación: Es el proceso de análisis sistemático, documentado y tan cuantitativo como sea posible, previo al mejoramiento de una situación, y la definición y ordenamiento de los actos que conducen a ese mejoramiento.

4. Diseño: Consiste en la utilización de los principios científicos, información técnica e imaginación, en la definición de una obra que cumpla funciones específicas con el máximo de economía y eficiencia.

5. Construcción: Consiste en la realización física de la obra.

6. Operación y Mantenimiento: La Operación es la puesta en marcha de la obra realizada; El Mantenimiento consiste en conservar o cuidar la permanencia de la obra.

La presente tesis está enmarcada dentro del punto 3, la Planeación. Este campo es muy importante dentro de la Ingeniería Civil, ya que permite optimizar y programar los recursos escasos, pero que, sin embargo, no se le ha dado la importancia suficiente dentro del mundo productivo. Es por ello que esta tesis pretende darle el lugar adecuado a este campo de la Ingeniería Civil.

La tesis se divide principalmente en dos partes. La primera describe cualitativamente el proceso de Evaluación de Proyectos, actividad sumamente importante para la toma de decisiones, enmarcada dentro del proceso general de Planeación y de la Metodología de Sistemas. La segunda parte pretende aplicar, en la medida de lo posible,

los conceptos descritos con anterioridad, en la evaluación del corredor ferroviario Manzanillo-Nuevo Laredo.

Espero que esta tesis sea una pequeña aportación para impulsar el desarrollo del Proceso de Planeación dentro de la Ingeniería Civil.

## 2.1 EL PROCESO DE PLANEACION

Antes que nada, es importante dar una visión general del Enfoque de Sistemas.

El Enfoque de Sistemas es una nueva forma de concebir la realidad. Cuenta con tres líneas básicas de trabajo:

- El Desarrollo de Conceptos y lineamientos para estudiar la realidad como un Sistema (Modelo Conceptual)
- El Desarrollo de esquemas metodológicos para orientar el proceso de solución de problemas en sus distintas fases.
- El Desarrollo de técnicas y modelos para apoyar la toma de decisiones, así como obtener y analizar la información requerida.

El Enfoque Sistémico se plantea como un medio para coordinar y clasificar las metas totales del sistema y para reconocer las partes, variables y relaciones que determinan su comportamiento, de modo que la toma de decisiones ocurra de manera lógica y coherente, y que no se presente ninguna de las falacias comunes en razonamientos más estrechos.

El Análisis Sistémico es útil dada su tendencia a estudiar los sistemas como una entidad más que como un conglomerado de partes. Esto es congruente con las tendencias científicas actuales de no aislar fenómenos en contextos estrechos, sino de examinar la interacción entre fenómenos, y así estudiar cada vez mayores partes del mundo.

En la literatura se encuentran abundantes deficiones de sistema. Una es considerarlo como un agregado definido de pensamientos, conceptos, juicios, relaciones matemáticas y conectivos lógicos, etc., cuya unidad e intensidad están condicionados por las interrelaciones con las propiedades, lazos y nexos del objeto inicial. Esto hace que la noción de Sistema expresada con la ayuda de signos, oraciones de lenguaje naturales, medios materiales y construcciones técnicas, no sean sino una representación del objeto de estudio.

Ackoff pone de relieve la existencia de dos formas distintas de pensamiento: El analítico y el Sintético (Sistémico).

Para entender los objetos y los problemas, el enfoque analítico sigue un proceso que consta de tres etapas:

- a) Aislar y dividir en partes lo que se desea entender;
- b) Tratar de entender como trabajan las partes; y
- c) Reunir el conocimiento de las partes para entender las propiedades y el comportamiento del todo.

Para entender a las partes, a su vez procede a subdividir las tantas veces como sea necesario, posiblemente hasta llegar a partes últimas (reduccionismo). Además, cuando el todo no puede ser separado en partes independientes, introduce relaciones de causa-efecto (mecanismo).

Esta postura cognocitiva ha tenido una amplia difusión prácticamente en todas las áreas del conocimiento, y en general domina la forma de razonamiento de las personas.

Por otro lado, el pensamiento sistémico parte de que un sistema es un conjunto de dos o más elementos que exhibe las siguientes características:

- Las propiedades o el comportamiento de cada elemento del conjunto tienen un efecto en las propiedades o comportamiento del todo.
- Las propiedades o el comportamiento de cada elemento y la forma en que afectan al todo, dependen de las propiedades y comportamiento de al menos otro elemento del conjunto;
- Cada subgrupo posible exhibe las dos propiedades anteriores.

En consecuencia, si bien un sistema es divisible desde el punto de vista estructural, resulta indivisible desde una perspectiva funcional ya que los conjuntos son interdependientes.

Por tanto, en el pensamiento sistémico existe la tendencia de ver los sistemas como parte de sistemas mayores (expansionismo) y en relación con otros sistemas, más que como todos a descomponer. Esta tendencia dá pie al siguiente método:

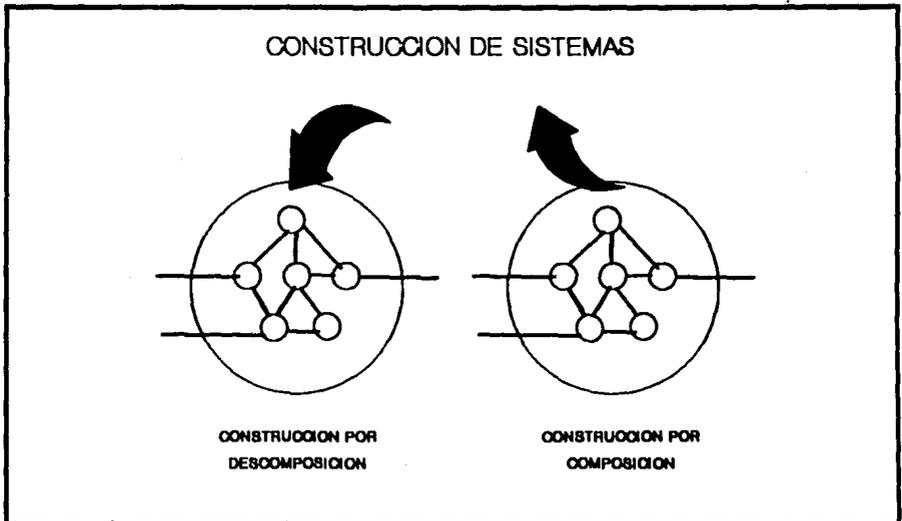
- a) El todo que se desea entender es conceptualizado como parte de un todo mayor;
- b) Se busca conocer el comportamiento y características del todo mayor; y
- c) El todo se explica de acuerdo con el papel e influencia que tiene en el todo más amplio.

Consecuente con esta postura, las partes o subsistemas no son consideradas por separado, sino en interacción con otras partes, teniendo presente el papel que juegan en el sistema que las contiene.

Se han definido dos tipos básicos de procedimientos de construcción sistemática.

- a) Por composición
- b) Por descomposición

Ambos son parciales y complementarios, y producen dos tipos de representaciones sistemáticas: compuesta e integral. El concepto sistema general se determina como un agregado que se obtiene con la composición de ambas representaciones.



La Construcción por composición parte de los intentos iniciales de definir sistema, correspondiente a las primeras etapas de elaboración del concepto, cuando se empieza a comprender que el conjunto de elementos seleccionados se encuentra organizado e interconectado en cierta totalidad gobernada por leyes comunes. En la siguiente etapa, la construcción del concepto consiste en el intento de deducir las propiedades del sistema mediante el estudio de sus componentes básicos, las que se clasifican, y después se encuentra el tipo de relaciones que la vinculan. Con este procedimiento, que parte del elemento y busca llegar al sistema, se corre el riesgo de no comprender la naturaleza integral del mismo, esto es, de aquellos aspectos estipulados por el papel que juega en un sistema mayor denominado suprasistema. Es así que en este tipo de construcciones el conjunto de elementos, vínculos e interrelaciones constituyen una de las posibles nociones parciales del sistema.

La construcción por descomposición se aproxima más al espíritu sistémico. Corresponde a un movimiento cognocitivo opuesto a la construcción anterior; en este caso, se parte del sistema hacia sus componentes, y constituye una forma típica de enfoque integral. El procedimiento se basa en la descomposición funcional; consiste en desmembrar el sistema en subsistemas, cuyas funciones y propiedades aseguren las del sistema en su conjunto mediante una organización adecuada.

Para realizar dicha construcción, se presentan dos aspectos, que pueden ser llamados estructura externa e interna del sistema en consideración. El primero se establece a través de conocer el papel que el sistema juega en su suprasistema, que se logra definiendo los objetivos y funciones totales; es importante, dentro del suprasistema, la determinación de otros sistemas al mismo nivel, los cuales se clasificarán con base en sus respectivos objetivos y funciones, así como en sus interrelaciones. La estructura interna del sistema, en particular su estructura funcional, se obtiene por una descomposición por funciones, que se presenta como un agregado hipotético de subsistemas interconectadas de tal forma que asegure el funcionamiento del sistema, por medio del cual se busca alcanzar ciertos objetivos dentro del citado suprasistema.

El presente trabajo tiene como finalidad ofrecer las bases teóricas para la Evaluación de Proyectos. Para ello, es necesario conocer el papel que ella juega en la toma de decisiones, inmersa en el proceso de Planeación.

Un sistema conducente es concebido, bajo el enfoque sistémico mencionado anteriormente, como un agente de cambio y desarrollo de una parte del sistema socioeconómico del país, a través del desarrollo del proceso de toma de decisiones

Morris presenta una estructura general de las actividades para la conducción y analiza ciertas situaciones de los procedimientos reales.

Según dicho autor, este proceso se inicia con la aparición de estímulos que alertan y presionan al conducente sobre la presencia de una situación, por lo que necesita tomar una decisión. Basándose en su experiencia subjetiva y en la información disponible, implícita o explícita, se conceptualiza el problema que se quiere resolver. La solución consistirá en buscar alternativas y tomar decisiones. Tanto la formulación del problema como su solución se apoyan en procesos de evaluación de alternativas a través de beneficios y riesgos.

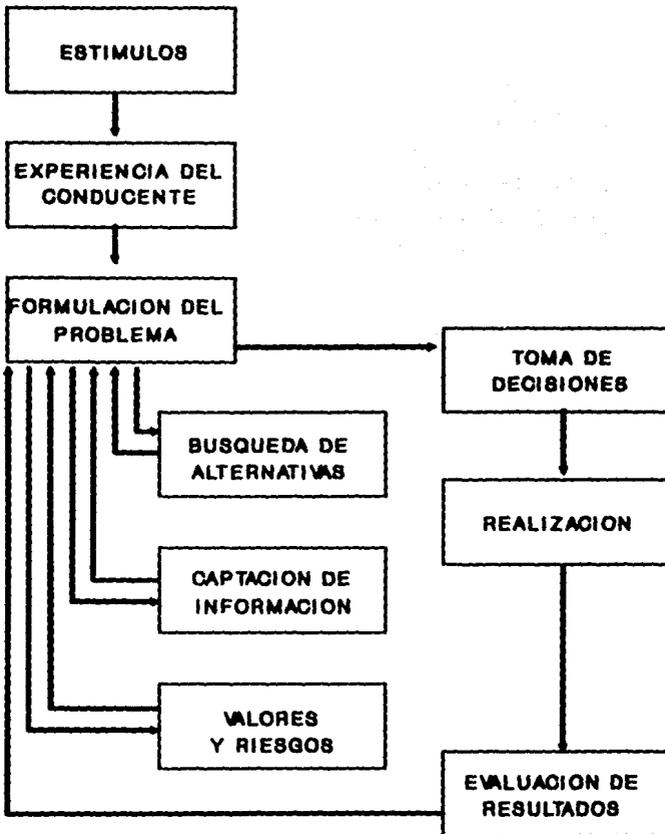
En caso de incertidumbre en la formulación del problema, es decir, que la experiencia no sea suficiente o que la información no sea adecuada, se inicia un proceso de búsqueda de nuevas alternativas, que una vez analizadas, permitan reformular el problema. Otra forma, también cíclica, es la captación de información que permita realizar pronósticos de la situación. Existe un tercer ciclo, el desarrollo del sistema de valores, que no es otra cosa que criterios de evaluación de riesgo al tomar una decisión. Los tres ciclos o circuitos se realizan en un corto plazo y permiten al conducente tomar una decisión en forma iterativa.

Sin embargo, el conducente no estará plenamente seguro que ha considerado todas las posibles variantes al estar sometido a presiones de tiempo y recursos, por lo que debe implantarse y ejecutarse la decisión, para posteriormente comparar los resultados con los esperados, y retroalimentar el proceso, lo que permite reformular el problema y seleccionar una nueva decisión.

Finalmente, se examinará el concepto y proceso de la Planeación.

En la literatura, existen múltiples definiciones del concepto de planeación, pero todos girando en una idea central de proceso y de orden para organizar los recursos escasos que tienen usos alternativos, con el fin de modificar una situación en un tiempo determinado, en base a un futuro deseado y con apoyo de la toma de decisiones. Como muestra, se enuncian las siguientes definiciones:

# PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

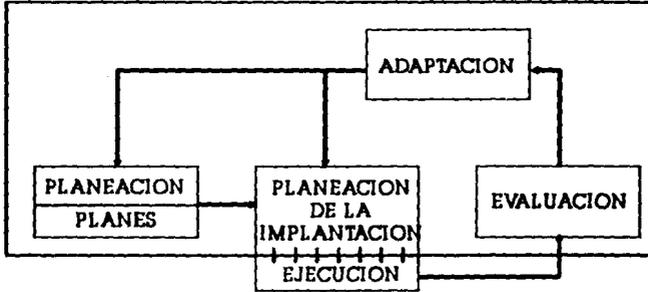


- "Planeación es un proceso que comprende la elaboración y evaluación de un conjunto de decisiones interrelacionadas antes de que la acción sea requerida, y que sí se toma la acción adecuada, la posibilidad de resultado favorable se incrementa" (Russel Ackoff).
- "La Planeación es todo acto del Estado cuyo objetivo es elevar la tasa de crecimiento económico a un nivel superior a aquel que se obtendría en ausencia de todo estado conciente" (Organización de las Naciones Unidas)
- "Planear significa una preparación mental para actuar" (A. Glikson).
- "Planeación es la aplicación racional de los conocimientos humanos cuando se trata de tomar soluciones que sirven de base para la acción del hombre y al establecimiento de relaciones entre medios y objetivos con el propósito de alcanzar estos últimos a través del uso más eficaz de los primeros" (Sociedad Interamericana de Planeación).
- "Planear significa básicamente la optimización de las relaciones entre medios y fines, sugerir formas alternativas para lograr más rápidamente y a menor costo los objetivos perseguidos" ("Discusiones sobre Planificación").
- "Planeación es un proceso de análisis documentado, sistemático y tan cuantitativo como sea posible, previo al mejoramiento de una cierta situación y a la definición y ordenamiento de las acciones que conducen a cierto mejoramiento (Profesores de la Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.).

Como se observa, la Planeación requiere, como se mencionó anteriormente, un proceso o metodología racional. De aquí surge el concepto de Proceso de Planeación. Para ello, se analizará dicho proceso bajo el procedimiento de construcción por descomposición funcional, mencionado anteriormente.

Según ello, Ackoff descompone al Sistema Planeación en cuatro subsistemas funcionales:

## SISTEMA PLANEACION



- a) Subsistema Planeación
- b) Subsistema Implantación
- c) Subsistema Evaluación
- d) Subsistema Adaptación

El Subsistema Planeación tiene como objetivos producir los planes con sus elementos (objetivos, políticas, metas, programas y proyectos establecidos).

El Subsistema Implantación consiste en el diseño de los procedimientos para tomar decisiones dentro de la implantación, así como de su organización para poder realizar el plan. Esta actividad debe tener un mapeo con la ejecución del plan; para ello, la implantación se divide en dos aspectos: planeación y ejecución; el primero corresponde al proceso de la planeación, y el otro al de ejecución.

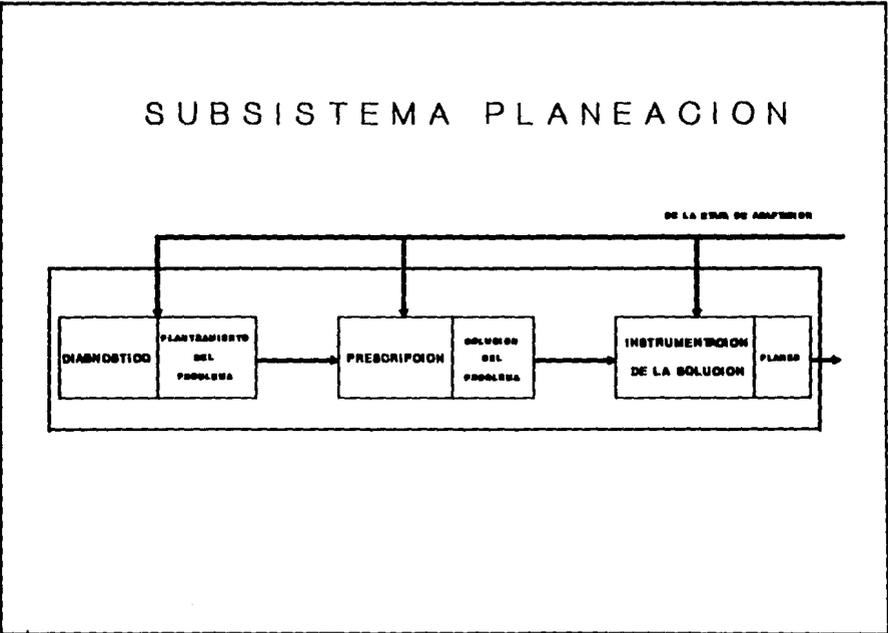
El Subsistema Evaluación de los resultados permite observar la eficiencia de los planes en su consecución de metas y objetivos, a fin de poder realizar ajustes, cambios y adaptaciones que mejoren el proceso de planeación y de la conducción a través de la retroalimentación a los otras subsistemas, constituyendo así la función del Subsistema Adaptación.

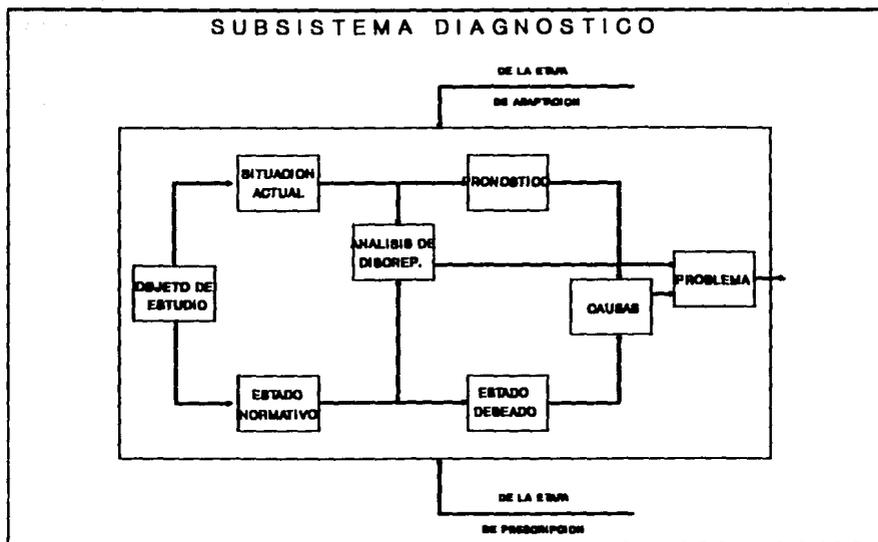
En la literatura se ha definido la actividad de control; Ackoff lo considera como el diseño de un procedimiento que permite prever o detectar errores o fallas del plan, y la forma de prevenirlos o corregirlos sobre una base de continuidad. En base a este concepto, puede observarse que los Subsistemas de Evaluación y Adaptación se ajustan a la parte de control referida a la detección de errores o fallas del plan.

Según el procedimiento de construcción utilizado, el siguiente paso es la visualización del Subsistema de Planeación, analizándolo con mayor detalle por lo importante de sus productos.

El Subsistema ha sido descompuesto en tres etapas, relacionadas en forma consecutiva: planteamiento del problema, solución del problema y transformación de esta en los planes con sus elementos adecuados.

El Diagnóstico trata de detectar, definir y plantear los problemas que se quieren resolver a través del proceso de conducción del objeto.



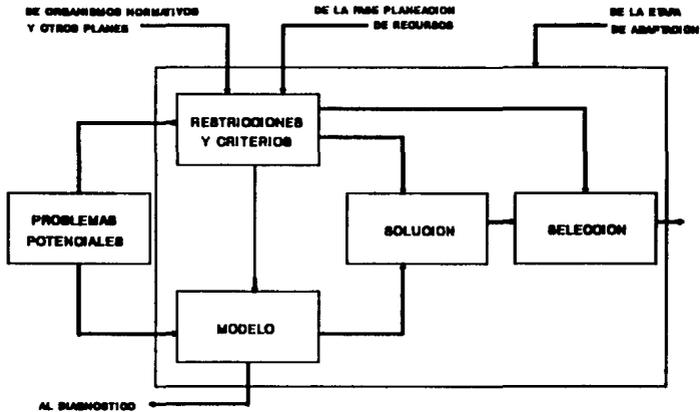


La etapa de la prescripción trata de dar solución al problema planteado mediante el análisis de distintas alternativas factibles (con sus restricciones o limitaciones) para lograr un estado deseado. Puede descomponerse en cuatro partes:

- Construcción de Modelos, que sirvan para obtener y simular la solución del Problema, así como para desarrollar en el diagnóstico el pronóstico del Sistema.
- Definición de las distintas restricciones y formulación de criterios.
- Búsqueda de soluciones.
- Evaluación de las alternativas, a través de la simulación de manera de poder seleccionar las factibles y mejores, según los criterios desarrollados.

La función básica de la tercera etapa, instrumentación de la Solución, trata de formular los objetivos de la conducción de manera explícita, políticas y programas, tomando en cuenta la asignación de los recursos e intentando implantar la solución escogida.

## SUBSISTEMA PRESCRIPCION



Resumiendo, es importante enfatizar que las distintas etapas del proceso de planeación, en su desarrollo, no constituyen un proceso lineal, sino que se interrelacionan entre sí produciendo ciclos.

## 2.2 EL PROYECTO DE INVERSION

En términos generales, el concepto de "proyecto" implica una idea, un diseño de hacer algo, un esbozo, un esquema. Es común relacionar la palabra "proyecto" con una obra civil o arquitectónica. De esta manera se puede hablar del proyecto de una presa o del proyecto de una carretera. Sin embargo, desde el punto de vista económico, el proyecto es un plan prospectivo de una unidad de acción capaz de materializar algún aspecto del desarrollo económico.

Las Naciones Unidas lo definen diciendo que "Un proyecto es una unidad de actividad de cualquier naturaleza que requiere para su realización del uso o consumo inmediato o a corto plazo de algunos recursos escasos o al menos limitados, aún sacrificando beneficios actuales y asegurados, con la esperanza de obtener en un período de tiempo mayor, beneficios superiores a los dichos recursos, sean estos beneficios financieros, económicos o sociales".

A partir de ello, pueden determinarse las características generales de un proyecto:

- conjunto de actividades interrelacionadas.
- a llevarse a cabo bajo una unidad de dirección
- para alcanzar un objetivo específico
- en fecha determinada
- mediante la movilización de recursos.

El análisis de estas cuestiones se hace en los proyectos no sólo del bajo el punto de vista económico sino también bajo criterios técnicos y financieros, administrativos e institucionales.

En general, la realización de un proyecto supone una inversión, que en muchos casos es el aspecto más importante a analizar, aunque en ocasiones la prioridad se establece en base a problemas de otra naturaleza, como las de organización o de tecnología.

La palabra proyecto se usa también para designar el documento en que se plantean y analizan los problemas que implica movilizar factores para alcanzar objetivos

determinados de acuerdo con una función de producción dada, justificando el empleo de estos factores frente a otras opciones potenciales de utilización.

Por ello, es importante tener bien claras ambas acepciones, recomendándose denominar "proyecto" al programa o plan de producción de bienes y servicios específicos y "documento del proyecto" para designar al documento en que el programa o plan se presenta y justifica.

El Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES) propone las siguientes definiciones:

1. **Carácter de un Proyecto.** Se refiere a si un proyecto es considerado predominantemente económico o social. Será de carácter económico si la decisión final sobre su realización se hace en base a una demanda efectiva, capaz de pagar el precio del bien o servicio que el proyecto produzca. Será de carácter social si este precio o una parte de él serán pagadas por la comunidad.

2. **Naturaleza del Proyecto.** En este sentido, los proyectos pueden ser de Instalación o Implementación de un conjunto integrado de bienes de producción, de operación (racionalización o combinación de uso de los factores de producción) o combinación de las dos formas anteriores, en donde "mantenimiento" se considera una parte de la operación.

3. **Categoría del Proyecto.** Es su pertenencia a un sector de la actividad económica y social: Producción de bienes (agrícolas, pecuarios, forestales, pesqueros, minerales, industriales), infraestructura económica (energía, transporte, comunicaciones) o social (salud, educación, vivienda, saneamiento ambiental) y prestación de servicios (personales, materiales, técnicos, institucionales).

4. **Tipo de Proyecto.** Es lo que define, dentro de cada categoría, los proyectos específicos, vale decir, carreteras, ferrocarriles, puertos, aeropuertos, en la categoría de infraestructura de transportes, o la fabricación de aparatos electrodomésticos o de calzado, en la categoría de producción industrial.

Un proyecto de infraestructura se puede definir como aquellas obras de larga duración, que requieren de grandes inversiones y cuya finalidad es construir la base para la realización de actividades tanto productivas como de bienestar social.

Los proyectos se clasifican de la siguiente manera:

a) **Proyectos Agropecuarios.** Abarcan todo el campo de la producción animal y vegetal: actividades pesqueras y forestales, agrícolas y ganaderas.

b) **Proyectos Industriales:** Comprende el área manufacturera, la industria extractiva y el procesamiento de los productos extractivos, de la pesca, de la agricultura y de la actividad pecuaria.

c) **Proyectos de Infraestructura Social.** Tienen la función de atender necesidades básicas de la población, como salud, educación, abastecimiento de agua y alcantarillado, vivienda y ordenamiento rural y urbano.

d) **Proyecto de Infraestructura Económica.** Incluye los proyectos de unidades directa o indirectamente productivas que proporcionan a la actividad económica ciertos insumos, bienes o servicios, de utilidad general tales como energía eléctrica, comunicaciones y transportes.

e) **Proyectos de Servicios.** Son aquellos cuyo propósito no es producir bienes materiales, sino prestar servicios de carácter personal a través de instituciones, incluyendo los trabajos de investigación tecnológica o científica.

Existe otra clasificación, según el carácter de la inversión a realizar. Los proyectos pueden ser independientes o dependientes, divisibles o indivisibles. Los proyectos independientes tienen la característica de que los beneficios que generan son independientes de la acción tomada en otros proyectos. Por el contrario, si la acción tomada afecta a los beneficios a generar por un cierto proyecto, éste será dependiente. Entre este tipo de proyectos dependientes encontramos los contingentes y los mutuamente exclusivos.

Un ejemplo de proyecto contingente lo encontramos entre dos supercarreteras. Es contingente en cuanto dependería del proyecto de la segunda carretera. Por el contrario, dos proyectos mutuamente exclusivos quedan ejemplificados por dos diseños para el mismo entronque.

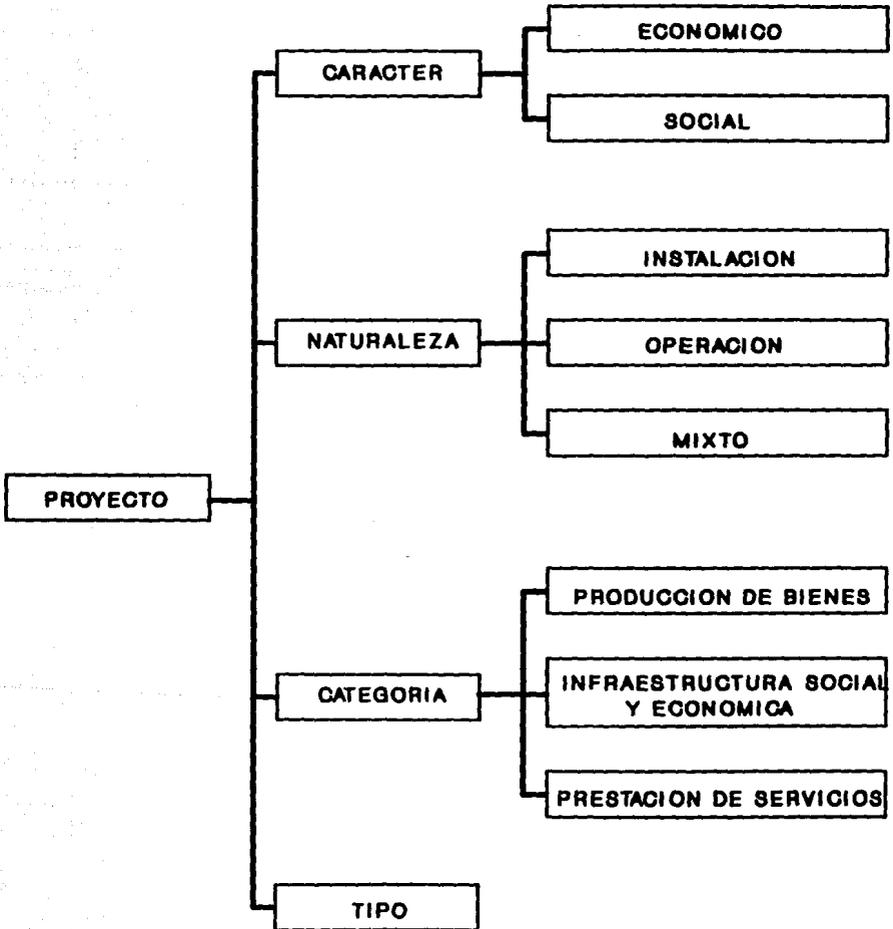
Por su parte los proyectos divisibles son aquellos que generan beneficios desde el momento en que alguna de sus partes se realiza. Una carretera es un proyecto divisible puesto que sus tramos ya generan beneficios. Por el contrario, un entronque es un proyecto indivisible, ya que no podrá generar beneficios hasta no estar abierto al tránsito.

Weingartner identifica tres distintos tipos de proyectos dependientes: los mutuamente exclusivos, los contingentes y los compuestos.

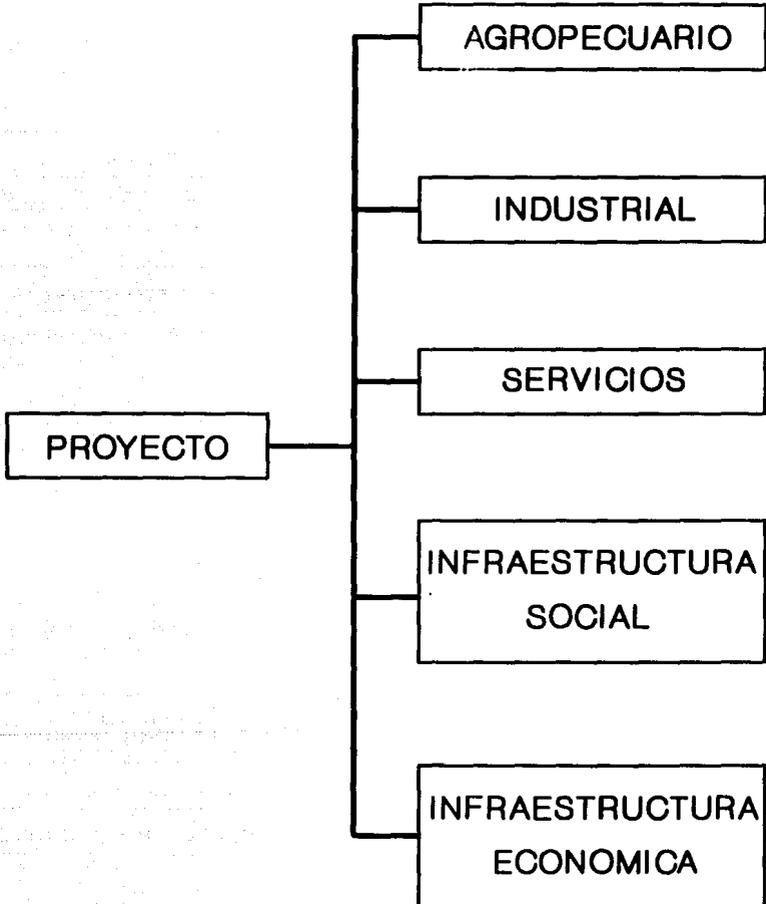
Aunque ya se han descrito los dos primeros, ellos pueden presentarse sobre bases más firmes. Se dirá que un proyectos es mutuamente exclusivo en la medida en que su valor neto tiende a cero cuando otro es seleccionado. Por otra parte, el contingente tiene un valor neto inaceptablemente bajo, a menos que otro proyecto sea aceptado. Un proyecto compuesto consta de uno principal y de uno o varios contingentes que dependen del primero. De esta forma, un proyecto independiente y un compuesto pueden ser considerados como mutuamente exclusivos.

Finalmente, es importante considerar el concepto de "importancia de un proyecto", que se refiere a su repercusión en las metas del desarrollo. Dicha repercusión depende del tamaño del proyecto en relación con las dimensiones económicas del Sistema en que se inserta y de la naturaleza de sus insumos y de su producto, así como de la posición de estos en el cuadro de la economía nacional.

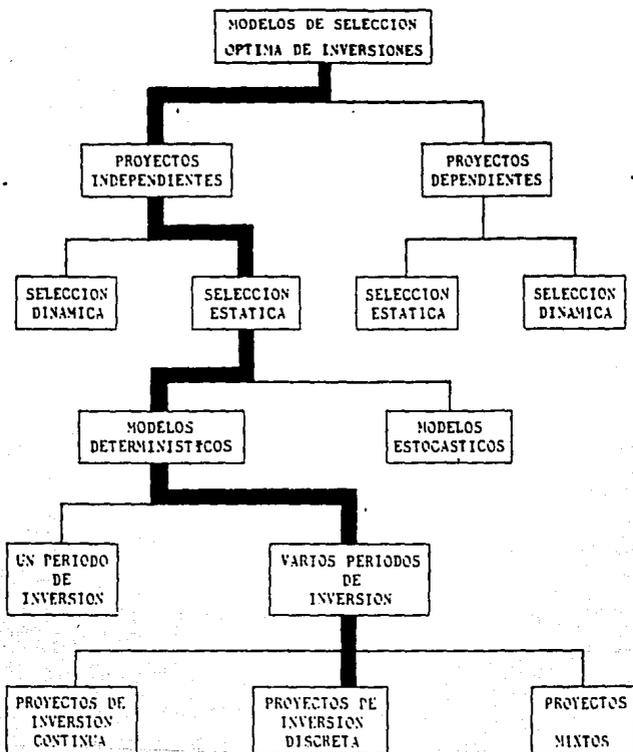
# CLASIFICACION DE LOS PROYECTOS



## CLASIFICACION DE LOS PROYECTOS



# CLASIFICACION DE LOS PROYECTOS



■ Modelos más usuales

## 2.3 LA EVALUACION DE PROYECTOS

Evaluar, en términos generales, significa examinar con determinados criterios los resultados de una acción o de un propósito.

La evaluación de un proyecto consiste en analizar las acciones propuestas en el proyectos bajo un conjunto de criterios, con el fin de verificar la viabilidad de estas acciones y de comparar los resultados del proyecto (productos y ofertas) con los recursos necesarios para alcanzarlos. Esta comparación se hace a través de los indicadores que expresan cuantitativamente los recursos utilizados por unidad de producto.

Con base a la cartera de proyectos se realiza el proceso de selección y jerarquización de los mismos.

La Evaluación de Proyectos en México como herramienta para la toma de decisiones, ha tenido un desarrollo acelerado.

Antes de la década de los 50's, el análisis consistía en una simple "revisión" de tipo técnico, buscando únicamente que los proyectos estuvieran de acuerdo a los patrones tecnológicos establecidos, descuidando criterios económicos y sociales. Las inversiones se realizaban mediante el análisis individual de la bondad de cada proyecto.

A nivel económico, a lo más que se llegaba era estimar los costos directos de las alternativas de un proyecto, decidiéndose por la de costo mínimo que satisficiera las metas predeterminadas, sin que se vincularan en forma muy estrecha los costos con los correspondientes beneficios, ni se midiera la preferencia en el tiempo de las inversiones, ni se examinaran a fondo las posibilidades reales en el mercado.

La segunda etapa, surgió a partir de la década de los 50's, debido a los requisitos que establecieron organismos internacionales, tales como el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), para el otorgamiento de empréstitos de financiamiento para los proyectos de desarrollo.

Esta etapa planteó la necesidad de disponer de anteproyectos sumarios, así como estudios de viabilidad técnico-económica y financiera, utilizando básicamente relaciones de beneficio-costos.

Sin embargo, los criterios utilizados estuvieron impregnados en numerosos casos de mecanismo rutinario, pues no siempre se examinaron la realidad socioeconómica del país ni sus necesidades futuras.

Predominaron criterios vinculados, sobre todo, con conceptos de inversión en el sector privado, cuando en realidad se trataba de evaluar proyectos que tenían ciertas repercusiones políticas, sociales y económicas.

Los organismos nacionales adoptaron una actitud pasiva respecto a los estudios indicados, en lugar de orientar su desarrollo y evaluar los resultados finales. Ello se debió en parte, a la falta de experiencia local y a la escasez de medios materiales, pero sobre todo, a una falta de conciencia del significado y de los alcances de tales estudios.

Al percibirse las limitaciones de los métodos empleados, se introdujeron conceptos tales como "costos de oportunidad", "relaciones beneficio-costos modificadas", etc.

En una tercera etapa de la evaluación (iniciada a mediados de la década de los 60s), se intentó integrar de un modo coherente los objetivos macroeconómicos que configuran una estrategia de desarrollo con las funciones de optimización que definen la selección de los proyectos de inversión. De tal modo que un sistema de proyectos sería más conveniente en relación con otro, en la medida en que se demuestre una mejor aptitud para satisfacer las metas prefijadas.

En los últimos años, se han estado implementando los recursos de la Investigación de Operaciones y de las técnicas de computación.

Conviene destacar que la complejidad instrumental de estos métodos puede inducir a errores sobre el grado de exactitud alcanzable si previamente no se les somete a un examen de coherencia.

Por otro lado, se ha inducido el método de los Precios de Cuenta o Precios Sombra, que son precios "teóricos" que pueden manejarse en el análisis de proyectos y que estiman el valor real de bienes y servicios para el país, que evitan el uso de los precios de mercado.

Estos métodos permiten evaluar los proyectos en términos de eficiencia económica y social, distinguiéndose así los conceptos de Evaluación Financiera, Económica y Social.

Recientemente ha surgido el concepto de "Estudio del Impacto Ambiental" que es una evaluación que se le practica a un proyecto en cuanto a las repercusiones, tanto positivas como negativas, que la planeación, construcción y operación del proyecto generarían en el medio ambiente. Esto comenzó a gestarse como una respuesta a la concientización ecológica, que se ha venido desarrollando en todo el mundo.

Las etapas del análisis de un proyecto se pueden establecer en cuatro pasos:

1. Identificación de la Idea. Se trata de reconocer, basándose en la información existente e inmediatamente disponible, si hay o no alguna razón bien fundada para rechazar definitivamente la idea del proyecto. Si no la hubiese, se adoptaría la decisión de proseguir con el análisis en la etapa siguiente.

2. Anteproyecto Preliminar. Su característica y principal, es la de ser un filtro, que permita llevar a cabo una importante depuración entre los posibles caminos que puedan conducir al resultado buscado con un mayor éxito.

3. Anteproyecto Definitivo (Estudio de Factibilidad). Se trata de ordenar las alternativas de selección para el proyecto según ciertos criterios para asegurar la optimización en el uso de los recursos empleados.

4. Proyecto Detallado. Una vez aprobado el financiamiento, el siguiente paso sería el de realizar un análisis de ingeniería en el que se especifiquen con el máximo detalle las condiciones y características técnicas que debe cumplir en la realidad la futura empresa. El resultado recibe el nombre de proyecto de inversión.

Considerando que la última fase es eminentemente técnica, con elaboración detallada de las especificaciones de Ingeniería, las primeras tres fases requieren la siguiente secuencia de estudios.

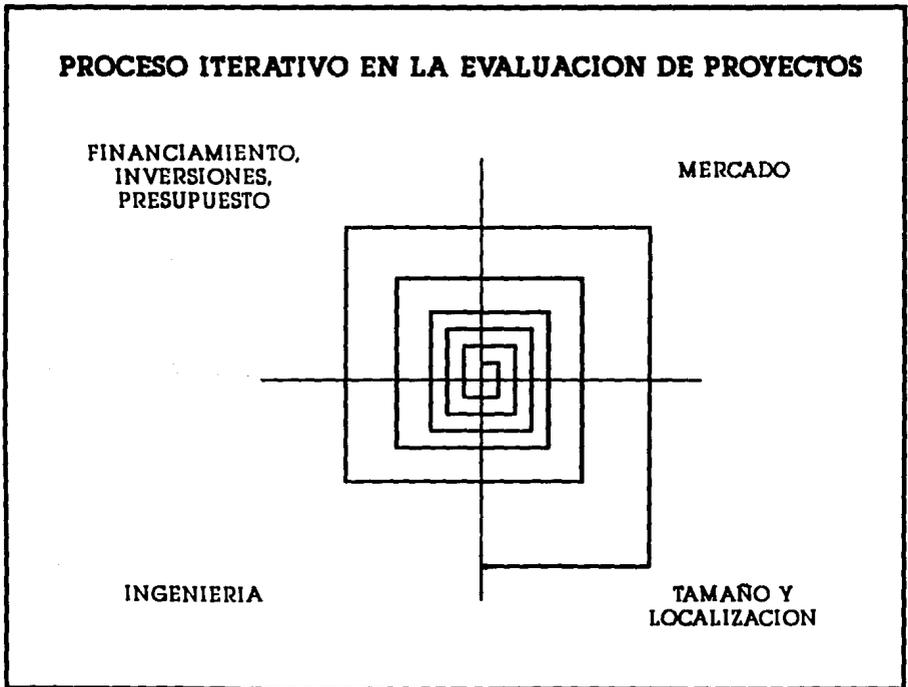
- Estudio de Mercado
- Localización y Tamaño

- Ingeniería de Proyecto
- Financiamiento (Presupuestación e Inversiones)

Dado el carácter interdisciplinario y por la íntima relación existente entre los diversos aspectos, el estudio de un proyecto se tiene que desenvolver dentro de un proceso de aproximaciones sucesivas, no siendo posible definir de manera precisa el orden en que se estudiarán los diversos aspectos.

Este proceso vá a la par del desarrollo de las fases antes mencionadas. La diferencia de una etapa a otra es la calidad de la información obtenida y la profundidad del análisis que se le haga a dicha información.

Finalmente, es importante tener en consideración que en cada fase se realiza una evaluación, con el fin de determinar si el estudio sigue siendo factible.



### **2.3.1 ESTUDIO DEL MERCADO**

El objetivo general del estudio de mercado es probar que existe un número suficiente de individuos, empresas, u otras entidades económicas que dadas ciertas condiciones, presentan una demanda que justifica la puesta en marcha de un determinado programa de producción - de bienes y servicios- en un cierto período. El estudio debe incluir asimismo las formas específicas que se utilizarán para llegar hasta esos demandantes.

A continuación se proporcionan algunas definiciones y conceptos usuales en el estudio del Mercado.

- **Investigación de Mercados:** Es el diseño, obtención y presentación sistemática de los datos y hallazgos relacionadas con una situación específica de Mercadotecnia. Una función central de la investigación de mercados consiste en ayudar a los gerentes en la toma de decisiones. La fijación de precios, el diseño y la promoción, son algunas áreas más representativas en las cuales ejerce un influjo en la toma de decisiones.
- **Mercadotecnia:** El concepto de Mercadotecnia es una orientación de la administración, la cual sostiene que la clave para alcanzar las metas de la organización consiste en averiguar las necesidades y deseos del mercado meta y adaptarse para ofrecer, mejor y más eficientemente que la competencia, las satisfacciones deseadas por el mercado.
- **Mercado:** Desde el punto de vista industrial, es el conjunto de compradores de un producto, pero también es el conjunto de industriales que abastecen a dichos compradores, así como el área geográfica donde están localizados los primeros.
- **Oferta:** Cantidad de bienes y servicios que se encuentran a disposición de los compradores a un precio determinado.
- **Demanda (efectiva).** Cantidad de bienes y servicios que los consumidores están dispuestos y en posibilidades de adquirir para satisfacer sus necesidades.

- **Bienes complementarios:** Son aquellos que cuando se presenta un aumento en el nivel de consumo de uno de ellos, se incrementa la demanda del otro.
- **Bienes sustitutos.** Son aquellos que cuando se presenta un aumento en el nivel de consumo de uno de ellos, disminuye la demanda del otro.
- **Consumidor:** Es la persona o cantidad oficial o industrial que tiene la necesidad de un producto y que realiza las acciones conducentes a la satisfacción de la misma.

Quando se estudia a los consumidores es conveniente tomar en cuenta que estos tienen capacidad de decisión y que éstas decisiones tienen lugar generalmente dentro de los siguientes contextos (Teoría de la Utilidad).

- a) El Consumidor dispone de un conjunto de bienes y servicios de entre los cuales puede expresar sus preferencias.
  - b) El Consumidor establece jerarquías en el mercado con respecto a lo que se le ofrece, sobre bases racionales.
  - c) El precio le sirve de herramienta para poner en acción el principio de que en igualdad de calidad prefiere más de cualquier bien o servicio de menos de él.
  - d) Dentro de los márgenes de sus recursos financieros disponibles, el consumidor siempre procurará elevar al máximo su participación con respecto a los bienes o servicios a su alcance.
- **Sistema de Información de Mercadotecnia.** Es una estructura estable de interacción integrada por personas, equipo y procedimientos, cuya finalidad es reunir, clasificar, evaluar y distribuir información pertinente, oportuna y verídica para uso de los encargados de la toma de decisiones para mejorar la planeación, ejecución y control de los planes de Mercadotecnia.

Hay dos fuentes fundamentales a las que se puede acudir para obtener la información que requiere un estudio de mercado.

- a) Fuentes Bibliográficas: Publicaciones únicas o periódicas (libros y revistas) de entidades privadas o públicas, mismas que contienen censos, estadísticas e información económica, financiera o de comercio.
- b) Fuentes Directas. Es decir, en los lugares donde se genera o acumula la información por los especialistas correspondientes, así como en la población consumidora de los productos.

Los aspectos por analizar en un estudio de mercado son dos: la Magnitud del Mercado y la Penetrabilidad del Mercado.

La Magnitud del Mercado representa el tamaño del mercado al cual se va a servir. Para determinar el Mercado Potencial, se hace un estudio de Oferta-Demanda. Cuando la Demanda es mayor a la Oferta existe un mercado potencial, el cual podrá ser atacado.

El Análisis de Penetrabilidad del Mercado está determinado por tres aspectos:

a) Competitividad. La nueva empresa debe ser competitiva en el mercado para poder captar consumidores. Los elementos básicos que determinan la Competitividad son el análisis de precios, de tiempos de entrega, de financiamiento y de calidad.

b) Canales de Distribución. Son los medios por los cuales será distribuido el producto o servicio a los consumidores. Hay tres tipos de canales de distribución: Directa, Distribuidores y Representantes.

c) Otros: Servicio, durabilidad, promociones, empaque, publicidad, productos substitutivos, otros.

La Metodología general para el estudio del Mercado está formada por los siguientes puntos:

1. Descripción del producto. Consiste en analizar el producto objetivo. En él se incluye la descripción de las características generales, los usos actuales y los usos

potenciales del producto. Además se realiza un estudio de los productos sustitutos y de los productos complementarios.

Dentro del primer grupo, se indica:

- Que nos puede sustituir
- Que podemos sustituir
- Evaluación de pros y contras, probabilidad de éxito y tiempo de sustitución probable

en tanto que para los productos complementarios se analiza la sustituibilidad de productos complementarios.

2. Antecedentes y perspectivas del Sector. Dentro de cada rubro, se mencionan los elementos siguientes:

- Identificación del Sector
- Evolución histórica
- Diagnóstico
- Pronóstico, esto es, el pronóstico
- Análisis del entorno actual, tanto económico, político, técnico y social.
- Perspectiva del entorno futuro.
- Pronóstico del Sector considerando tasas de crecimiento e innovaciones tecnológicas.

3. Estudio de la Demanda. Tiene por objeto demostrar y cuantificar la existencia en ubicaciones geográficamente definidas, de individuos o entidades organizadas que son consumidoras o usuarios actuales o potenciales del bien o servicio que se piensa ofrecer. El estudio de la demanda, más allá de analizar la capacidad de pago de los consumidores, debe abarcar el estudio de la cantidad deseable o necesaria de un cierto bien o servicio.

El estudio de la demanda abarca tres grandes temas: el Volumen de la demanda prevista para el período de vida útil del proyecto; la parte de esa demanda que se espera atender por el proyecto, teniendo en cuenta la oferta de otros proveedores; y los supuestos que se han utilizado para fundamentar las conclusiones del estudio (las

que se relacionan con la evolución histórica de la demanda y los relativos a la proyección de la demanda futura).

Para ello se sigue la siguiente metodología:

- Búsqueda y selección de Fuentes de Información
- Análisis de congruencia y confiabilidad de los datos.
- Procesamiento de datos, recurriendo a regresiones puntuales de intervalo y correlaciones simples y múltiples.
- Proyección de la demanda.
- Pronóstico de la demanda, por perspectivas del Sector y por consideraciones particulares del mercado específico.

4. Estudio de la Oferta. Consiste en la determinación de la oferta de los bienes o servicios que se están analizando, así como la estimación de su oferta futura.

Este punto constituye uno de los aspectos más difíciles de practicar en el estudio del mercado, debido a que se requiere información sobre volúmenes de producciones actuales y futuras, capacidades instaladas y utilizadas, planes de ampliación y costos actuales y futuros, información generalmente difícil de obtener.

La oferta, por su origen, puede ser sólo interna, externa o combinada. Cualquiera de estos casos puede corresponder a un número más o menos grande de productores tendiendo a las definiciones de un mercado de competencia, o a un número reducido de proveedores (oligopolio).

De cualquier forma, la metodología de un estudio de la oferta es la siguientes:

- Identificación de los productores actuales y potenciales.
- Recabación de datos de producción, tanto directa como indirecta. Puede ser estadística cuando se dispone de las fuentes adecuadas o únicamente estimativa.
- Procesamiento de datos mediante regresiones puntuales o correlaciones simples y/o múltiples.
- Determinación de la capacidad instalada, tanto actual como futura (calculada por los proyectos de ampliación).

- Proyección de la Oferta.
- Pronóstico de la Oferta, tanto en función de capacidades instaladas como en función de perspectivas generales y particulares del Sector.

5. Balance Oferta-Demanda. Consiste en determinar el margen de oportunidad para el proyecto, en base a una demanda insatisfecha. En este punto se analizan también las importaciones.

6. Análisis de Competitividad. Los principales elementos para determinar la competitividad del producto o servicio que se esté tratando, son los siguientes:

- Calidad
- Precio
- Financiamiento de ventas
- Tiempos de entrega
- Servicio
- Versatilidad
- Evaluación de pros y contras, ponderación del proyecto y probabilidad de éxito.

De los puntos tratados anteriormente, el precio juega un papel importante, al grado tal que algunos autores lo consideran como otro punto independiente al análisis de competitividad. El estudio de los precios tiene como propósito caracterizar de que forma se determinan y el impacto que una alteración de los mismos tendría sobre la oferta y la demanda del producto.

Las modalidades más comunes de fijación de precios son las siguientes:

- a) Precio existente en el mercado interno
- b) Precio de similares importados
- c) Precios fijados por el Sector Público
- d) Precios estimados en función del costo de producción
- e) Precio estimado en función de la demanda
- f) Precios del Mercado Internacional
- g) Precios regionales

Es importante considerar de la misma manera el análisis de calidad. Día a día se habla más del concepto de "Control Total de la Calidad", que aplica conceptos nuevos a la filosofía de la calidad, tales como realizar el control de calidad durante todo el proceso, y no al final del mismo, orientarse hacia el consumidor, involucrar a todos los trabajadores mediante círculos de calidad, visualizar las utilidades a largo plazo, etc. De esta forma, la calidad del producto o servicio estudiado deberá ser estudiada bajo estos puntos de vista, con el fin de determinar la competitividad real en el mercado.

7. Mercados Cautivos. Consiste en detectar y cuantificar, en base a los estudios de oferta-demanda, los mercados cautivos.

8. Canales de Distribución. Consiste en realizar un análisis de (los) canal(es) viable(s) de distribución. Para ello se realiza una evaluación y preselección interna (administración, control y costos) y un análisis de los canales de los competidores. A continuación, con base a la información anterior, se evalúan las ventajas y desventajas respecto a los competidores. Finalmente, con todos estos elementos de juicio, se selecciona el (los) canal(es) a emplear.

9. Aspectos complementarios de Penetración. Se consideran los siguientes:

- Análisis comparativo de durabilidad con la competencia. En este punto debe estudiarse la durabilidad exigida por el mercado y la planeada en proyecto, para finalmente evaluar y decidir la durabilidad.

- Diseño de empaque. Como elementos de juicio para la selección de empaque adecuado, se contemplan los siguientes:

- a) Estudio de competencia
- b) Estrategia de difusión al mercado
- c) Análisis de costos

- Planeación de la Publicidad. En este punto, se consideran los siguientes elementos:

- a) Definición de la imagen

- b) Planeación de estrategias publicitarias (técnicas, comerciales o propagandistas)
- c) Selección de los medios
- d) Presupuestación
- e) Diseño y programación de campaña

- **Análisis de Promociones.** Involucra:

- a) **Sistemas de promoción a emplear** (formulación, evaluación y selección de alternativas).
- b) **Presupuestación**
- c) **Diseño y programación de campañas**

- **Márgenes probables de penetración.** Se estudia en este punto las márgenes factibles, las estrategias por emplear y los márgenes probables.

**10. Pronóstico de Ventas Totales.** Las ventas totales estarán conformadas por las ventas nacionales y las de exportación. Las ventas nacionales se pronostican en base al estudio de mercados cautivos realizado, en tanto que para las ventas pronosticadas al mercado de exportación, se deben realizar estudios de competitividad a nivel internacional, de canales de comercialización a emplear y de aspectos jurídicos y burocráticos a resolver.

## 2.3.2 LOCALIZACION Y TAMAÑO

Después de realizado el estudio de Mercado, deben definirse la localización y el tamaño, así como las características de diseño del producto o servicio en estudio. En este punto se tratarán la localización y tamaño, dejándose el diseño para la "Ingeniería del Proyecto".

### 2.3.2.1. LOCALIZACION.

El Estudio de Localización se refiere tanto a la macrolocalización como a la microlocalización de la nueva unidad de producción, llegándose hasta la ubicación precisa en una ciudad o en una zona rural. Debe contemplar en principio algunas alternativas que permitan establecer un juicio comparativo, mediante el cual la solución que se dé a este problema, pueda contribuir a minimizar los costos del proyecto.

En la evolución de la teoría de la localización se han observado dos tendencias:

1. La del equilibrio parcial o teoría clásica de los costos mínimos de transporte, en condiciones de demanda constante, despreciando los aspectos de la interdependencia locacional de las empresas.

2. La del equilibrio general, que considera la interdependencia locacional de las empresas, las variaciones de la demanda y la determinación de áreas de mercado para empresas localizadas en diferentes sitios geográficos.

Para el propósito actual (definir una metodología práctica para seleccionar el mejor lugar para la instalación de un proyecto), se recomienda el tipo de equilibrio parcial, sin descuidar ciertas relaciones con detalle realista.

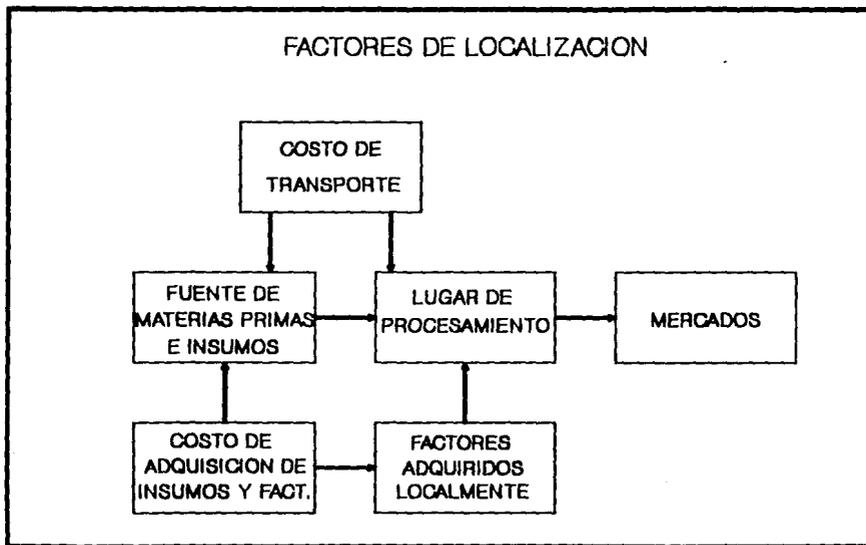
La localización óptima es la que asegura la máxima diferencia entre beneficios y costos, privados y sociales. Vale decir, la mejor localización es la que permite obtener la máxima rentabilidad (criterio privado) o el costo unitario mínimo (criterio social).

Se llaman fuerzas locacionales, las variables que determinan la distribución geográfica de las actividades económicas, con base en el epicentro económico de una región. La localización está condicionada al comportamiento de estas fuerzas.

Las fuerzas locacionales se pueden identificar, al menos, en cuatro operaciones, si se analiza la estructura de los costos de un proyecto, en función de la localización:

- a) Adquisición de materias primas e insumos
- b) Transporte de esas materias primas al lugar de procesamiento
- c) Procesamiento
- d) Transporte de los productos elaborados hacia los mercados

En términos espaciales, esas operaciones se realizan en tres lugares geográficos distintos.



- a) Fuente de materias primas
- b) Lugar de procesamiento
- c) Area de mercado

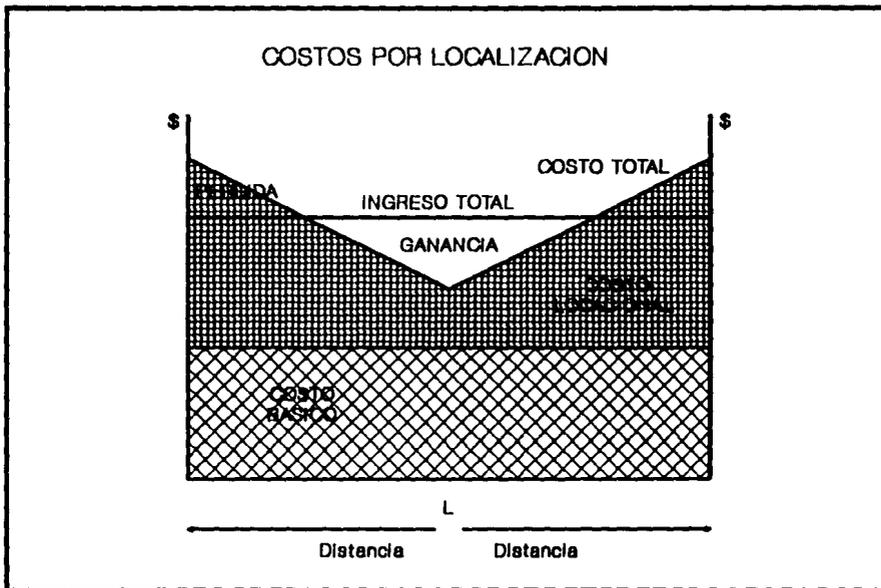
En el proceso de producción, hay dos tipos de costos relacionados con la localización: el de transporte y el de adquisición de materias primas, insumos y factores.

Para fines de análisis, se prefiere separar los costos en dos grupos:

- a) Costo básico, que corresponde al costo mínimo que se debe pagar en cualquier sitio por la adquisición de lo que requiera el proyecto.
- b) Costo locacional, que corresponde al costo adicional proveniente del transporte al lugar de la localización a estudiar, desde la fuente más barata de lo que necesite para el proyecto.

El punto de costo mínimo es el punto de costo locacional más bajo, ya que por definición, el costo básico es constante en el área problema.

Las fuerzas locacionales se pueden clasificar en tres categorías:



- a) Por costos de transferencia o cuenta de fletes. Comprende la suma de costos de transporte de insumos y productos. Estos costos deben incluir todos los gastos de fletes, de seguros, impuestos y tasas que estén incorporados.

El costo de transporte está en función de tres factores: peso x distancia x tarifa. Si se admite que la tarifa es igual para materias primas y productos terminados, el problema consiste en minimizar el monto total del transporte: peso x distancia, o sea, el total de toneladas-kilómetro transportadas. Así pues, el proyecto tenderá a localizarse junto a la fuente de materia prima, si esta pierde peso durante el proceso productivo o junto al mercado, en caso contrario.

El problema se vuelve más complejo cuando existen diferentes insumos y fuentes alternativas de suministro de materias, así como cuando existen diferentes productos y mercados geográficamente distintos.

La tarifa está determinada por los siguientes factores:

- 1) Modos de transporte (aéreo, marítimo, pluvial, carretero, férreo, ducto)
  - 2) Extensión, sentido (fletes de retorno o carga de compensación), volumen de tráfico
  - 3) Topografía y clima
  - 4) Grado de transportabilidad de las materias (productos perecederos, peligrosos, frágiles, etc.).
- b) Disponibilidad y costos relativos de los factores e insumos. Deben considerarse fuera de la mano de obra (especializada o no), algunas materias primas perecederas, maderas que no soportan fletes altos, energía eléctrica, combustible y agua.
- c) Otros, tales como incentivos fiscales y financieros, disponibilidad de terreno y edificio, políticas de desarrollo industrial, economías de escala, externas o de aglomeración, condiciones de vida, clima, facilidades administrativas y de comunicación y factores aleatorios, históricos o preferencias personales.

Economía de aglomeración son beneficios colectivos que disfrutan las empresas por encontrarse concentradas en determinado lugar. Son de dos tipos: de localización y de urbanización.

Las economías de localización son aquellas economías externas creadas por la aglomeración industrial preexistente que beneficia a la nueva industria que se instala, en terminales de acceso a mano de obra entrenada, facilidades de investigación y comercialización, proximidad e industrias de maquinaria y equipo, de partes y componentes, de reparación y mantenimiento, etc.

Las economías de Urbanización corresponden a aquellas ventajas provenientes de la localización en un área industrial o metropolitana, en términos de disponibilidad de infraestructura de transporte, energía, agua, comunicaciones, instituciones educativas, de investigación, facilidades culturales y recreativas.

La categoría a) varía en forma sistemática y previsible, en función de la distancia. En cambio las categorías b) y c) pueden variar en función de la localización, pero de manera aleatoria.

Los proyectos pueden estar orientados hacia la fuente de insumos (materias primas, energía, mano de obra), hacia el mercado de los productos, hacia puntos intermedios, o bien, con localización independiente, que son aquellas industrias en las cuales las materias primas y los productos finales tienen un alto valor específico.

En la práctica, la selección definitiva de la localización de un proyecto específico dependerá del análisis ponderado de mercado, tamaño, costos, etc., que influyen en la rentabilidad.

Un estudio de localización está integrado por los siguientes elementos:

1) Descripción. Se describirá la ubicación de las unidades nuevas y de las existentes.

En ello se involucra:

a) **Microlocalización.** Se trata de describir las alternativas de microlocalización a partir de la macrolocalización física presentada en la descripción del proyecto, previa consideración de las fuerzas locacionales típicas del proyecto. Debe señalar la delimitación de la zona y definir las áreas que contienen los terrenos por elegir. Se incluye además la localización de las instalaciones existentes o nuevas.

b) **Integración al medio.** Ya definidas las áreas que contienen los terrenos, se trata aquí de describirlas en relación con el medio, considerando los siguientes aspectos:

- Condiciones naturales (geográficas y físicas)
- Economías externas
- Condiciones institucionales (normas legales)

c)

**Ordenamiento espacial interno.** Consiste en enfocar individualmente los terrenos que las áreas contienen, planteando los aspectos siguientes:

- Dimensiones y características físicas del terreno
- Distribución de las instalaciones en el terreno
- Flujograma espacial, consistente en indicar gráficamente el flujo de proceso en términos de espacio.

## 2.- Calificación y/o Justificación.

Para las unidades nuevas y las existentes, se tratarán los siguientes puntos:

a) **En relación con el medio.** Se trata de calificar aquí la localización de las unidades existentes en el caso de proyectos de ampliación en que las unidades nuevas van a ocupar el mismo terreno, y en otros casos, de justificarla considerando problemas de adecuación con el medio. Para el caso de unidades existentes, se deberán señalar los principales problemas que presenta la actual localización. Para las unidades nuevas habrá que indicar las razones que se han tenido para elegir una escala de preferencias entre las alternativas propuestas (razones de geografía física, economías externas, razones institucionales).

- b) En relación con las características del terreno. Deben examinarse en vista de la actividad productiva que se desarrolla o se va a desarrollar, en relación tanto al proceso productivo como al programa de expansión.
- c) Distancias y costos de transporte. Se indican las distancias económicas y el costo del transporte, tanto de los insumos, como de los productos.
- d) Posibilidades de conexión a las unidades nuevas con las existentes. Este planteamiento debe hacerse tanto en la solución de los problemas actuales de localización como en la expansión de las instalaciones.
- e) Justificación de la localización frente al tamaño y proceso.

### 2.3.2.2 TAMAÑO.

El tamaño de un proyecto se mide por su capacidad de producción de bienes o de servicios, definido en términos técnicos en relación con la unidad de tiempo de financiamiento normal de la empresa.

El concepto de producción normal se define como la cantidad de productos por unidad de tiempo que se puede obtener con los factores de producción elegidas, operando en las condiciones locales que se espera que se produzcan con mayor frecuencia durante la vida útil del proyecto y conducentes al menor costo unitario posible.

El tamaño, sin embargo, puede también definirse en función de otros indicadores:

- Monto de la inversión total
- Número de empleados
- Cantidad de materia prima utilizada
- Cantidad de maquinaria

A continuación se presentan algunas definiciones importantes para el tamaño:

- **Capacidad de diseño:** Se basa en condiciones técnicas ideales y promedios, conducentes también al menor costo unitario posible, que no reflejará necesariamente la operación real del proyecto (Capacidad técnica).
- **Capacidad Máxima.** Es el volumen de producción que es posible alcanzar en condiciones singulares de operación, ya sea variando temporalmente la calidad de los insumos o a expensas del desgaste acelerado de equipos e instalaciones o de la calidad final del producto, sin restringir la operación a la obtención de los menores costos unitarios posibles. (Capacidad económica).

El objetivo del estudio del tamaño para un proyecto, es la determinación de una solución óptima que conduzca a los resultados más favorables para el proyecto en su conjunto.

Esta solución podrá ser alcanzada a través de la selección entre varias alternativas de aquel tamaño que asegure la más alta rentabilidad desde el punto de vista privado, o la mayor diferencia entre costos y beneficios sociales.

Para cumplir este objetivo, se recomienda analizar para cada alternativa, el período de producción, el proceso, la cantidad demandada por período, el precio, el ingreso total, los costos totales y unitarios, las utilidades y la tasa de descuento.

Dentro de una escala fija de producción, los costos pueden clasificarse en fijos y variables.

Los costos fijos son aquellos que se mantienen constantes, independientemente de la variación de las unidades producidas por período.

Los costos variables aumentan o disminuyen en función de las cantidades producidas.

El costo unitario o medio es el cociente del costo total (Costo Fijo o Costo variable) entre el número de unidades producidas.

La disminución de los costos unitarios provenientes del aumento en la escala de producción se denomina "economías de escala". La operación inversa se denomina "deseconomías de escala".

Las economías de escala pueden ser de naturaleza tecnológica y pecuniaria.

Las economías tecnológicas surgen cuando una mayor escala de producción permite ahorros de insumos por unidad de producción, en términos físicos.

Las economías pecuniarias surgen cuando la operación en mayor escala proporcionan una baja en los precios de los factores o insumos y en los costos de comercialización.

Las deseconomías de la empresa surgen cuando el tamaño de la empresa es tan grande que, por excesiva centralización y formación de una burocracia administrativa, se torna difícil dirigir la empresa de manera eficiente.

Por lo tanto, el problema de tamaño de un proyecto es básicamente un problema de economías de escala.

En la práctica, es poco frecuente el exámen exhaustivo del problema debido a limitaciones impuestas por el mercado, la tecnología, el financiamiento y la localización, que no permiten seleccionar muchas alternativas.

- Mercado. Sobre este punto surgen tres hipótesis: Si el proyecto es mayor que el mercado, no se puede desarrollar; si el proyecto es igual al mercado, se puede ejecutar, pero es peligroso; si el proyecto es menor que el mercado, este deja de ser factor limitante y el tamaño óptimo se podrá determinar en función de otros elementos.
- Tecnología. En función de la naturaleza de diferentes procesos industriales, la tecnología establece escalas mínimas de producción, por debajo de las cuales los costos serían muy altos.
- Localización. De acuerdo a la localización del proyecto, tamaños mayores pueden implicar mayores costos de transporte.

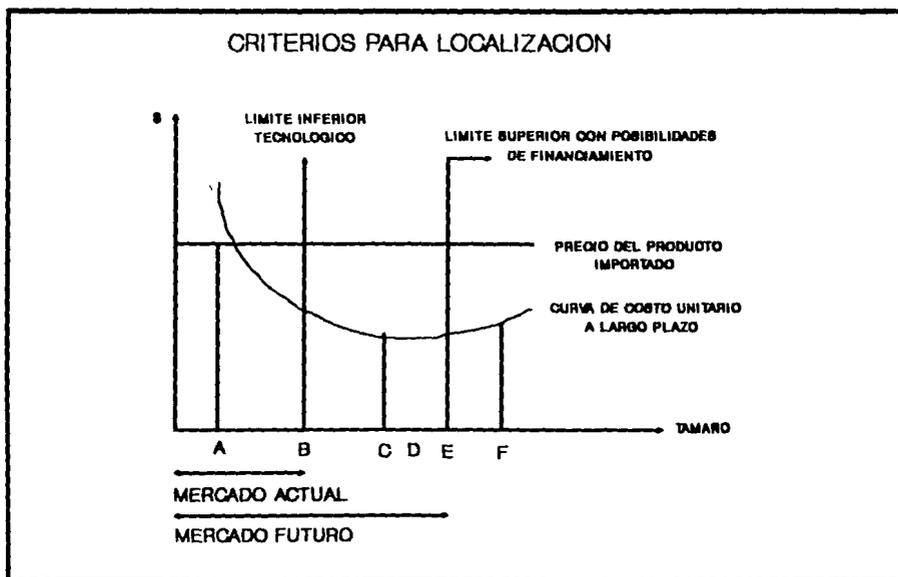
- **Financiamiento.** Tamaños mayores requieren mayores financiamientos.
- **Otros factores.** La escasez de personal técnico y administrativo pueden constituir otros factores restrictivos. Además, es importante considerar limitantes por problemas institucionales o por la política de desarrollo del país.

Considerados estos factores, la selección del tamaño queda condicionada a una franja, cuyo límite superior está fijada por el mercado (actual y potencial) y el límite inferior determinado por razones económicas y/o tecnológicas.

Desde el punto de vista económico, el tamaño mínimo depende de los precios de mercado del producto considerado.

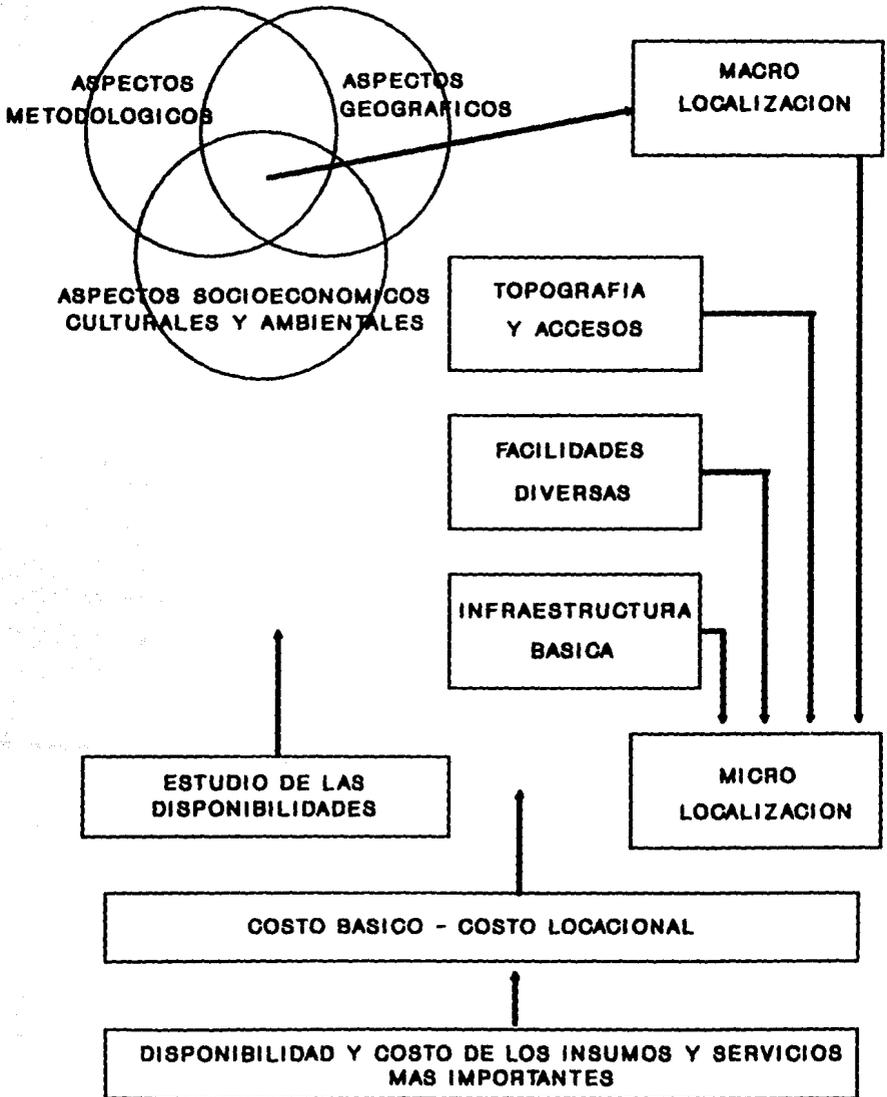
Desde el punto de vista tecnológico, el tamaño mínimo está condicionado por la disponibilidad de maquinaria y equipo adecuados.

En la figura, la selección del tamaño unitario se realiza considerando la curva de costo unitario y del precio del producto importado, ya que en economías abiertas, el

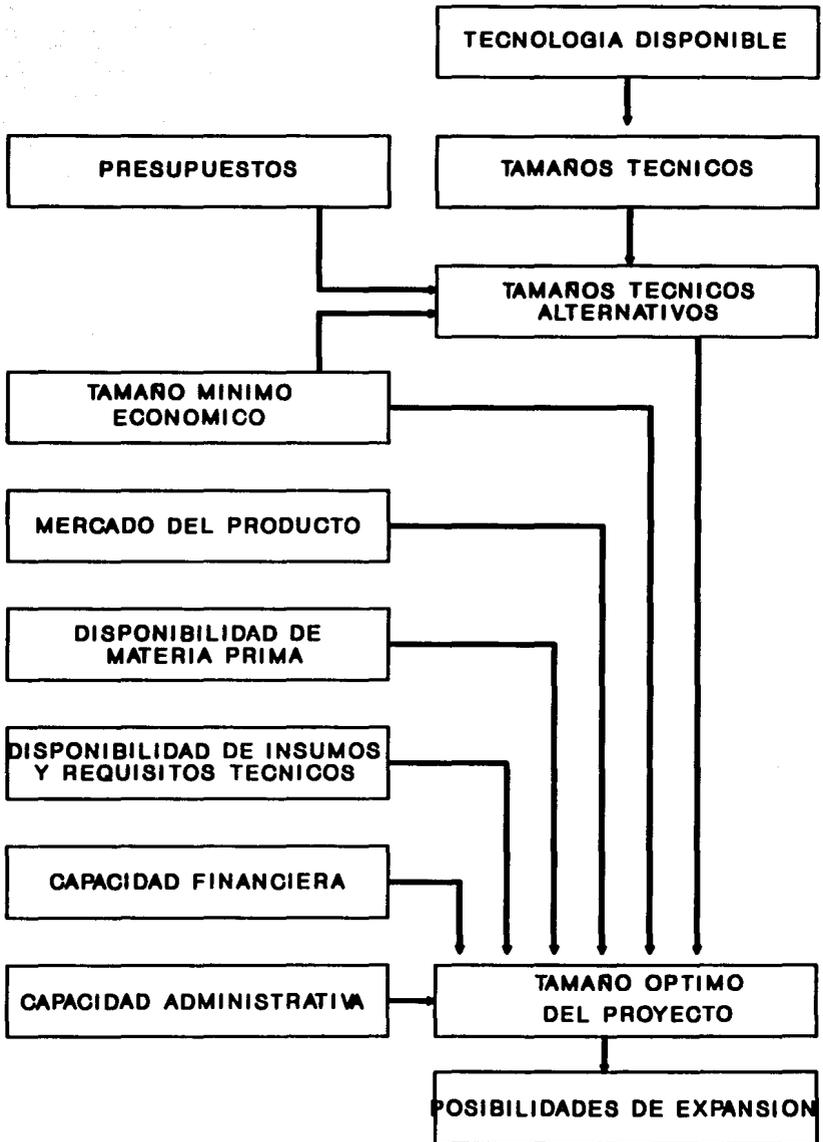


tamaño mínimo se fija por el precio de importación. Por ello, la elección deberá estar en un punto situado entre A, a partir del cual la producción comienza a ser competitiva con los productos importados y un limitante máximo F, que corresponde a la mayor dimensión del mercado. La franja de selección se reduce con el tamaño mínimo (tecnología) B, y con las posibilidades de financiamiento E. Aunadas las hipótesis de tasa de descuento y ritmo de crecimiento del mercado, el tamaño óptimo está determinado en un punto situado entre C y E.

# LOCALIZACION



# TAMAÑO



### 2.3.3 INGENIERIA DE PROYECTO

Un proyecto es un sistema de producción concebido en forma integral. Este sistema está constituido por un conjunto de factores fijos que sirven de base para combinarlos con factores variables, por medio de etapas sucesivas, con el objeto de obtener determinado producto.

El objetivo del estudio de la Ingeniería del proyecto es definir técnicamente los factores fijos y variables que componen el sistema. Además una vez definidos y especificados los factores, buscar sus interrelaciones de la manera más precisa que sea posible para poder instalar adecuadamente la unidad productiva.

Se entiende por proceso las transformaciones que realizará el aparato productivo creado por el proyecto para convertir una adecuada combinación de insumos en cierta cantidad de productos. En estos términos, el proceso se identifica con la función de producción y se caracteriza por los estados inicial y final de la variable que mide el objeto de su aplicación.

Este proceso global de transformación es el siguiente:

#### 1. Estado inicial:

- Insumos principales: Bienes, recursos naturales o personas que son objeto del proceso de transformación (materias primas, objetos o personas por transportar, enfermos por tratar, etc.).
- Insumos secundarios. Bienes o recursos necesarios para realizar el proceso de transformación, tanto para su operación como para su mantenimiento (diversas formas de energía, bienes o recursos que no quedan incorporados físicamente al buen final).

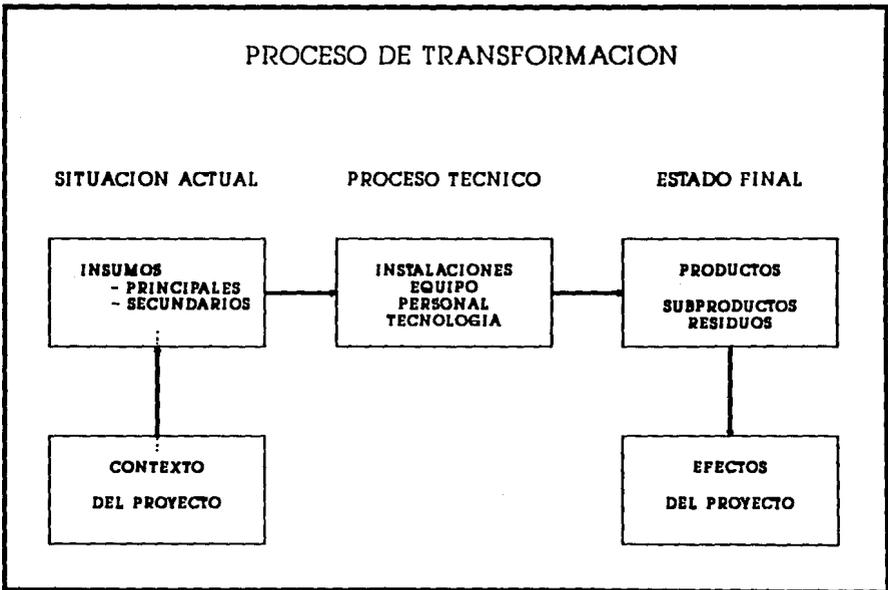
#### 2. Proceso de transformación.

- Proceso: Descripción sintética de las fases necesarias para pasar del estudio inicial al estado final.

- Equipamiento, equipo e instalaciones necesarias para realizar las transformaciones.
- Personal de diversas calificaciones, necesario para hacer funcional el proceso de transformación.

### 3. Estado final.

- Productos principales. Bienes, recursos o personas que han sufrido el proceso de transformación.
- Subproductos: Bienes, recursos o personas que han experimentado sólo parcialmente el proceso de transformación o que son consecuencia no perseguidas de este proceso, pero que tienen un valor económico, aunque de carácter marginal, para la justificación de la operación total.
- Residuos: Residuos producidos en la transformación, que carecen de valor económico en el presente estado de la técnica.



Para comprobar de manera suficiente el correcto planteamiento del problema técnico económico del proyecto, la información presentada debe responder a las siguientes preguntas:

- ¿Corresponden las especificaciones del producto estrictamente a las condiciones de la demanda?
- Las instalaciones elegidas ¿son técnica y económicamente adecuadas -dentro del medio normal- para la demanda actual y proyectadas o para la política de producción adaptada?
- El manejo técnico-económico ¿es apropiado para obtener el óptimo rendimiento de las instalaciones?
- ¿Cuál es la vida útil de las instalaciones y qué perspectivas técnico-económicas se prevén hasta su obsolescencia o inutilización?
- ¿Qué tipo de restricciones imponen las instalaciones a las posibles expansiones futuras?
- En los proyectos de ampliación, ¿a que se debe la incapacidad de la oferta actual (en cantidad o calidad)?.
- En los proyectos de ampliación ¿se comparan los resultados del análisis de las instalaciones actuales con los objetivos del proyecto?
- En los proyectos de ampliación ¿se justifica económicamente aprovechar la capacidad instalada, con los gastos y acciones necesarios para corregir sus fallas?
- ¿Se han examinado todas las alternativas técnicas posibles para alcanzar los objetivos del proyecto?
- ¿Se han considerado todas las condiciones técnicas que puedan comprometer los objetivos del proyecto?

Por consiguiente, la información sobre las unidades existentes y proyectos nuevos, se agrupan de la siguiente forma:

- a) Descripción de las instalaciones y del proceso de transformación en las unidades existentes, en caso de ser distintas de las elegidas para las unidades nuevas.
- b) Calificación del diseño y de la operación de las unidades existentes en el sentido de determinar las posibilidades de ampliación o variación de la naturaleza de su producción, comparando las metas cuantitativas y cualitativas con la capacidad instalada.
- c) Justificación técnica-económica de las unidades nuevas a través de la presentación explícita y de la descripción de las alternativas de proceso e instalaciones examinadas para cumplir con las metas de producción del proyecto.

Adicionalmente, se realiza el estudio de las "obras civiles", que comprenden los edificios, embalses, caminos, líneas de transmisión, tuberías, etc., o sea, la base material de las unidades de producción de bienes o de prestación de servicios que constituyen el proyecto. Aunque están condicionadas por el tamaño, el proceso productivo y la ubicación del proyecto, hay alternativas de solución para las obras físicas.

Las obras civiles tienen variantes de solución dictadas por la topografía o la geología del terreno, u otros factores cuyas viabilidades y ventajas deben compararse.

Los elementos que deben contemplarse en las obras civiles son:

- a) Inventario. Cada una de las obras civiles que constituyen unidades independientes deben señalarse según el siguiente esquema.
  - Relación y especificación de las obras que se realizarán.
  - Clasificación funcional y características específicas de las obras.
- b) Dimensiones de las obras. En este punto se describen las exigencias en los terrenos y las dimensiones materiales y físicas.

- c) **Requisitos de las obras.** Se trata de señalar los materiales a emplear, la mano de obra necesaria y los equipos, maquinaria, herramienta e instalaciones.
- d) **Problemas específicos.** En este punto se examinan:
  - Resultantes de las condiciones geográficas y físicas.
  - Resultantes de problemas institucionales.
- e) **Costos.** Como en los anteproyectos todavía no están bien detalladas las obras civiles en todos sus detalles, el renglón costos se limitará a ofrecer una descripción y análisis generales pero suficientes para identificar la especie de trabajos de construcción que han de realizarse y sus costos. Los costos que se calculan son los costos unitarios de elementos de obra y los costos totales de las obras. También deben calcularse los costos de operación y mantenimiento.

Otro factor a considerar en el estudio de Ingeniería del proyecto es la organización, que se divide en organización para la ejecución y para la operación.

- 1. **Organización para la ejecución.**
  - Entidades ejecutoras
  - Tipos de contrato de ejecución
  - Administración y control de la ejecución
- 2. **Organización de la operación.**
  - Implantación progresiva de la organización
  - Planteamiento de la ejecución jurídico-administrativo
  - Planteamiento de la organización técnico-funcional.
  - Planteamiento del sistema de control
  - Organigrama general

Finalmente, debe presentarse en este estudio un calendario, con diagramas de Gant o cronogramas, que describe la secuencia en el tiempo desde la aprobación o aceptación del anteproyecto hasta la operación normal de la unidad proyectada.

**El Calendario se presentará tal como resulta de las necesidades de tiempo normales o estimadas de cada operación técnica, económica o financiera que deba realizarse. Sus fechas determinan el plazo considerado en el plan de ejecución y deben coordinarse con los datos del plan de financiamiento y del calendario de inversiones.**

## 2.3.4 ESTUDIO FINANCIERO

El Estudio Financiero comprende la inversión, la proyección de los ingresos y de los gastos y las formas de financiamiento que se prevén para todo el período de su ejecución y de su operación. El Estudio debe demostrar que el proyecto puede realizarse con los recursos financieros disponibles. Así mismo, se deberá evaluar la decisión de comprometer esos recursos financieros en el proyecto en comparación con otras posibilidades conocidas de elección.

### 2.3.4.1 Recursos Financieros para la Inversión.

Las decisiones que se adoptan en el estudio técnico deben justificarse financieramente. Para ello se siguen los siguientes puntos:

- Indicar las necesidades totales de capital, desglosadas en capital fijo -estudios, patentes, organización, terrenos, equipo e instalaciones- y el capital circulante, tanto de disponibilidades de existencia como de un margen de liquidez necesario para la operación de la empresa.
- Indicar que parte de los recursos financieros necesarios puede suplirse en moneda nacional y qué parte en moneda extranjera. Para ello han de considerarse las necesidades directas e indirectas de divisas.
- Presentar las disponibilidades de recursos financieros de los realizadores del proyecto. Esto significa que la recuperación del capital esté respaldado por capital propio.
- Realizar un análisis contable en que se demuestre que los márgenes de liquidez -o sea, de capital financiero realizable a corto plazo- con que se contará durante la organización y la ejecución del proyecto serán suficientes para atender las necesidades de capital de trabajo y de sustitución de capital fijo que se tendrán durante esos períodos.

#### 2.3.4.2 Análisis y Proyecciones Financieras.

El Estudio requiere un análisis comparativo que tome en cuenta por un lado las necesidades de recursos financieros de la empresa para el proyecto y, por el otro, las proyecciones de ingresos financieros de operación, basadas en las estimaciones de uso de capacidad instalada y precios de venta estimados. Esta información se deriva de los estudios técnico y de mercado.

Si se compara la proyección de ingresos totales que se espera obtener a diferentes niveles de uso de la capacidad instalada con la previsión de costos totales anuales correspondientes a los mismos niveles, se obtiene un indicador que servirá para el análisis de sensibilidad financiera de la empresa ante variaciones de sus operaciones económicas

En base a estos antecedentes, se llega a las proyecciones de las necesidades vitales de capital durante la vida útil del proyecto.

#### 2.3.4.3 Financiamiento.

Consiste en especificar las fuentes de los recursos financieros que se utilizarán y su distribución en los diversos usos que comprende el proyecto, o, en otras palabras, el origen y destino de los recursos. Los rubros que se deben estudiar son los siguientes:

a). Fuentes u Origenes de los Fondos.

- Capital propio.
- Préstamos a mediano y largo plazo
- Créditos a corto plazo (de bancos y/o de proveedores)
- Venta del producto (recaudación de tarifas u otras formas de pago por servicios en los proyectos públicos)
- Saldo del año anterior
- Total de los fondos clasificados por fuentes

b). Usos o destinos de los fondos

- Inversión fija

- Activos en cuenta corriente (aumento de inventario; aumento de cuentas por cobrar)
- Costos de producción (excluyendo depreciación e intereses a largo plazo)
- Pagos de crédito a corto plazo
- Impuestos a la renta
- Total de los fondos clasificados por usos
- Disponibilidad de dividendos, servicios de créditos y reservas.

#### 2.3.4.4 Evaluación Financiera.

La demostración de la viabilidad financiera del proyecto y el exámen de su sensibilidad a las probables variaciones de las magnitudes que conforman su planteamiento básico se hacen con instrumentos de análisis de estudio financiero. Los datos para calcularlos se obtienen de las previsiones de precios y cantidades demandadas contenidas en el estudio de mercado, del análisis de costos descrito en el estudio técnico y del cuadro de fuentes y usos de fondos del estudio financiero.

El Análisis de Sensibilidad financiera del proyecto mostrará además, a qué variables y su comportamiento es más sensible la viabilidad de un proyecto. La evaluación económica y la financiera están íntimamente relacionadas.

A continuación se presentan los principales indicadores financieros.

#### 2.3.4.4.1 Instrumentos de Análisis Financieros.

##### 2.3.4.4.1 Equivalencias Financieras.

Las erogaciones que implican un aumento de ingresos se aprueban sólo cuando el inversionista espera recibir algo más de lo que gasta. El aliciente de estas decisiones es la esperanza de obtener utilidades. De ello se deduce que cada erogación que tenga perspectivas de producir utilidades puede clasificarse como inversión, ya que gastar dinero con la esperanza de obtener utilidades, es la definición de una inversión. El principio de inversión y la motivación de utilidades rigen todas las decisiones de inversión, tanto las de aumento de los ingresos como las de reducción de costos.

La utilidad puede explicarse también como el resultado de la productividad del capital. El dinero proporciona métodos, máquinas, hombres y materiales que se pueden coordinar para aumentar los ingresos brutos o reducir los costos. La utilidad resultante, originada por el uso de dinero, debe atribuirse a la productividad del capital.

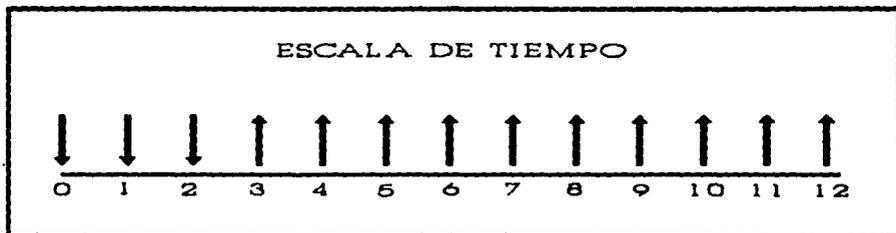
El usuario del capital debe satisfacer los deseos de utilidad del que lo proporciona. Esta obligación del usuario debe considerarse como su costo por usar el capital.

Cada propietario de capital tiene más de una oportunidad. Cada vez que acepta una de esas oportunidades pierde la ocasión de invertir en otra y, así, pierde el beneficio que hubiera podido obtener en esta última. Esta situación hace surgir el término "costo de oportunidad". Este concepto sostiene que el capital nunca es gratuito, puesto que la elección de un uso de capital implica el costo de perder la oportunidad de obtener un beneficio de él en otra parte.

Todo el dinero debe proporcionar al menos el costo de capital. Para ello, es importante considerar el valor del dinero en el tiempo, reconociendo la existencia esencial de una tasa de rendimiento en todas las transacciones monetarias.

Con el fin de representar las inversiones en el tiempo, se utiliza la técnica de la escala de tiempo.

En la figura se muestra una escala de tiempo. En la parte superior se representan los ingresos y los egresos, distinguiéndoles mediante signos o flechas (una flecha hacia abajo representa un egreso y una flecha hacia arriba representa un ingreso). Las cantidades anotadas en la parte inferior representan puntos del tiempo, de tal forma que entre cada par de puntos se plasman períodos constantes.



Adicionalmente, para efectos del desarrollo de las fórmulas financieras, se sigue la siguiente notación:

- P - designa una cantidad presente (o actual) de dinero
- F - designa una cantidad de dinero en una fecha futura especificada
- R - representa una serie uniforme de pagos al final del período
- i - representa la tasa de interés que se obtiene al final de cada período
- n - designa el número de períodos de interés

El interés puede interpretarse como el dinero pagado por el uso del capital prestado. La tasa de interés "i" es la relación de la cantidad ganada de capital prestado para un período específico.

Interés compuesto se refiere al proceso de capitalización, consistente en reinvertir un interés y el pago de interés sobre el interés, así como sobre la inversión inicial. Esta capitalización refleja el concepto inherente del valor del dinero en el tiempo, es decir, cada unidad monetaria "crece en el tiempo". El interés simple, por el contrario, no refleja ese valor del dinero en el tiempo, porque el interés no genera interés.

Es oportuno considerar dos conceptos: la tasa de interés nominal y la tasa de interés real. La tasa de interés nominal se refiere al interés anual por el capital. Sin embargo, el interés que va a generar el capital es un poco mayor, debido a la capitalización en los períodos del año. La relación entre estos conceptos está dada por:

$$i = (1 + j/m)^m - 1$$

donde j es la tasa nominal, i la tasa efectiva y m el número de períodos en un año. Obviamente, si m es igual a un año, no hay capitalización y la tasa de interés real es igual a la nominal.

Con el concepto de interés compuesto, se evaluarán las alternativas administrativas y de ingeniería bajo el aspecto financiero.

Las equivalencias financieras básicas son las siguientes:

1. Equivalencia financiera entre un capital inicial P y un capital final F. La situación es la que se muestra en el inciso (1) de la figura.

Al final del primer período, se tendrá un capital igual a

$$F_1 = P + P(1+i)$$

Al segundo período

$$F_2 = P(1+i) + iP(1+i) = P(1+i)(1+i) = P(1+i)^2$$

Al final del tercer período

$$F_3 = P(1+i)^2 + iP(1+i)^2 = P(1+i)^2(1+i) = P(1+i)^3$$

Por inducción matemática, se puede deducir la equivalencia financiera entre un capital inicial P y capital final F

$$F = P(1+i)^n$$

2. Equivalencia entre una serie uniforme de Valores anuales R y un valor final F. Esta situación se presenta en la fig.(2).

El valor futuro se puede calcular sumando las n anualidades por el interés que generan. De esta manera la anualidad en el período n no genera interés. La anualidad en el período n-1 genera un interés de R i, por lo que el capital es R(1+i). Procediendo de la misma manera, se tiene:

$$F = R + R(1+i) + R(1+i)^2 + \dots + R(1+i)^{n-1}$$

Haciendo  $q = (1+i)$  y agrupando, se tiene:

$$F = R(1 + q + q^2 + \dots + q^{n-1}) \quad (1)$$

Multiplicando (1) por q tenemos:

$$qF = R(q + q^2 + \dots + q^n) \quad (2)$$

Restando (1) a (2) :

$$qF - F = R(q^n - 1)$$

$$F(q - 1) = R(q^n - 1)$$

$$F = R \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

Sustituyendo el valor de q :

$$F = R \frac{(1 + i)^n - 1}{(1 + i) - 1}$$

$$F = R \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

que es la equivalencia entre una serie uniforme de valores anuales R y un valor final F.

### 3. Equivalencia entre una serie de valores anuales R y un capital inicial P.

Esta situación se muestra en la figura (3).

El problema únicamente consiste en actualizar el Valor final de la serie uniforme de valores anuales R.

El Valor final de la serie uniforme de valores anuales R está dada por:

$$F = R \frac{(1 + i)^n - 1}{i} \quad (1)$$

Por otro lado tenemos

$$F = P(1+i)^n \quad (2)$$

Igualando (1) y (2) tenemos :

$$P(1+i)^n = R \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

$$P = R \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

Multiplicando el divisor y el dividendo por  $(1+i)^n$  se obtiene la equivalencia entre una serie uniforme de valores anuales R y un capital inicial P.

$$p = R \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}$$

A continuación se muestra un resumen de dichas equivalencias, además de la nomenclatura de los factores.

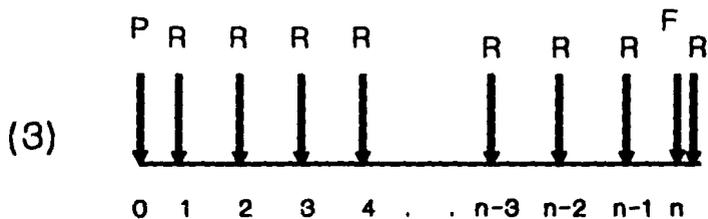
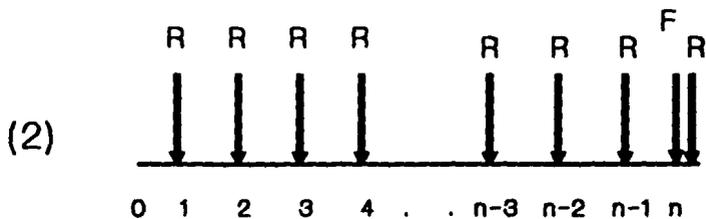
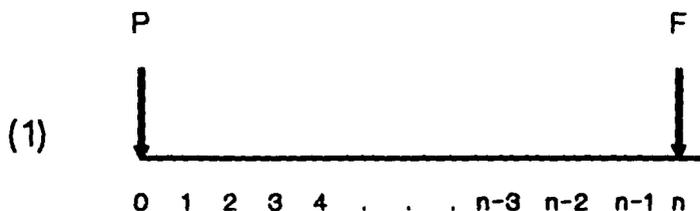
En las fórmulas anteriores, todos los pagos se efectúan en forma discreta, son sumas globales en un instante dado.

Existe otra manera de conceptualizar este problema. Se consideran los pasos e intereses de manera continua.

Un pago en forma contraria supone que estos pagos fluyen sin interrupción. Esto sólo es una aproximación, pero en algunos casos se aproxima más a la realidad que suponer que ocurran al final de los períodos.

Respecto al interés continuo, significa un descuento continuo o una capitalización continua. El concepto de interés continuo se deriva del concepto de que se crean utilidades cada día, hora y minuto de operación.

# EQUIVALENCIAS FINANCIERAS



## RESUMEN DE EQUIVALENCIAS FINANCIERAS

$F = P(1+i)^n$	$(1+i)^n$ <small>FACTOR DE INTERES COMPUESTO</small>
$P = \frac{F}{(1+i)^n}$	$\frac{F}{(1+i)^n}$ <small>FACTOR SINGULAR DE ACTUALIZACION</small>
$F = R \frac{(1+i)^n - 1}{i}$	$\frac{(1+i)^n - 1}{i}$ <small>FACTOR DE INTERES COMPUESTO PARA UNA SERIE UNIFORME</small>
$R = F \frac{i}{(1+i)^n - 1}$	$\frac{i}{(1+i)^n - 1}$ <small>FACTOR DE FONDO DE ACUMULACION</small>
$P = R \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}$	$\frac{1 - (1+i)^{-n}}{i}$ <small>FACTOR DE ACTUALIZACION PARA UNA SERIE UNIFORME</small>
$R = P \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}}$	$\frac{i}{1 - (1+i)^{-n}}$ <small>FACTOR DE RECUPERACION DE CAPITAL</small>

A continuación se presentan las fórmulas considerando pagos e intereses continuos. No se presenta la deducción matemática. Esta puede consultarse en cualquier libro financiero (por ejemplo, "Ingeniería Económica" de George A. Taylor, páginas 64 a 74).

1. Monto global de flujo de efectivo de P a F a interés continuo.

$$F = P (e^{rn})$$

donde r es el interés continuo nominal.

2. Flujo continuo de efectivo de  $\bar{A}$  a interés continuo

$$P = \bar{A} \frac{e^{rn} - 1}{re^{rn}}$$

$$P = \bar{A} \frac{1 - e^{-rn}}{r}$$

3. Flujo continuo de efectivo de  $\bar{P}$  a  $\bar{F}$  a interés continuo.

$$F = \bar{P} \frac{e^{rn}(e^{rn} - 1)}{re^r}$$

$$P = \bar{F} \frac{e^r - 1}{re^{rn}}$$

donde  $\bar{P}$  y  $\bar{F}$  con pagos continuos durante el año.

4. Monto global de paos de efectivo de A a interés continuo.

$$A = P \frac{e^{rn}(e^r - 1)}{e^{rn} - 1}$$

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$P = A \frac{e^{rn} - 1}{e^{rn}(e^r - 1)}$$

#### 2.3.4.4.2 Valor Presente Neto.

El valor presente neto, también llamado Valor actual de Flujo de Fondos, es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de las flujos de efectivo futuros que generará un proyecto y compara esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces se recomienda que el proyecto sea aceptado.

La fórmula utilizada para evaluar el valor presente en los flujos generados por un proyecto, es:

$$VPN = S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$$

donde:

VPN - Valor presente neto

S<sub>0</sub> - Inversión inicial

S<sub>t</sub> - Flujo de efectivo neto (Ingresos-egresos del período t)

N - Número de períodos de vida del proyecto

T - Tasa de recuperación mínima atractiva

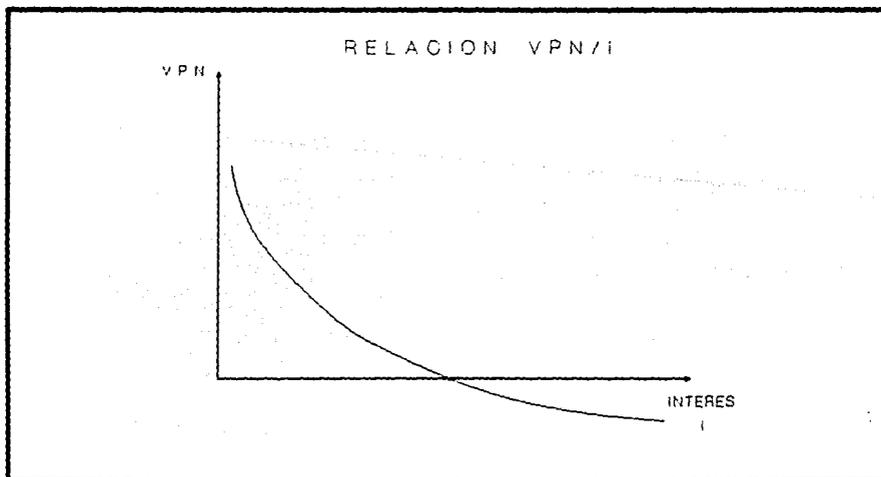
La fórmula anterior considera el valor del dinero a través del tiempo al seleccionar el valor adecuado de i. Cabe mencionar que algunos autores utilizan como valor de i el costo del capital (ponderado de las diversas fuentes de financiamiento que utiliza la empresa) en lugar del TREMA (Tasa de Recuperación Mínima Atractiva). Sin embargo, existen algunas desventajas al usar como valor de i el costo de capital. Algunas de estas desventajas son:

- 1) Difícil de evaluar y actualizar
- 2) Puede conducir a tomar malas decisiones, puesto que al utilizar el costo de capital, proyectos con valores presentes positivos cercanos a cero serían aceptados. Sin embargo, es obvio en general, que estos proyectos no son muy atractivos.

Por otra parte, al utilizar el valor del TREMA, tiene la ventaja de ser establecida muy fácilmente, además, es muy sencillo considerar en ella factores tales como el riesgo que representa un determinado proyecto, la disponibilidad de dinero de la empresa y la tasa de inflación prevaliente en la economía nacional.

Además, el método del Valor Presente Neto tiene la ventaja de ser siempre único, independientemente del comportamiento que tengan los flujos de efectivo que genera el proyecto. Esta característica del método lo hace ser preferido para utilizarse en situaciones en que el comportamiento irregular de los flujos de efectivo origina el fenómeno de tasas múltiples de rendimiento

Finalmente, conviene mencionar que en la mayoría de los casos, el Valor presente para diferentes valores de  $i$ , se comporta como aparece en la figura. Esto se debe a que, en general, todos los proyectos de inversión demandan desembolsos en su etapa inicial y generan ingresos en lo sucesivo.



Adicionalmente a lo anterior, es conveniente mostrar la metodología a seguir cuando se quiere seleccionar una alternativa de entre varias mutuamente exclusivas. Para esta situación existen varios métodos equivalentes. Estos procedimientos son: el Valor Presente de la Inversión Total y el Valor Presente del Incremento en la inversión.

a) Valor Presente de la Inversión Total.

Puesto que el objetivo en la selección de estas alternativas es escoger aquella que maximice el valor presente, las normas de este criterio son muy sencillas. Todo lo que se requiere hacer, es determinar el valor presente de los flujos de efectivo que genera cada alternativa y entonces seleccionar aquella que tenga el valor presente máximo. Sin embargo, conviene señalar que el valor presente de la alternativa seleccionada deberá ser mayor a cero, ya que de esta manera el rendimiento que se obtiene es mayor que el interés mínimo atractivo.

Quando se tienen proyectos con distintas vidas, se selecciona como horizonte de planeación el mínimo común múltiplo de las vidas de las diferentes alternativas.

Sin embargo, la principal deficiencia de ello es suponer que en los ciclos sucesivos de cada alternativa se tendrán flujos de efectivo idénticos a los del primer ciclo. Lo razonable en estos casos sería: 1) Pronosticar con mayor exactitud lo que va a ocurrir en el Futuro, es decir, tratar de predecir las diferentes alternativas que estarán disponibles en el mercado para ese tiempo o 2) Utilizar como horizonte de planeación el menor de los tiempos de vida de las diferentes alternativas.

b) Valor Presente del Incremento en la Inversión

Este criterio determina si se justifican los incrementos de inversión que demandan las alternativas de mayor inversión.

#### 2.3.4.4.3 Valor Anual Equivalente.

En este método, todos los ingresos y egresos que ocurren durante un período son convertidos a una anualidad equivalente (uniforme). Cuando dicha anualidad es positiva, es recomendable aceptar el proyecto. Este método es muy popular porque la mayoría de los ingresos y gastos que origina un proyecto son medidas en bases anuales.

Es importante tener presente que también en este caso, se usa como valor de  $i$  la TREMA.

La fórmula general para determinar la anualidad equivalente de un proyecto de inversión, es la siguiente:

$$A = -P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t} \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} + F \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

donde

A -anualidad equivalente

P - inversión inicial

$S_t$  - flujo de efectivo neto del año  $t$

F - valor de rescate

$n$  - número de años de vida del proyecto

$i$  - tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA)

La selección, de alternativas mutuamente exclusivas, se puede presentar en diversas formas, es decir, puede que de las alternativas a comparar se conozcan los ingresos y egresos, o solamente estos, o bien pueden ser que las vidas de las alternativas sean diferentes. A continuación se detalla cada uno de estos casos.

a) Los ingresos y gastos son conocidos. En este caso, la alternativa seleccionada será aquella que tenga el mayor valor anual equivalente, siempre y cuando esta anualidad sea positiva.

b) Solamente los gastos son conocidos. En el caso de que cada una de las alternativas mutuamente exclusivas que se están analizando generan los mismos ingresos, ahorros o beneficios, y que ellos son difíciles de estimar o intangibles, las alternativas deberían ser juzgadas de acuerdo a sus costos anuales equivalentes. En este

caso, se ignora la convención de signos negativos y se selecciona aquella alternativa de menor valor absoluto del costo.

c) Las vidas de las alternativas son diferentes. Para este caso, se sigue el mismo criterio descrito en el Valor presente neto.

Algunas veces se encuentran en la práctica proyectos cuyas vidas se pueden considerar indefinidas, o más específicamente infinitas (por ejemplo, puentes, presas, etc.). Si las alternativas de este tipo van a ser comparadas, es conveniente saber a qué valor converge el factor de recuperación de capital cuando  $n$  tiende a infinito.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{i}{1 - (1 + i)^{-n}} = i$$

Por consiguiente

$$R = P i$$

#### 2.3.4.4.4 Tasa Interna de Rendimiento.

La tasa interna de rendimiento o tasa interna de retorno, es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Está definida como la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, el valor futuro, o el valor anual equivalente de una serie de ingresos y egresos. Es decir, la TIR de una propuesta de inversión, es aquella tasa de interés  $i^*$  que satisface cualquiera de las siguientes ecuaciones:

$$\sum_{t=0}^n \frac{S_t}{(1 + i^*)^t} = 0$$

$$\sum_{t=0}^n S_t (1 + i^*)^{n-t} = 0$$

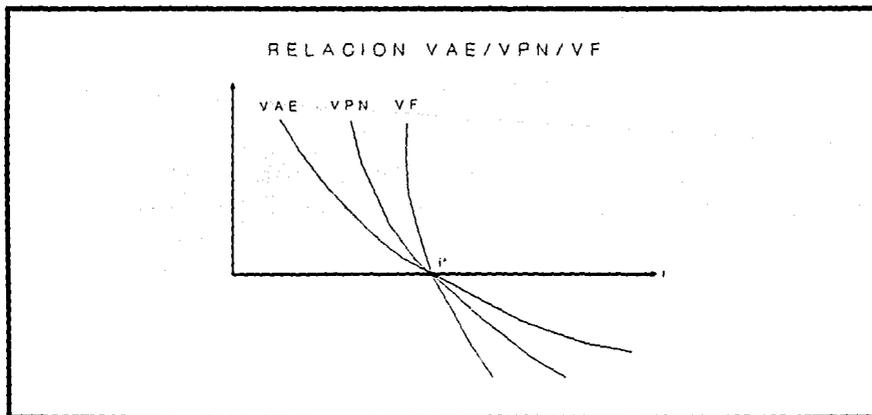
$$\sum_{t=0}^n S_t \frac{1}{(1+i^*)^t} \times \frac{i^* (1+i^*)^n}{(1+i^*)^n - 1} = 0$$

En la figura se observa la gráfica del valor presente, valor futuro y valor anual equivalente, en función de la tasa de interés, en la cual puede apreciarse que todas las curvas cortan al eje horizontal en el mismo punto.

En términos económicos, la tasa interna de rendimiento representa el porcentaje o la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión. El saldo no recuperado de una inversión en cualquier punto del tiempo de la vida del proyecto, puede ser visto como la porción de la inversión original que aún permanece sin recuperar en ese tiempo. El saldo no recuperado de una inversión en el tiempo  $t$  se evalúa de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_t = \sum_{j=0}^t S_j (1+i^*)^{t-j}$$

Es decir, el saldo no recuperado de una propuesta de inversión en el tiempo  $t$  es el valor futuro de la propuesta en ese tiempo.



Una de las equivocaciones más comunes que se cometen en el significado de la TIR es considerarla como la tasa de interés que se gana sobre la inversión inicial requerida por la propuesta. Esto sólo es correcto en el caso de propuestas cuyas vidas sean de un período.

En conclusión, el significado de la TIR es la "tasa" de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de tal modo que el saldo al final de la vida de la propuesta es cero

Con el método de la tasa interna de rendimiento, es necesario calcular la tasa de interés  $i^*$  que satisface las ecuaciones presentadas anteriormente y compararla con la tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA). Cuando  $i$  es mayor que la TREMA, el proyecto es aceptado.

En la evaluación de proyectos mutuamente exclusivos por el método del TIR, existen dos principios que deben considerarse:

- Cada incremento de inversión debe ser justificado, es decir, la alternativa de mayor inversión será la mejor siempre y cuando la tasa interna de rendimiento del incremento en la inversión sea mayor que TREMA.
- Solamente se puede comparar una alternativa de mayor inversión con una de menor inversión, si está ya ha sido justificada.

El criterio usual de selección al utilizar este método es escoger el proyecto de mayor inversión para el cual todos los incrementos de inversión fueron justificados. Debe observarse que si se usa el método del TIR, seleccionar el proyecto de mayor TIR podría conducir a decisiones subóptimas.

Con este criterio, se está tratando de maximizar la cantidad de dinero en términos absolutos, en lugar de maximizar la eficiencia en la utilización del dinero.

La aplicación del criterio de selección que se recomienda utilizar con el método de la TIR, implica determinar la tasa interna de rendimiento del incremento de la inversión en cualquiera de los siguientes sentidos:

- Encontrar la tasa de interés para la cual los valores anuales equivalentes de las dos alternativas son iguales.
- Encontrar la tasa de interés para la cual los valores presentes de las dos alternativas son iguales.
- Encontrar la tasa de interés para la cual el valor presente del flujo de efectivo neto de la diferencia entre las dos alternativas es igual a cero.

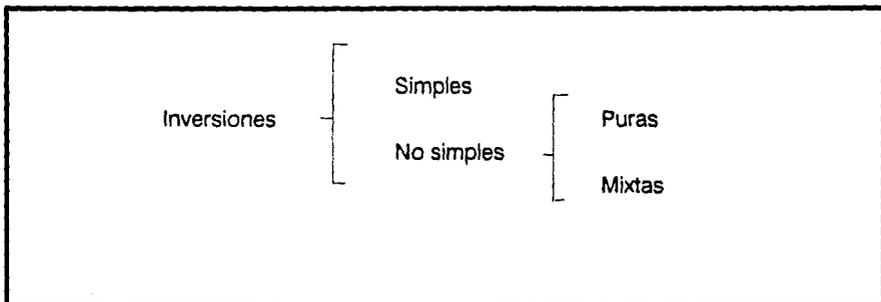
Se debe reconocer que existen algunos proyectos para los cuales no existe tasa interna de rendimiento. El ejemplo común de esta situación presenta en los casos en que el flujo de efectivo está formada en su totalidad, ya sea por ingresos o por egresos.

Por norma general, toda propuesta de inversión cuyos desembolsos ocurran en los primeros períodos de su vida y los ingresos en los períodos posteriores y se cumpla además que la suma absoluta de los ingresos es mayor que la suma absoluta de los egresos, tendrá sólo una tasa interna de rendimiento.

Lamentablemente, existen proyectos con varias tasas internas de rendimiento (esto es, aquellas cuyas gráficas de ingresos-egresos interseca varias veces al eje de las tasas de interés). En este caso, para saber cual es la tasa interna de rendimiento correcta, se aplica el método de James C. T. Mao.

Para aplicar este método, las inversiones son clasificadas de acuerdo al diagrama mostrado.

En los flujos de efectivo de las inversiones simples, solamente puede haber un cambio de signo. Con ello se garantiza la existencia de una sola tasa interna de rendimiento.



Por el contrario, en los flujos de efectivo de las inversiones "no simples" pueden existir varios cambios de signo, y se subdividen en puras, que son aquellas que aunque presentan varios cambios de signo en sus flujos de efectivo, estas solamente tienen una tasa interna de rendimiento y mixtas, aquellas con varias tasas internas de rendimiento.

Para identificar las inversiones puras y mixtas se han desarrollado dos criterios:

- Una inversión pura está definida como una inversión en la que los saldos no recuperados evaluados con la TIR de la inversión ( $i^*$ ) son negativos o ceros a través de la vida de la propuesta. Por consiguiente, una inversión es pura si y solo si  $F_t(i^*) < 0$  para  $t=0,1, \dots, n-1$ . Por el contrario, una inversión mixta es un proyecto para el cual  $F_t(i^*) > 0$  para algunos valores de  $t$  y  $F_t(i^*) < 0$  para el resto. Para inversiones puras si podemos hablar de su tasa interna de rendimiento, mientras que para las mixtas el rendimiento obtenido tiende a variar con la TREMA de la empresa.
  
- Otra forma de clasificar los proyectos es explicada a continuación. Debe notarse que debido a que la inversión inicial es un desembolso, se puede lograr que cualquier inversión satisfaga la condición  $F_t(i) < 0$  para  $t=0,1,2,\dots, n-1$  al incrementar el valor de  $i$  a algún valor crítico  $r_{min}$ . Con este valor de  $i$ ,  $F_n(r_{min})$  puede ser positivo, negativo o cero. Si  $F_n(r_{min}) > 0$ , entonces existe alguna tasa de interés  $r^*$  (rendimiento sobre el capital invertido)  $> r_{min}$  que hará  $F_n(r^*)=0$ . Puesto que  $r^* > r_{min}$  entonces  $F_t(r^*) < 0$  para  $t=0, 1, 2,\dots, n-1$  y por tanto la inversión es pura. Sin embargo, si  $F_n(r_{min}) < 0$  existe alguna  $r^* < r_{min}$  que hará  $F_n(r^*)=0$ . Puesto que  $r_{min}$  es la mínima tasa de interés para la que los saldos del proyecto son ceros o negativos para  $t=0,1,2,\dots, n-1$ , el proyecto no será una inversión pura, ya que los saldos no recuperados del proyecto utilizado  $r^*$  pueden ser positivos o negativos. Por consiguiente, se puede concluir que una inversión será pura si  $F_n(r_{min}) > 0$  y será neta si  $F_n(r_{min}) < 0$ .

Habiendo descrito lo anterior, el algoritmo de James C.T. Mao presenta la siguiente metodología:

- 1) Encontrar  $t_{min}$  por tanteos
- 2) Evaluar  $F_n(t_{min})$

- 3) ¿Es  $F_n(t_{min}) > 0$ ? En caso afirmativo, el proyecto es una inversión pura y por consiguiente, existe una sola tasa interna de rendimiento, la cual debe ser comparada con TREMA. si  $TIR > TREMA$ , la inversión debe aceptarse. En caso contrario, se continua a 4).
- 4) Calcular los saldos no recuperados del proyecto de la siguiente forma:

$$F_t(r^*, TREMA) = F_{t-1}(1 + r^*) + S_t, \text{ si } F_{t-1} < 0$$

$$F_t(r^*, TREMA) = F_{t-1}(1 + TREMA) + S_t, \text{ si } F_{t-1} > 0$$

- 5) Determinar el valor de  $r^*$  de modo que

$$F_n(r^*, TREMA) = 0$$

Si  $r^* > TREMA$ , el proyecto se acepta.

#### 2.3.4.4.5 Relación Beneficios a Costos.

Este es otro de los parámetros para decidir si un proyecto es aceptable o no. La regla dice que debe realizarse la inversión sólo si la razón de beneficios a costos mayor que la unidad, es decir, sólo si los beneficios son mayores a los costos.

Es evidente que esta regla se refiere a la razón entre los valores actuales de los beneficios y los costos.

La relación beneficio-costo se calcula de la siguiente manera:

$$(B/C) = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t} B_t}{\sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t} C_t}$$

donde  $B_t$  y  $C_t$  son los beneficios y los costos en el año  $t$ .

Este criterio es perfectamente correcto para la decisión de emprender un determinado proyecto pero no lo es para la decisión de elegir entre proyectos alternativos. Además, hay costos y beneficios que son difíciles de catalogar como "brutos" y como "netos". Dificultades como las mencionadas anteriormente hacen que la utilización de razones beneficio-costeo sea peligrosa y conducente a error. Por ello se restringe su uso.

#### 2.3.4.4.6 Índice de Utilidad o Productividad

Este método es simplemente la razón del valor presente de los flujos de efectivo al valor presente de los gastos (Inversión Inicial) y mide la utilidad de un proyecto por unidad monetaria invertida. Este índice queda expresado de la siguiente manera:

$$IP = \frac{\sum_{t=1}^n A_t (1+i)^{-t}}{A_p}$$

Sí IP es mayor o igual a 1, indica que el proyecto de inversión tiene una utilidad esperada mayor o igual a la propuesta, en caso contrario  $IP < 1$ . Este índice también es usado como medida de jerarquización entre proyectos de inversión.

### 2.3.5 EVALUACION ECONOMICA

La Evaluación Económica recoge las conclusiones de los estudios de mercado, técnico y financiero y las analiza. Normalmente, la decisión final sobre la realización efectiva del proyecto se basará sobre todo en esta evaluación.

En la Evaluación Económica se aplican ciertos criterios preestablecidos al análisis de los resultados netos del proyecto para decidir si es viable, conveniente y oportuno realizarlo. Esos criterios pueden ser los siguientes:

- Un marco de referencia externo, constituido por los objetivos de desarrollo económico y social, tal como se les define en la política económica vigente.
- Una técnica adecuada para comparar proyectos a base de sus costos y beneficios reales.
- Un conjunto de parámetros característicos de cada proyecto que se obtienen como conclusiones de los análisis parciales realizados para el anteproyecto definitivo, del cual la evaluación constituye la conclusión final y formal.

La realización de un proyecto tiene siempre un impacto sobre la economía del país y del área donde se localiza, tanto más acentuado y mensurable cuanto mayor sea su importancia. A su vez, el sistema económico impone un condicionamiento bastante rígido a la realización del proyecto, cuyas variables características quedan restringidas a determinados intervalos, dependientes de ciertos parámetros del sistema.

En el Estudio Económico se trata de verificar hasta qué punto la realización del proyecto estará en el esbozo de los cambios económicos y sociales que plantean las metas del desarrollo, y estimar la significación del proyecto desde este punto de vista.

Así mismo, el condicionamiento impuesto al proyecto por el sistema debe enfocarse en un contexto de análisis microeconómico, examinando las consecuencias de este condicionamiento sobre la viabilidad y conveniencias económicas internas del proyecto, es decir, sobre el cálculo económico de la empresa responsable.

Estos dos enfoques deben converger en la demostración de que el proyecto se justifica como inversión y como unidad de producción de bienes y servicios, tanto internamente, por sus condiciones de rentabilidad económica y eficiencia técnica propias, condicionadas por el sistema económico, como externamente, por su impacto sobre el desarrollo económico y social. Para ello deben cubrirse los siguientes puntos:

a) El análisis microeconómico del proyecto y su condicionamiento por el sistema económico. Para ello se usan indicadores que se relacionan con el cálculo de rentabilidad del proyecto. Estos indicadores presentan dos problemas: El primero se refiere a las formas mismas de presentar el cálculo de rentabilidad de un proyecto dado, incluido el sistema de precios utilizado. El segundo se relaciona con la introducción en el cálculo del problema del riesgo y, por su intermedio, de las presiones del sistema económico sobre las variables del proyecto.

- Niveles de rentabilidad del proyecto. Estos niveles pueden calcularse como la relación entre el ingreso neto obtenido por unidad de tiempo y el capital invertido. Para ello se utilizan los indicadores calculados en el estudio financiero (Valor presente neto, tasa interna de retorno, análisis de sensibilidad, etc.).
  - Cálculo económico de la empresa. Consiste en analizar la futura trayectoria que tendría la empresa con o sin la nueva inversión - y el nuevo programa de producción - que el proyecto propone
  - Calificación y cuantificación de los condicionamientos del sistema. Para ello se estudian las características del mercado del proyecto y se realiza un análisis de factores aislados (disponibilidades financieras, disponibilidades y problemas en materia de divisas, recursos humanos disponibles y por formarse y su calificación, limitaciones técnicas, disponibilidad de insumos y condiciones institucionales). En los casos que se pueda, se especifica también las proposiciones de cambio de política, acompañadas por su justificación.
- b) Evaluación de los efectos del proyecto sobre las variables del sistema.
- Efectos del proyecto como inversión. Las variables a examinar son la partida del monto de la inversión, las formas de inversión previstas, el

empleo de factores, la balanza de pagos, el tipo de financiamiento propuesto y los posibles usos alternativos de la capacidad de producción.

- Efectos del proyecto como programa de producción. Se consideran los ingresos generados hacia adelante y hacia atrás de la línea de los productos y de los insumos, efectos sobre el proceso tecnológico, sobre la balanza de pagos y el comercio exterior, los efectos del financiamiento a corto plazo requerido para la operación del programa de producción, los efectos sobre el desarrollo regional y los que produce sobre el ambiente geográfico y social donde se implanta.

### 2.3.6. EVALUACION SOCIAL

Con las metodologías de evaluación social de proyectos, se procura optimizar la asignación de los recursos, dados ciertos objetivos económicos y sociales establecidos en el plan de desarrollo. Los proyectos de inversión, en particular los del sector público, son considerados por ellos como instrumentos de política económica y, por lo tanto, tratan de inducir que la estructura y resultados de los mismos (nivel microeconómico) sean tales que contribuyan positivamente al logro de los objetivos planteados para la región y el país en su conjunto (nivel macroeconómico). Por ello, las metodologías de evaluación social de proyectos están llamadas a cumplir una función importante en la selección, de entre numerosos proyectos posibles, de aquellos que logran la mayor satisfacción de los objetivos de la política social y económica.

La información que brinda la evaluación social puede ser aplicada a la toma de decisiones en distintos ámbitos. En primer lugar asegura una selección de proyectos, conforme a un programa de inversiones, con el mayor impacto posible sobre la economía en su conjunto. En este sentido, la evaluación social debería ser considerada como un instrumento para la asignación eficiente de los recursos, dentro de cada sector señalado como prioritario por la política económica.

En segundo lugar, ayudar a decidir el tratamiento a seguir con proyectos o actividades que por cualquier motivo requieren subsidio o financiamiento para operar. La información proveniente de la evaluación social puede utilizarse para justificar o no el otorgamiento del apoyo solicitado.

Por último, el diseño de las políticas económicas para incentivar, financiar, etc. la inversión privada, puede encontrar en la evaluación social información de apoyo.

Es importante identificar claramente los criterios financieros y sociales. Mientras que el primero busca que el proyecto maximice la ganancia del empresario, en el segundo se trata que, con los proyectos, el bienestar social de la comunidad sea superior al que existiría en una situación sin proyecto, esto es, que haya contribución real al desarrollo económico. Debe entenderse, pues, que dicho "bienestar social" es afectado positivamente por los "beneficios" y negativamente por los "costos" del proyecto.

A partir de 1968 aparecen nuevas metodologías de evaluación social de proyectos caracterizadas por ser multiobjetivos y, al igual que la anterior, basadas en la técnica del

análisis beneficio-costo para la asignación de recursos. De la adopción de tal enfoque, se deriva su rigurosidad teórica, pero también su complejidad y sus limitaciones. Su aplicación requiere que los efectos de los proyectos sean identificados, medidos y valorizados, esto es, contar con un flujo de costos y beneficios homogenizados por sus valores sociales (precios sombra). Ante ello, no sólo se dificulta su implantación en aquellos proyectos en que es difícil determinar sus beneficios, sino que además, pueden quedar fuera de consideración una amplia gama de elementos económicos, sociales, políticos, ambientales, etc., cuyo impacto, de difícil o imposible cuantificación sea entendido como muy relevante, desde cierta perspectiva de toma de decisiones.

Los precios de cuenta, también llamados precio sombra, precios de eficiencia, o costos de oportunidad, constituyen un elemento fundamental de la evaluación de proyectos de desarrollo, ya que proporcionan en mejor forma que los precios de mercado, una medición más adecuada de la contribución neta de los proyectos de inversión al logro de los objetivos nacionales de desarrollo económico y social.

Por precio de cuenta se entiende un precio calculado teniendo presente objetivos tales como la maximización del crecimiento económico, el mejoramiento de la posición de la balanza de pagos y la promoción de oportunidades de empleo, y que, a la vez, sea compatible con las políticas de desarrollo y la dotación de recursos del país. En esa forma, el precio de cuenta de un bien o servicio es una medida del valor real de la contribución de dicho bien a esos objetivos.

En las economías en desarrollo, como la mexicana, los precios de mercado son en general indicadores poco fidedignos del valor real de los bienes y servicios a causa de las distorsiones en los mercados en que se comercializan dichos productos.

Estos precios de cuenta -o precios sombra- se eligen para reflejar los costos reales de los insumos para la sociedad y los beneficios reales de la producción, de una manera más adecuada que como los reflejan los precios de mercado.

El uso de un precio de cuenta para expresar el valor de un bien o servicio, no depende de la existencia previa de un precio de mercado de dicho bien o servicio. Así algunos proyectos producen efectos para los cuales no existe un precio de mercado fácilmente identificable, pero que aún así es necesario valorar.

La estructura de los precios de cuenta tiene dos niveles: Precio de cuenta para los recursos cuyo valor permanece constante en todos los proyectos (denominados precio de cuenta o parámetros nacionales) y precios de cuenta para bienes y servicios determinados, calculados por el analista de evaluación de proyectos.

El sistema de precios de cuenta que se expone en este documento, tiene como origen la investigación de Ian Little y James Mirrlees y en los trabajos posteriores de Lyn Squire y Herman Van Der Tak. De las iniciales de sus apellidos surge el nombre del método: LMST.

Un concepto medular del sistema de precios de cuenta LMST es que las oportunidades que el comercio internacional le ofrece al país, constituyen la base para calcular el valor económico tanto de su producción interna como de los factores productivos de la economía nacional. En cierto modo debería tratarse el comercio internacional como si fuera una "industria" alternativa que transforma insumos (las ventas de exportaciones) en productos (bienes y servicios importados). De esta manera, los verdaderos valores de las importaciones y exportaciones se convierten en los precios de referencia que deben servir de base para la adopción de decisiones relativas a la producción interna. Esos valores de las importaciones y exportaciones son los precios CIF (costos del producto más los gastos de seguro y flete al puerto de destino) y los precios FOB (costo del producto en el puerto de origen, antes de pagar los cargos de seguro y flete al puerto de destino) respectivamente.

El Sistema de precios de cuenta utiliza una unidad de cuenta (o numerario) diferente para sumar beneficios y costos económicos. El Sistema LMST utiliza como numerario el ingreso público expresado en divisas.

El uso de los precios internacionales y de un numerario expresado en divisas, simplifican el cálculo de los precios de cuenta de todos los bienes que intervienen en el comercio internacional, pero complica el cálculo en aquellos bienes y servicios que no son comercializables, debido a los altos costos que esta operación significaría o a la protección en mercados internacionales.

En el sistema LMST se distinguen dos tipos de precios de cuenta. El primero es los precios de eficiencia, que se calculan partiendo de la base de que toda unidad adicional de consumo es tan valiosa como toda unidad adicional de inversión y que la utilidad marginal de una unidad adicional de consumo no varía con el nivel de ingreso de

su receptor. El propósito del método es valorar insumos y productos de manera de maximizar el valor económico neto de cada proyecto financiado, sin considerar quienes son los beneficiarios.

El segundo grupo, que constituyen los precios sociales, se distinguen del primer grupo en que incorporan las consecuencias sobre la distribución del ingreso que entraña la utilización o producción de bienes y servicios.

El objetivo de la eficiencia económica consiste en maximizar el ingreso neto de los proyectos sin considerar quienes se beneficiarían con ello. En los precios sociales, dicho objetivo queda reemplazado por una preocupación expresa para determinar los sectores que se beneficiarán con la inversión pública.

El sistema de precios de cuenta LMST contempla dos tipos de tasas de descuento: la tasa de interés contable (TICO), que mide la pérdida de valor del ingreso público a lo largo del tiempo, y la tasa de interés de consumo (TIC), que comprende a la tasa de descuento social utilizada para los precios sociales, y que mide la pérdida de valor del consumo privado a lo largo del tiempo.

Dependiendo de los objetivos que se pretendan, se deberá tomar en cuenta la TIC o la TICO. En el caso de un análisis de eficiencia económica exclusivamente, la TIC será igual a la TICO. Así la TICO dependerá de las oportunidades que se le presenten al gobierno para utilizar sus recursos.

En teoría, y como mínimo, la TICO calculada equivale a la cantidad que el gobierno podría ganar en divisas si prestara sus recursos en el extranjero o bien, la TICO equivale a la tasa de interés que equilibra la oferta y la demanda de fondos públicos para la inversión.

Así, en el caso que el gobierno contraiga empréstitos del exterior para financiamiento de sus inversiones marginales, la TICO será equivalente al costo en divisas que represente dicho préstamo. En tanto que si el gobierno cuenta con un presupuesto relativamente fijo, la TICO equivaldrá a la tasa interna de rentabilidad del proyecto marginal.

Las economías en desarrollo presentan generalmente una amplia gama de actividades productivas. En un extremo se sitúan industrias plenamente comercializadas,

cuya producción se destina a la exportación o compite con artículos importados, en tanto que en el otro se encuentran las industrias no comercializadas, cuya producción no se destina a la exportación. Entre ambos extremos se hallan las industrias parcialmente comercializadas, que combinan características de ambos grupos. Una cuarta categoría la componen industrias cuya producción no se comercializa, pero sólo porque funcionan en un mercado protegido de la competencia internacional (Industrias "potencialmente comercializadas").

En toda economía existen por lo menos tres niveles distintos de precios de mercado, según el punto de comercialización, e igual número de niveles de precios de cuenta. Estos corresponden al nivel de los precios básicos, en el punto de producción, en que las transacciones se valoran excluyendo los impuestos indirectos y los costos de comercialización y transporte; el nivel de los precios del producto, que incluyen los impuestos indirectos al nivel de productor; y el nivel de los precios de usuario (o consumidor), que resultan de la valuación de las transacciones en el punto de entrega e incluyen tanto los impuestos indirectos como los márgenes de comercialización y transporte. En los estudios nacionales tendientes a determinar los precios de cuenta, se identifica determinado nivel de precios que sirve de referencia para el cálculo. En el caso de México, el análisis de valuación de productos se centra en los precios del productor.

Una razón de precios de cuenta (RPC) se define de la siguiente manera:

$$RPC_i = \frac{PC_i}{PM_i}$$

donde:

$RPC_i$  : Razón de precio de cuenta del bien i

$PC_i$  : Precio de cuenta del bien i

$PM_i$  : Precio de mercado del bien i

A nivel general nacional para los precios de cuenta, la mayoría de los valores se expresan como razones de precios de cuenta, ya que la información empleada para formular las RPC se refiere a nivel sectorial, y debido a que en situaciones de inflación, las RPC resultan más estables a largo plazo que los precios absolutos.

Para el estudio de los precios de cuenta, se tomará la clasificación esbozada anteriormente:

a) Precio de cuenta de bienes comercializados.

Para determinar si un bien se comercializa internacionalmente, es necesario conocer el impacto final del bien en las importaciones y en las exportaciones. Si toda demanda adicional de producción en la economía interna se atiende completamente mediante la importación del producto o bien, destinándolo al mercado interno en lugar de la exportación, el bien se comercializa directamente y se denomina "Bien importado comercializado". En el lado de la producción se puede aplicar un razonamiento simétrico. Si la producción adicional reemplaza enteramente a las importaciones o incrementa las exportaciones, se trata de un bien comercializado.

En el caso en que un proyecto requiera como insumo un bien importado, o bien produzca un artículo que sustituye a un producto importado, el precio de cuenta del bien se calcula de la siguiente manera:

$$PC_m = CIF + \sum_i CTD_i$$

donde

$PC_m$  - Precio de cuenta del bien importado.

CIF - Precio CIF de importación del bien.

$\sum CTD$  - Sumatoria de los costos de transporte y distribución a precios de cuenta hasta el punto de entrega.

Si un proyecto requiere como insumo un bien que, de no ser así, se destinaría a la exportación y/o que produzca un artículo de exportación, el precio de cuenta del producto exportado se calcula de la forma siguiente:

$$PC_x = FOB - \sum_i CTD_i$$

donde

$PC_x$  - Precio de cuenta del bien exportado

FOB- Precio FOB de exportación del bien

$\sum \text{CTD}_i$ - Sumatoria de los costos de transporte y distribución a precios de cuenta, desde el punto de manufactura hasta el puerto o frontera.

Si la exportación se desvía hacia la economía interna para fines de consumo o uso como insumo intermedio, deben tomarse en cuenta los costos ahorrados y los ingresos sacrificados al no exportarse el bien, así como los costos de transporte y distribución en que se incurre al emplear el bien en la economía nacional, quedando:

$$PC_x^* = \text{FOB} - \sum_i \text{CTD}_i + \sum_j \text{CTD}_j^*$$

donde

$PC_x^*$  - Precio de cuenta del bien exportable, desviado a un uso interno.

$\sum \text{CTD}_j^*$ - Sumatoria de los costos de transporte y distribución a precios de cuenta, desde el punto de manufactura hasta el punto de entrega interna.

b) Bienes potencialmente importables o exportables.

A esta categoría pertenecen bienes no importados ni exportados en la actualidad, pero que podrían serlo si el país adoptara políticas de comercio exterior distintas a las actuales. Aquí se incluyen los bienes producidos por las industrias que están protegidas por aranceles aduaneros prohibitivos o cuotas, y respecto a los cuales, el costo marginal (a precios de cuenta) de aumentar la producción interna excede al costo de importar.

c) Precio de cuenta de bienes no comercializados.

Se dice que un bien es no comercializado si su precio interno se encuentra por sobre el precio FOB de exportación y por debajo del precio de importación CIF de un bien similar. También pertenecen a esta clasificación aquellos bienes que mediante cuotas comerciales o aranceles prohibitivos, quedan protegidos de la competencia internacional. En estos casos, el precio interno del bien no comercializado se encuentra entre el precio CIF de importación más los derechos de importación y el precio FOB de exportación menos los impuestos de exportación.

Cuando la producción adicional es la fuente de la oferta de un bien no comercializado, el precio de cuenta del bien se calcula como la suma de todos sus

insumos (valorados a precios de cuenta) necesarios para conseguir esta producción adicional.

Si la oferta del bien es fija, el uso adicional de ésta implica una reducción del consumo en otro sector de la economía y entonces su costo se mide por el valor a precios de cuenta del bien de consumo sacrificado.

Si el bien no comercializado no es un insumo sino un producto, su precio de cuenta es el equivalente en divisas al valor de consumo del bien. Para calcular su precio de cuenta se aplica el proceso inverso al utilizado para valuar un insumo no comercializado de oferta fija; en este caso, el producto incrementará la oferta interna, en vez de disminuirla, como sucede con el insumo y su precio de cuenta será el precio de mercado al que se vende el bien afectado por un factor de conversión.

Si el bien no comercializado no se vende en ningún mercado (como el caso del agua para riego), su precio de cuenta puede determinarse calculando el valor del bien para los consumidores.

Es recomendable estimar precios de cuenta para distintos bienes, dependiendo de la importancia de su participación dentro del proyecto, y de la magnitud de las distorsiones que presentan en cuenta a sus precios de mercado.

Sin embargo, dependiendo del nivel de detalle del estudio económico, es más común calcular el precio de cuenta de sectores de productos, que de los mismos en forma individual. Así, los valores obtenidos serán las razones de precios de cuenta (RPC) y no precios de cuenta.

$$RPC_i = \frac{PC_i}{PM_i}$$

donde

RPC<sub>i</sub> - Razón de precios de cuenta del sector o bien i

PC<sub>i</sub> - Precio de Cuenta del sector o bien i

PM<sub>i</sub> - Precio de Mercado del sector o bien i

Las razones de precios de cuenta de los bienes comercializados se calculan con base a la información sobre los precios CIF y FOB de los bienes, y las "cuñas" que separan a dichos precios con los del mercado interno. Entre tales "cuñas" se encuentran los aranceles a la importación, los impuestos a la exportación, los impuestos internos a la compra-venta, los subsidios, y los márgenes de transporte y distribución.

Las razones de precios de cuenta de los sectores no comercializados se calculan como se describe anteriormente, con la salvedad que los insumos utilizados para producir un bien no comercializado se expresa en valores unitarios y valuados usando razones de precios de cuenta.

A partir del conjunto de Razones de Precios de Cuenta sectoriales, se pueden obtener razones de precios de cuenta más generales, llamados "Factores de Conversión", que son los promedios ponderados de las razones de precios de cuenta sectoriales:

$$FC = \sum a_i RPC_i$$

donde

FC - Factor de conversión

$a_i$  - Proporción del Sector o bien  $i$  en los gastos totales

$RPC_i$  - Razón de precio de cuenta del sector o bien  $i$

Empleando estos factores de conversión, se pueden obtener los precios de cuenta de ciertos bienes, a partir de los precios de mercado.

Existe además el Factor de Conversión Estándar (FCE), que puede utilizarse para insumos no comercializados menos importantes, o para los bienes que queden fuera de esa categoría después de una o dos series de descomposición.

$$FCE = \frac{TCO}{TCC}$$

FCE - Factor de conversión estándar

TCO - Tipo de Cambio oficial

TCC - Tipo de Cambio de Cuenta

Las herramientas analíticas más útiles para el cálculo de las razones de precios de cuenta de sectores comercializados y no comercializados son las matrices nacionales de insumo producto, las encuestas y los censos industriales y agrícolas, los estudios de gastos domésticos y los datos de comercio exterior relativos a los aranceles y los impuestos de exportación con que se gravan los bienes comercializados.

El término "semi insumo-producto" (SIP) se utiliza para describir una matriz constituida con el fin de determinar las RPC de un conjunto de actividades y factores económicos. La matriz SIP se ha convertido en un medio popular para el cálculo de precios de cuenta en la metodología LMST.

A partir de la matriz SIP, se puede llegar a la siguiente relación (para detalles de construcción consúltese "Los Precios de cuenta en México 1986", NAFINSA).

$$P = P_f F (1 - A)^{-1}$$

donde

P - Vector 1 X n de las RPC y las FC

A - Matriz de n X n de coeficientes directos a precios de mercado de los insumos producidos.

F - Matriz k X n de coeficientes directos a precios de mercado de los insumos no producidos y pagos de transferencia.

P<sub>f</sub> - Vector 1 x k de los RPC de los insumos no producidos.

Finalmente, es importante considerar que existen ciertos indicadores para la evaluación social de proyectos, con base en los objetivos para el desarrollo regional y nacional.

a) Coeficiente de Ocupación. Mide los puestos de trabajo generados por unidad de inversión requerida por el proyecto. Se estima para un determinado año de la vida del proyecto.

$$C_1 = \frac{LP}{k}$$

donde

LP - Número de puestos de trabajo permanentes de mano de obra no calificada creados por el proyecto en condiciones del mayor uso de la capacidad instalada prevista en la formulación del mismo.

K - Es el valor de las inversiones en activos fijos y en capital de trabajo.

Un mayor grado de rigurosidad en el indicador se obtendría contabilizando, además del empleo directo, los nuevos puestos de trabajo que resultarán de la expansión de las actividades encadenadas con el proyecto, tanto hacia adelante como hacia atrás.

b) Coeficiente de Productividad. Considera el valor agregado por el proyecto y, al mismo tiempo, pone de manifiesto la eficiencia con que se usa no sólo el factor capital, sino todos los recursos productivos comprometidos en el proyecto. Se le define como valores medios anuales como sigue:

$$C_2 = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{VAP_t}{(k/n)_t + CO_t}}{n}$$

donde:

VAP<sub>t</sub> - Valor agregado neto a costo de factores generado por el proyecto en el año t. Para su cálculo puede seguirse cualquiera de los métodos conocidos como suma de remuneración a los factores productivos o como diferencia entre el valor de la producción y la compra de insumos.

CO<sub>t</sub> - Costo de los insumos utilizados en la operación y en la reparación y mantenimiento del capital fijo en el año t. Los insumos comprenden las materias primas (materiales que aparecen en el producto final) y las materias auxiliares (combustibles, energía eléctrica, lubricantes, reactivos, etc.).

n - Vida Util Económica del Proyecto.

Este indicador mide el ingreso generado por el proyecto por unidad de capital e insumos requeridos para producirlo. En rigor, debería incorporarse, además, el valor agregado en los eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante. Al mismo tiempo, tanto el valor agregado como el indirecto, deberían ajustarse por las filtraciones interregionales.

c) Coeficiente de distribución del ingreso. Se define por la participación de las remuneraciones pagadas a la mano de obra no calificada, permanente y eventual, en el ingreso generado por el proyecto.

En términos de valores anuales medios, se puede expresar como:

$$C_3 = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{WP_t}{VAP_t}}{n}$$

donde

$WP_t$  -Total de Remuneraciones (salarios, ratificaciones, participación de utilidades, etc.) pagados a la mano de obra no calificada utilizada por el proyecto en el año t.

d) Coeficiente de Impacto Regional. Se basa en la distinción del origen de los insumos materiales utilizados en los procesos de producción, administración y ventas considerados en el proyecto. Se le expresa en valores medios anuales de la siguiente manera:

$$C_4 = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{IRP_t}{ITP_t}}{n}$$

donde

$IRP_t$  - Valor de los insumos adquiridos en la región ( o estado) que se utilizan en la producción, administración y ventas en el año t.

$ITP_t$  - Valor del total de insumos utilizados en la producción, administración y ventas en el año t, sin importar su origen.

e) **Coficiente de Impacto sobre la Balanza de Pagos.** Establece la contribución relativa del proyecto a la balanza de pagos, resultante del incremento de las exportaciones o sustitución de importaciones provocadas por el proyecto. Para ello se relaciona la liberación de divisas con el valor de la producción en divisas, expresándolo en valores medios anuales, como sigue:

$$C_s = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{SD_t}{VPD_t}}{n}$$

para

$$SD_t = VPD_t - CVOD_t$$

donde

$SD_t$  - Monto de las divisas liberadas (incremento en las disponibilidades por ingreso o ahorro) por el proyecto en el año t.

$VPD_t$  Valor en divisas de la producción del proyecto en el año t, calculado a precios FOB si es exportable o a precios CIF si sustituye importaciones.

$COD_t$  - Costos Operativos efectuados en divisas en el año t. Incluye mano de obra, insumos (a precios CIF), depreciación de los bienes de capital importados y pago de derechos de autor (o inventor), amortización e intereses de deudas en divisas.

Para una medición más exacta del impacto sobre la balanza de pagos, se deberían estimar los efectos indirectos hacia adelante y hacia atrás y los efectos secundarios dados por la propensión marginal a importar.

f) Coeficiente de Impacto sobre el Medio Ambiente. Se expresa en la forma del indicador físico (de situación, descarga o impacto) que mejor refleje el uso de los elementos del medio ambiente que el proyecto requiere. Con la colaboración de tecnólogos y ecólogos se deberán definir esos indicadores, así como proporcionar sus valores recomendables para poder ser empleados. Se basa principalmente en el Estudio del Impacto Ambiental, que se describirá posteriormente en esta tesis.

g) Coeficiente de Organización Social. Su definición es esencialmente cualitativa. Debido a la existencia de varias formas de organización social, se hace necesario establecer niveles de preferencia, dependiendo de su funcionalidad respecto a la estrategia y a los objetivos para el desarrollo regional. En base a ello, se pueden establecer valores a cada proyecto.

Con dichos coeficientes, puede realizarse una evaluación de los proyectos recurriendo a métodos de evaluación multicriterio, tales como el Método de Rangos Ponderados o el Método de Satty.

### **3.1. LOS FERROCARRILES Y EL SISTEMA FERROVIARIO NACIONAL**

#### **3.1.1. Los Transportes y el Ferrocarril**

El transporte es un servicio intermedio, y no un fin en sí mismo. Su función es el cambio de ubicación de personas y mercancías, necesidad que surge debido a múltiples factores, tales como diferencias geográficas en la localización de la población y las materias primas, especialización de la producción, ventajas comparativas regionales y economías de escala, así como por necesidades sociales y políticas.

La función principal del Ferrocarril y su importancia básica radica en el transporte masivo, y a bajo costo, de bienes necesarios para el funcionamiento de la economía, así como el traslado de personas. Pero además, el Ferrocarril siempre ha contribuido, de manera decisiva, en los procesos nacionales de expansión industrial, urbanización, integración y ubicación de las actividades económicas. Finalmente, es importante considerar el efecto multiplicador que produce el Ferrocarril en la economía nacional, al generar múltiples empleos, con la subsecuente derrama de salarios, así como por la necesidad de insumos básicos para la operación, lo que requiere de proveedores especializados.

Las características generales de los Ferrocarriles son, en el caso de transporte de carga, una gran capacidad de transporte de productos de gran peso y volumen; una velocidad relativamente baja desde el remitente hasta el destinatario; una gran posibilidad de formación de red, de vital importancia para el tráfico directo; una gran confiabilidad, ya que hay un organismo único responsable de la utilización de la infraestructura y la programación de los trenes y maniobras; es propio para productos que pueden soportar ciertas conmociones e impulsos durante su transportación; y es el medio de transporte terrestre más económico y de menor costo para el usuario (descartando, por supuesto, a los ductos).

En cuanto al transporte de pasajeros, es un medio que puede ofrecer un servicio con tarifas bajas para los estratos de población de escasos recursos económicos y puede proporcionar un servicio de alta calidad, con velocidades relativamente elevadas, gran comodidad, seguridad y puntualidad, a grupos de población de ingresos medios y altos.

El transporte de materias primas industriales y agrícolas, productos minerales e inorgánicos, materias primas para la construcción, productos químicos y combustibles, que requieren ser transportados en grandes volúmenes, son el mercado natural, y por lo tanto tradicional, de los Ferrocarriles. A pesar del volumen de estos tráficos, sus precios unitarios de venta son bajos, y para que el transporte tenga lugar, hay que aprovechar las grandes economías de escala que solo los Ferrocarriles pueden ofrecer. Sin embargo, se espera que el tráfico de estos productos tenderá a disminuir paulatinamente: el mineral de hierro y el carbón tendrán, a largo plazo, que importarse, y las industrias siderúrgicas se están instalando en los puertos; las factorías se están ubicando preferentemente al lado de las fuentes de materias primas; los productos petroleros se mueven con más frecuencia por ductos; y por razones geográficas, el transporte por cabotaje tiene un gran potencial en nuestro país.

Otro mercado en el que puede haber un gran margen de competencia entre la carretera y el Ferrocarril, es el del transporte que involucra cargas en unidades completas (camión o vagón de Ferrocarril), aseguradas por un solo embarcador a un solo consignatario.

Finalmente, una tercera categoría de mercado del Ferrocarril en un futuro próximo, es el transporte en detalle de pequeños volúmenes que requieren ser consolidados. Esto se realiza básicamente en el tráfico de contenedores, que abren puerta al llamado Tráfico Intermodal, en el cual se combinan las ventajas de los diversos modos de transportación para ofrecer un servicio más rápido y económico. Los Ferrocarriles Nacionales de México comienzan a incursionar en esta fase de la transportación.

### 3.1.2. Reseña Histórica de los Ferrocarriles

La historia de los Ferrocarriles se inicia en 1808, en Gales, lugar donde Richard Trevithick probó su locomotora de vapor "Newcastle", con un tren cargado con 10 toneladas de lingotes y 70 pasajeros, recorriendo 15 kilómetros en 4 horas. Sin embargo, debido a que las vías de hierro fundido no eran lo suficientemente resistentes para soportar el peso, el tren realizó solamente ese viaje. A partir de entonces se suscitaron otros intentos, hasta que en 1814, George Stephenson presentó su primera locomotora "Blucher", que inmediatamente fue puesta en servicio para el transporte del carbón extraído de las minas. Es importante considerar en este momento, que la minería fue el móvil principal para el desarrollo del Ferrocarril. Incluso, es pertinente hacer notar que las vías ya existían desde

el año de 1550 en Alemania para el transporte del mineral de las minas de Alsacia. En 1825, entró en servicio el primer tren de carga, la "Locomotion" de Stephenson, inaugurado la línea Darlington-Stockton, transportando 150 toneladas en un trayecto de 20 kilómetros. El prototipo de la locomotora moderna fue la "Rocket" de Stephenson, que desarrollaba una velocidad de 47 kilómetros por hora. En 1881, Wilhem Siemens presentó en la exposición de la Electricidad de Paris un vehículo de transporte eléctrico urbano, el tranvía. Debido a ello, en 1883 se le encargó la electrificación de un ramal ferroviario en el Norte de Irlanda. Con ello nació la electrificación del Ferrocarril. Otra etapa importante del Ferrocarril se suscitó en 1892, año en que Rudolf Diesel patentó el motor que lleva su nombre. A partir de ese momento, se comenzó a desarrollar la locomotora diesel - eléctrica, que desplazaría a la de vapor. En 1911 correría sobre las vías prusianas la primera locomotora Diesel, construida por la firma Suizer. Sin embargo, su éxito económico se produjo hasta 1925.

En México, la historia del Ferrocarril comienza con el decreto del 22 de Agosto de 1837, en el cual, el general Anastacio Bustamante, presidente de la República, otorgó a Francisco de Arrillaga el derecho de "establecer un camino de hierro desde Veracruz hasta la capital, asegurándole por el presente la propiedad de ese establecimiento en los términos y en el tiempo que designen los artículos al respecto". Sin embargo, al concluir el plazo establecido de doce años, y no haberse construido ninguna obra, la concesión se declaró sin validez alguna. Sin embargo, el interés por construir la línea persistía, y el 31 de Mayo de 1842, el Presidente Santa Anna impuso a los acreedores del camino Perote a Veracruz la obligación de construir un ferrocarril entre Veracruz y el río San Juan. Al cabo de siete años, se logró solamente la construcción de una legua. Los trabajos continuaron hasta 1848, y para el 16 de Septiembre de 1850 se inauguraron solemnemente 13 kilómetros de vía, transitando el primer convoy ferroviario en territorio mexicano. No fue hasta el primero de Enero de 1872 cuando el presidente Lerdo de Tejada inauguró la línea entre Veracruz y la Ciudad de México.

Posteriormente, se construye la vía del Central entre México y Ciudad Juárez, en 1864. Con ello quedaba unida la capital del país con el puerto de Veracruz y con la ciudad fronteriza de Ciudad Juárez, puntos determinantes para el comercio internacional, básicamente con Europa y con los Estados Unidos.

El presidente Porfirio Díaz impulsó grandemente la construcción de líneas ferroviarias, de tal suerte que para 1905 se disponían ya de 16,630 kilómetros de líneas, operadas por empresas concesionarias extranjeras.

En 1910, la revolución interrumpe la terminación de la red férrea básica, que crece lentamente, hasta llegar a los 18,450 kilómetros en 1926. Pero para entonces, el automóvil particular y el autotransporte hacen su aparición. Al fundarse la Comisión Nacional de Caminos en 1925, se le da un fuerte apoyo político y económico a la construcción de carreteras, que pronto cubrieron el territorio nacional. Sin embargo, ello fue a costa del sacrificio que sufrió la red férrea, ya que la construcción de líneas ferroviarias creció, a partir de entonces, de una manera muy lenta.

El 23 de Junio de 1937, el presidente Lázaro Cárdenas decretó un acuerdo expropiando los bienes de la compañía de Ferrocarriles Nacionales de México, y el 25 de Junio del mismo año, expidió un decreto creando el Departamento Autónomo de Ferrocarriles. Al mismo tiempo se creó la empresa Líneas Férreas de México, que se encargaría de la construcción de nuevas líneas que complementarían la red Ferroviaria Nacional.

Finalmente, es pertinente considerar otra fecha importante dentro de los Ferrocarriles Nacionales. En el diario Oficial de la Federación, se publicó el 7 de Noviembre de 1986, un decreto del presidente Miguel De la Madrid, que dispone que la única empresa que prestará servicio ferroviario en el país será Ferrocarriles Nacionales de México, y dispone la liquidación de las empresas Ferrocarril del Pacífico, Ferrocarril Chihuahua al Pacífico, Ferrocarril Sonora - Baja California, Ferrocarriles Unidos del Sureste y Servicio de Coches Dormitorio y Conexos, con objeto de que se incorporen a los Ferrocarriles Nacionales de México, para unificar el mando administrativo y técnico.

La principal característica de la actividad ferroviaria en los años recientes ha sido el decidido apoyo político para solventar el descuido que tuvieron los Ferrocarriles, por lo que actualmente se sigue una política de modernización integral de los Ferrocarriles Nacionales de México, que contempla cinco grandes rubros de acción: Rehabilitación de vías, puentes y alcantarillas, Rehabilitación de equipo, Adquisición de equipo, Modernización de métodos y Capacitación. La meta final es transportar el 50% de la carga del país y mover el 10% de todo el transporte de pasajeros, lo cual resulta muy ambicioso, y cuyo plazo de alcance sólo puede ser determinado por el esfuerzo de una empresa pública eficiente. La red actual de los Ferrocarriles Nacionales de México cuentan con 24,807 kilómetros, y se están realizando estudios para ampliar la red en aquellos puntos que el desarrollo del país así lo requiere.

### 3.1.3. Definiciones básicas generales de Ferrocarriles

Con el fin de que queden perfectamente claros los conceptos que se manejan en este estudio, se presentan las siguientes definiciones, enmarcadas en las tres áreas generales de los Ferrocarriles, y que son, a saber, Vía y Estructuras, Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre, y Transportes:

#### a) Vía y Estructuras.

- **Balasto.** Es el nombre que se le da a determinados materiales como piedra triturada, grava, escoria o arcilla quemada, que se colocan como superestructura en los terraplenes y para mantener la vía alineada.
- **Capacidad de Estructuras.** Es la máxima carga que pueden resistir las estructuras. Se mide en carga máxima por eje.
- **Cambio.** Es un dispositivo compuesto de dos rieles movibles, conexiones y partes necesarias para las operaciones, y que tiene por objeto pasar un tren de una vía a otra.
- **Durmientes.** Es un soporte transversal, tendido en el balasto, sobre el cual descansan los rieles para formar la vía. Coadyuva a mantener constante la separación de los rieles y para distribuir las cargas sobre el balasto. Generalmente son de madera, aunque poco a poco se están introduciendo los durmientes de concreto tipo Dywidag.
- **Espuela.** E: una vía corta, generalmente de propiedad de/o controlada por determinada empresa industrial, y que conecta con una vía troncal.
- **Estructuras.** Se refiere a los puentes y alcantarillas sobre los que los trenes tienen que transitar.
- **Ladero.** Es una vía auxiliar paralela a la vía principal que sirve para el encuentro o rebase de trenes.
- **Patio.** Es un sistema de vías tendidas dentro de ciertos límites, ya sea que formen o no parte de una terminal, destinadas para servicio o maniobras

de patio y sobre las cuales puede efectuarse el movimiento de carros no autorizados por los itinerarios o las órdenes de los trenes, sujetos a las señales, reglas y disposiciones establecidas.

- Riel. Es un elemento de hierro dulce, adicionado con carbón, silicio y manganeso, que forman la superficie de rodamiento para el tránsito del equipo.
- Riel continuo. Son los rieles en tramos normales, cuyos extremos están soldados entre sí.
- Terminal. Instalaciones que un ferrocarril facilita en una cabecera de Distrito o en un punto intermedio de la línea, para el manejo de tráfico de pasajeros y de carga, así como desbaratar, formar, despachar y dar servicio a los trenes o para las maniobras de intercambio con otras compañías porteadoras.
- Vía. Por este término se designan los durmientes, balasto, rieles y medios de aseguramiento, con todos los accesorios de vía.
- Grado de curvatura de la vía. Es el ángulo que subtiende en el centro de una curva simple de radio constante formada por una cuerda de 100 pies.
- Grado de Pendiente de la vía. Proporción de elevación o descenso que existe en un tramo de 100 metros, en relación con la vía horizontal.

#### b) Fuerza Motriz y Equipo de Arrastre

- Locomotora. Es una unidad que tiene equipo para su propia impulsión, o una combinación de unidades bajo un solo control, destinadas a movilizar equipo rodante.
- Locomotora Diesel-Eléctrica. Es una locomotora diesel conectada a un generador eléctrico que proporciona la corriente para el funcionamiento de motores eléctricos enganchados a los ejes de los trucks.

- Locomotora eléctrica. Es un vehículo que realiza la fuerza Motriz mediante uno o más motores eléctricos, y que toman la energía eléctrica de un riel tendido cerca de, pero aislado de las vías o de cables aéreos.
- Equipo. Es el material rodante, cuerpos de carros desmontables y otros tipos similares de recipientes, que se usan para la transportación ferroviaria.
- Coche. Nombre que se le da a los carros que se emplean para el transporte de pasajeros, equipado con asientos.
- Coche dormitorio. Es un coche que se usa en los trenes de pasajeros y que tiene instalaciones como dormitorio y facilidades para el aseo de la tripulación.
- Coche de equipaje. Es un coche para trenes de pasajeros con puertas laterales anchas y con o sin ventanillas o puertas en los frentes, para la carga y transporte de equipaje.
- Carro Furgón. Es una unidad que tiene costados cerrados y techo, puertas en los costados, y eventualmente, en los frentes. Se usa para el transporte de carga en general, y especialmente para el flete que requiere protección contra la intemperie y los robos.
- Carro Plataforma. Es un carro cuyo piso descansa sobre los largueros y que no tiene estructura superior o cuerpo.
- Carros Góndola. Es un vehículo que tiene costados y frentes, generalmente sin techo, con piso o fondos mas o menos a nivel y que se usa para el transporte de flete a granel.
- Carros Tolva. Es un carro cuyo piso está en declive desde sus extremos y costados hasta una o más tolvas, con sus compuertas que descargan todo su contenido por gravedad.
- Carro Tolva Cubierto. Es un carro equipado permanentemente con techo, escotillas en el techo y aberturas en su parte inferior para descargar. Se

emplea para el transporte de cemento, granos o de algún otro artículo a granel.

- Carro Jaula. Es un carro que se utiliza para el transporte de ganado, dotado de techo, tiras de madera y puertas en los costados, y a veces con abrevaderos y comederos.
- Carro Redifa. Es un carro de carga cuyo piso descansa sobre los largueros, estando equipado con redilas en ambos frentes y que se usa para el transporte de pulpa de madera.
- Carro tanque. Es un carro cuyo cuerpo está compuesto de un tonel para el transporte de líquidos.
- Cabús. Es un carro que generalmente se acopla a la parte posterior de los trenes de carga, para las labores de la tripulación del tren.
- Caballo de Fuerza (H.P.). Fuerza requerida para llevar a 1' de altura 550 lbs. en un segundo. Un H.P. es igual a 746 Watts.
- Factor de Adherencia. Es el grado hasta el cual la fuerza o peso pueden ser aplicados a las ruedas motrices sin que se produzca su arrastramiento sobre la vía. Puede variar entre 5% del peso sobre las ruedas motrices cuando las condiciones del riel son malas, hasta un 40% cuando la vía y el carro están en buenas condiciones. En promedio, esta cantidad es de 25%.
- Esfuerzo máximo de Tracción. Es la fuerza máxima que puede ejercerse en las ruedas motrices.
- Costo de reparación por cada kilómetro recorrido de carros de carga. Es el costo de reparaciones de carros de carga dividido entre la suma de la distancia recorrida de carros cargados, vacíos y cabuses.

c) Transportes:

- División. Es una parte del Sistema Ferroviario que comprende y controla una sección de la red de vías o rutas, la cual cuenta con facilidades administrativas, de control de trenes, de asignación de fuerza, de reparaciones ligeras y de patios.
- Distrito. Es un tramo comprendido dentro de una División para la operación de los trenes.
- Tren. Es una unidad de equipo o una combinación de unidades de equipo, exceptuando locomotoras solas, que puede correr sobre las vías por las unidades motorizadas que lleva.
- Tren Directo. Aquel tren que corre entre dos o más terminales principales, y que entrega o recoge solo fletes mayores con destino a las terminales que comprende su recorrido.
- Tren Local. Se define como aquel que hace servicio de ruta, es decir, entrega y colecta carros de todas las estaciones del tramo de ruta determinado, ejecutando las maniobras necesarias en cada uno de los puntos del tramo.
- Tren rápido. Es aquel que tiene un horario especial para hacer su recorrido en menor tiempo.
- Tren Unitario. Es el designado al transporte de un producto único, con asignación de equipo permanente.
- Trenes de Pasajeros. Como su nombre lo indica, son aquellos trenes avocados únicamente al tráfico de pasajeros.
- Trenes mixtos. Son aquellos que transportan carga y pasajeros.
- Trenes Estrella. Servicio de los Ferrocarriles Nacionales con trenes de pasajeros y de carga que poseen horarios especiales, para proporcionar mayor rapidez a los trenes.

- **Horario.** Es un documento donde se encuentra la autorización para el movimiento de trenes regulares sujetos a las reglas que establece el ferrocarril, y contiene la clase, número, dirección y movimiento para un tren regular, con sus respectivas instrucciones generales.
- **Densidad de Tráfico.** Es el volumen de tráfico calculado a base de tren-kilómetro, carro-kilómetro, tonelada-kilómetro, pasajero-kilómetro o sobre la base de otras unidades que se consideren apropiadas, por cada kilómetro de vía, manejado en cada mes, año o en otros periodos de tiempo.
- **Densidad de Carga.** Es el peso de las mercancías calculado sobre la base de kilogramos por metro cúbico.
- **Servicio de Patio.** Son las operaciones que los Ferrocarriles efectúan de acuerdo con las reglas y disposiciones sobre patios. Estas operaciones incluyen el recibo de los trenes, la clasificación de los carros de acuerdo a la naturaleza y punto de destino de la mercancía que transporte, el acoplamiento de los carros para la movilización de los trenes, cambiar la posición de los carros para ser cargados, descargados y reparados, la colocación de locomotoras y carros para ser reparados o almacenados, la movilización del equipo en conexión con servicios de trabajo de las compañías porteadoras, y el despacho de los trenes.
- **Tiempo de tránsito.** Es el tiempo que emplea un tren en recorrer las diferentes secciones de vía o tramos de la ruta, sin que se efectúen paradas.
- **Tiempo de encuentros.** Es el tiempo adicional al de tránsito requerido por un tren para efectuar un encuentro.
- **Capacidad Física en patios.** Es el máximo número de carros que pueden ser colocados en todas las vías del patio.
- **Capacidad Operativa en patios.** Es el número de carros que se pueden manejar un patios, permitiendo cada una de las maniobras necesarias. Es menor que la Capacidad Física.

- **Capacidad de la línea.** Es el número máximo que pueden manejarse en una línea, que depende de el número y distanciamiento de laderos y de los sistemas de control de trenes.
- **Sistemas de control de trenes.** Son aquellos sistemas que permiten el movimiento adecuado y seguro. Son dos tipos diferentes: El Sistema de Ordenes de Tren y el Sistema de Control de Tráfico Centralizado (C.T.C.), que es automático, y que proporciona una mayor capacidad.

### 3.2. ANTECEDENTES

La red ferroviaria Nacional está formada por grandes corredores de tráfico, a través de los cuales se maneja el tráfico ferroviario. Así podemos hablar de grandes corredores tales como Nuevo Laredo-México, Veracruz-México o Irapuato-Nogales. De entre ellos, existe uno, el corredor ferroviario Manzanillo-Nuevo Laredo, el cual será materia de estudio en este trabajo.

Desde el punto de vista económico, el corredor presenta una gran importancia, debido principalmente al tráfico de mineral de hierro que se transporta entre las zonas productoras de Manzanillo y Colima y el Noreste de la República, donde se encuentran las grandes industrias Siderúrgicas y el puerto fronterizo ferroviario más importante con los Estados Unidos, Nuevo Laredo.

El mineral de hierro ha sufrido una sobre-explotación en México, sobre todo en el Cerro del Mercado (Durango), La Perla (Chihuahua), Jalisco y el Occidente de Coahuila. Se ha descubierto hierro en grandes cantidades en Las Truchas (cuenca del bajo Balsas), Michoacán, Piedra Imán y San Pascual, Sonora, Norte de Baja California y Peña Colorada, Colima, cuyos yacimientos comenzaron a explotarse a partir del año de 1974, y el cual representa un artículo importante a transportar en el corredor.

Por otra parte, la industria siderúrgica mexicana se encuentra concentrada en cuatro zonas: Monclova, Monterrey, Lázaro Cárdenas y varios municipios del Estado de México. Las principales fundidoras son Fundidora Monterrey, Altos Hornos de México S.A., la Siderúrgica Lázaro Cárdenas-Las Truchas, TAMSA, en Veracruz, Hojalata y Láminas S.A. en Monterrey y Puebla, Aceros Ecatepec y la Consolidada y otras plantas en Piedras Negras, Monterrey, Torreón, Chihuahua y la zona metropolitana. Aquí se observa la gran demanda de mineral de hierro que generan estos puntos.

Adicionalmente al mineral de hierro, se transportan entre estas dos zonas económicas del país otros productos industriales y agrícolas. Es por ello que se ha buscado la necesidad de contar con un medio eficiente para el transporte de estos productos. De ello surgió la necesidad de estudiar aquellas obras de infraestructura ferroviaria que disminuya el tiempo y los costos para el manejo de este tráfico.

El corredor ferroviario que comunica el puerto de Manzanillo con Nuevo Laredo, tiene actualmente una longitud de 1,635 Km. y está integrado por los siguientes

tramos: Manzanillo-Colima-Guadalajara (349 Km.), Guadalajara-Irapuato (253 Km.), Irapuato-Celaya-San Luis Potosí (275 Km.), San Luis Potosí-Salttillo (390 Km.) y Saltillo-Monterrey-Nuevo Laredo (368 Km.).

Desde hace algunos años, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General de Vías Férreas, ahora Subdirección General de Construcción de los Ferrocarriles Nacionales de México, inició la construcción de los enlaces ferroviarios El Castillo-Encarnación de 200 Km. y Salinas-Laguna Seca de 125 Km., que permitirán disponer de una ruta más directa conformada por los tramos Manzanillo-Colima-Guadalajara (349 Km.), Guadalajara-Aguascalientes (265 Km.), Aguascalientes-Salttillo (502 Km.) y Saltillo-Monterrey-Nuevo Laredo (368 Km.), con una longitud total de 1,484 Km., esto es, 151 Km. menos que la ruta actual. A continuación se muestra el esquema de la red ferroviaria actual y las obras del mejoramiento necesarias.

El presente trabajo presenta la evaluación del conjunto de proyectos necesarios para el corredor. El trabajo se distribuye de la siguiente manera:

a) Estudio del Mercado. Para ello se estudia la situación tanto de la demanda como de la oferta, tanto actual como futura. Para ello se estudian las Características de la infraestructura ferroviaria existente, el comportamiento histórico de tráfico, tanto de carga como de pasajeros, y las estadísticas de operación actuales. Para el escenario futuro, se realizó el pronóstico de tráfico de tráfico de carga, se estudió la situación de la operación bajo las condiciones futuras y se definieron las alternativas de infraestructura necesarias.

b) Localización y Tamaño. La localización está basada en los estudios realizados por la Subdirección General de Construcción, definiendo, de manera general, las características físicas y geométricas de los proyectos. El tamaño, considerado como capacidad de producción, se refleja en el estudio de Operación Futura.

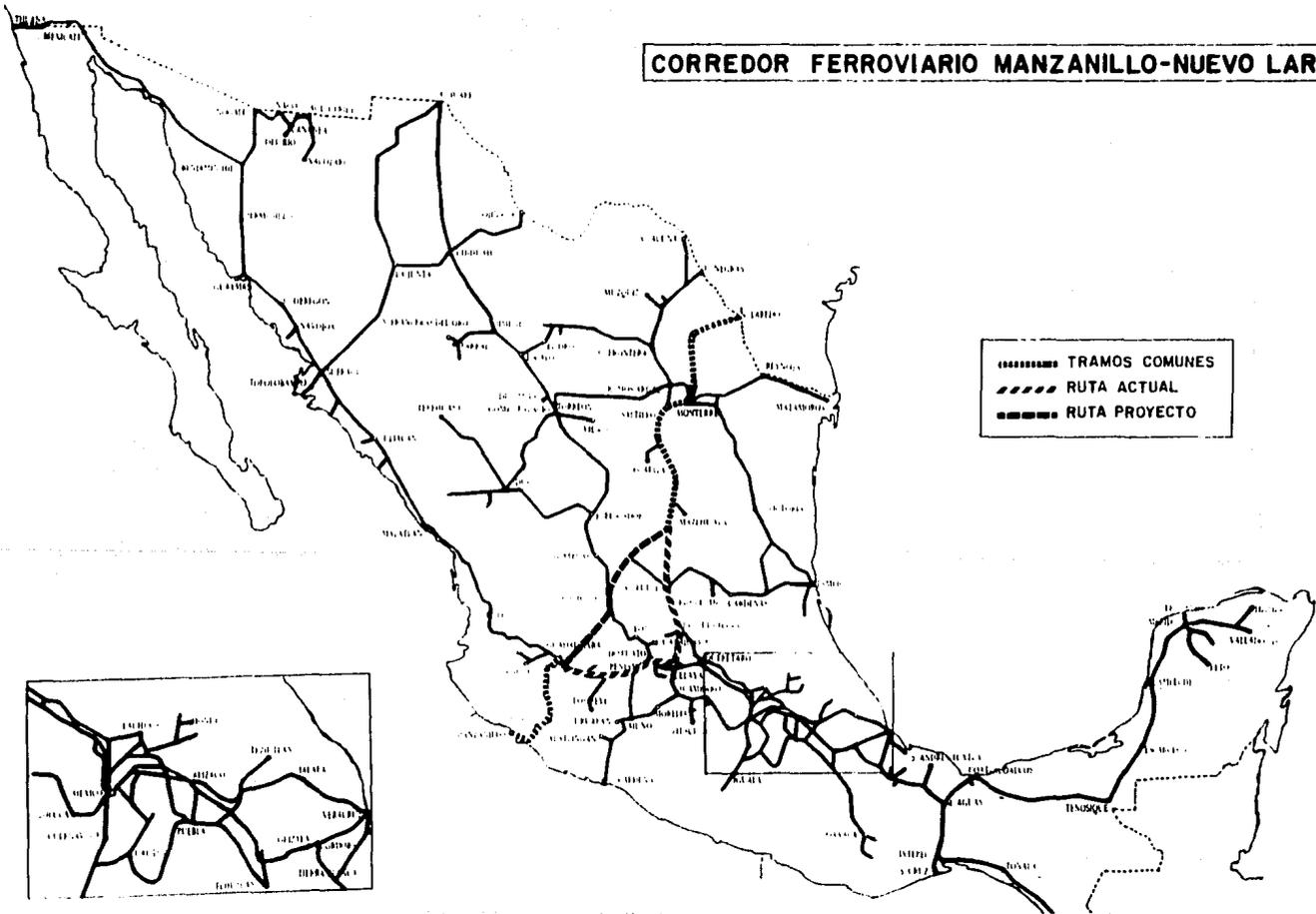
c) Ingeniería de Proyecto. Puesto que este trabajo es un estudio de factibilidad, y que, de hacerlo, se produciría un gran volumen de información, no se definen en forma específica las características civiles de las obras a gran detalle. Pero se especifican de manera general en el estudio de alternativas.

d) Financiamiento. Se estudiarán los posibles requerimientos de financiamiento y la Evaluación Financiera.

**e) Evaluación Económica.** Se presenta un capítulo completo para la evaluación económica de los proyectos en cuestión.

**f) Evaluación Social.** Se estudia, de igual manera, en un capítulo independiente.

# CORREDOR FERROVIARIO MANZANILLO-NUEVO LAREDO







### **3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA EXISTENTE**

#### **3.3.1. Manzanillo-Colima.**

##### **3.3.1.1. Pendientes y Curvatura.**

El tramo Manzanillo-Colima corresponde al Distrito de Manzanillo de la División Guadalajara. Tiene una longitud de 95 Km. y en su desarrollo la línea presenta pendientes y curvaturas moderadas de 0% a 0.80% y de 1 a 3 grados entre las estaciones de Manzanillo y Caleras (55 Km.). A partir de este punto hasta Colima, se encuentran pendientes superiores, con valor máximo de 1.80% en la sección Coquimatlán-Balcón (8.0 Km.), que constituye el tramo limitador para la asignación del tonelaje a los trenes. Asimismo, se registran algunas curvas aisladas de hasta 6 grados.

##### **3.3.1.2. Laderos.**

En el tramo se localizan 10 laderos, con espaciamentos que varían de 4.0 a 16.2 Km. Tres de estos laderos presentan una capacidad de 100 o más carros de 18 metros, 2 de 78 a 92 carros, tres de capacidad de 45 a 50 carros y 2 de 15 a 20 unidades.

##### **3.3.1.3. Vía y Estructuras.**

La vía existente cuenta con riel soldado continuo de 115 lb./yd., laminado en 1981, sobre durmiente de concreto monolítico, excepto en las curvas mayores de 3 grados, con fijación elástica entre riel y durmiente y balasto de piedra triturada. Cabe citar que entre 1987 y 1988 se hizo la rehabilitación general de la vía, sustituyendo el riel antiguo de calibre 100 lb./yd. y a los durmientes de madera, por lo que las condiciones de la vía son buenas.

En lo relativo a las estructuras de puentes y alcantarillas, la capacidad que presentan es buena, dado que el tráfico de carga que se maneja en el tramo incluye trenes con mineral de hierro de gran tonelaje, que ha obligado en años anteriores a revisar y adecuar las estructuras para soportar dichas cargas.

### 3.3.1.4. Patios y Terminales.

En el tramo se cuenta con los patios de Manzanillo, Campos y Colima. El de Manzanillo dispone de un peine de 4 vías con capacidad total para 188 carros de 18 metros, que se utilizan para el recibo y formación de trenes. Además existe una vía de báscula para pesar los carros, así como instalaciones para el abastecimiento y mantenimiento de las locomotoras. Las vías tienen riel de bajo calibre. Además, presentan deficiencias en los durmientes y balasto, así como problemas de nivelación y de alineamiento, por lo que las instalaciones de este patio requieren de una rehabilitación general.

Al norte de Manzanillo, aproximadamente a 3 Km., existe un patio auxiliar denominado Campos, compuesto por 2 vías con capacidad de 150 carros y 2 de 120 carros, lo que le proporciona una capacidad total de 540 unidades. Este patio se opera conjuntamente con el del puerto y se construyó con el fin de proporcionar capacidad adicional. A pesar de que las vías cuentan con riel de mayor calibre que en Manzanillo, también requieren de trabajos de rehabilitación para mejorar sus condiciones actuales.

En Colima se tiene un patio con 7 vías con una capacidad global de 428 carros, y, al igual que en los dos patios anteriormente descritos, requiere trabajos de mejoramiento de las vías.

### 3.3.2. Colima-Guadalajara.

#### 3.3.2.1. Pendientes y Curvatura.

El tramo de línea férrea comprendido entre Colima y Guadalajara, conforma el Distrito de Sayula de la División Guadalajara y tiene una longitud de 254 Km. El trazo geométrico de la línea presenta tres secciones bien definidas: la primera, comprendida entre Colima y Cd. Guzmán (97 Km.), que presenta las características geométricas más desfavorables del tramo, debido a que atraviesa una zona montañosa. Existen pendientes sostenidas del 2.0% y curvaturas frecuentes de 6 grados, así como 13 túneles, cuya longitud total es de 2,865 metros. La segunda sección abarca de Cd. Guzmán a Sayula (28 Km.), encontrándose pendientes y curvaturas máximas de 1.70% y 4 grados respectivamente. Esta sección fué construida en años recientes para sustituir el trazo

anterior que tenía condiciones geométricas mucho más severas con pendientes y curvaturas de 3.0% y 6 grados. Finalmente, en la sección Sayula-Guadalajara (142 Km.), se encuentran pendientes máximas de 1.0% y curvaturas de 2 grados, con algunos casos aislados de 4 y 6 grados.

### 3.3.2.2. Laderos.

Se cuenta en este tramo con 27 laderos, de los que 14 tienen capacidades de 79 a 162 carros, 5 de 30 a 50 carros y 8 de 12 a 25 carros. La distancia entre laderos varía de 2.8 Km. hasta 20 Km.

### 3.3.2.3. Vía y Estructuras.

En este tramo se tiene colocado riel de 115 lb./yd., sobre durmiente de concreto con fijación elástica y soldado continuo. La vía fué rehabilitada en años recientes y en general se encuentra en buenas condiciones de operación.

De los puentes existentes se tiene programado el reforzamiento de 15 estructuras para aumentar su capacidad a carga Cooper E-72, ya que, como se mencionó anteriormente, se mueven trenes de gran tonelaje que transportan mineral de hierro proveniente de Manzanillo y Colima.

### 3.3.2.4. Patios y Terminales.

Los patios que se localizan en este tramo son tres: Ciudad Guzmán, La Junta y Guadalajara.

El patio de Cd. Guzmán cuenta con 4 vías con una capacidad total de 450 carros y se construyó como parte de la rectificación de la línea que se llevó a cabo para sustituir el antiguo trazo entre Sayula y Cd. Guzmán. Las condiciones de las vías son satisfactorias.

En el entronque entre las vías de Guadalajara a Manzanillo y a Irapuato, se tiene el patio auxiliar de La Junta que dispone de 4 vías para 211 carros y que se utilizan para dejar el flete de paso entre Irapuato y Manzanillo, principalmente mineral de hierro, sin que tenga que entrar a la terminal de Guadalajara.

Finalmente, está la terminal de Guadalajara, una de las más importantes del sistema ferroviario. Dispone de vías para el recibo (355 carros) y despacho de trenes (707 carros), con una capacidad total de 1,062 carros de 18 metros, así como instalaciones para el abastecimiento de locomotoras, talleres para reparación de locomotoras y carros, vías del público, etc. Desde el punto de vista de las condiciones generales de las vías, puede decirse que requiere trabajos importantes de rehabilitación, cambiando rieles, sustituyendo durmientes, colocando balasto faltante y nivelando y alineando las vías.

### 3.3.3. Guadalajara-Irapuato.

#### 3.3.3.1. Pendientes y Curvatura.

Los Distritos de Ocotlán y Pénjamo conforman el tramo Guadalajara-Irapuato que comprende 253 Km. de línea férrea. Las limitantes geométricas gobernadoras de este tramo son pendientes máximas de 1.0% y curvaturas de hasta 5 grados.

En estos Distritos se han realizado dos modificaciones importantes de trazo para mejorar sus características. Una entre Pénjamo y Oliva, de aproximadamente 22 Km. y la otra, más reciente, entre Yurécuaro y Patti, con una extensión de 21 Km. No obstante, estas secciones continúan siendo las limitadoras para la operación de los trenes.

#### 3.3.3.2. Laderos.

Para el encuentro y despacho de trenes se dispone de 26 laderos con un espaciamiento mínimo de 5.3 Km. y uno máximo de 20.7 Km.. De estos, 25 laderos tienen capacidad para 100 o más carros, lo que permite, a diferencia de los tramos analizados anteriormente, una mayor uniformidad en la longitud de los trenes así como mejorar la eficiencia operativa.

#### 3.3.3.3. Vía y Estructuras.

El tramo cuenta con riel de calibre 115 lb./yd., con fecha de laminación de 1969 y 1987, colocado con fijación elástica sobre durmiente de concreto monolítico y soldado continuo. Puede considerarse que las condiciones de la vía son aceptables para la operación.

En cuanto a las estructuras de puentes y alcantarillas existentes, no se tienen problemas de baja capacidad de las mismas.

#### 3.3.3.4. Patios y Terminales.

Aún cuando existen patios en Pénjamo (424 carros), Yurécuaro (295 carros) y Ocotlán (80 carros), que se utilizan básicamente para recolectar el flete de y hacia los ramales de Ajuno, Los Reyes y Atotonilco respectivamente, el patio de mayor importancia es el de Irapuato, que tiene capacidad para 1,150 carros, además de disponer de talleres de locomotoras, báscula para pesado de carros, etc. La problemática de estos patios en el renglón de vía es riel desgastado o de bajo calibre, durmientes en malas condiciones, carencia de balasto, y vías desalineadas y desniveladas.

#### 3.3.4. Irapuato-San Luis Potosí.

##### 3.3.4.1. Pendientes y Curvatura.

El trazo ferroviario que une Irapuato con San Luis Potosí, tiene una longitud de 273 Km., y abarca los distritos de Cortazar, Salvatierra, San Miguel Allende y Pozo Blanco. Sus características geométricas más desfavorables corresponden a pendientes máximas de 1.0% y curvaturas frecuentes de hasta 3.5 grados, con algunos casos aislados de 6 grados. Los tramos Escobedo-Pozo Blanco-Villa de Reyes (150 Km.) fueron puestos en operación a principio de la década de los setentas y forman parte de las líneas que se construyeron para acortar el recorrido en la ruta México-Nuevo Laredo.

##### 3.3.4.2. Laderos.

Hay 19 laderos sobre este tramo, con capacidades que van de 50 a 132 carros y separación entre ellos de 3.2 Km. a 26.7 Km.

##### 3.3.4.3. Vía y Estructuras.

La vía cuenta en su mayor parte con riel soldado continuo de 115 lb./yd., cuya fecha de laminación oscila entre 1967 y 1987, con algunos tramos de riel de 112 lb./yd., colocado sobre durmiente de concreto y fijación del tipo elástico de grapa y cojinete. La

vía está en condiciones aceptables de operación, pero en el corto plazo será necesario hacer trabajos de rehabilitación integral en algunos tramos.

#### 3.3.4.4. Patios y Terminales.

En la línea se localizan los patios de Celaya (303 carros), Escobedo (940 carros), Pozo Blanco (450 carros) y de San Luis Potosí, con patio de clasificación para 190 carros, patio de recibo para 327 carros y patio de despacho para 501 carros, para dar una capacidad total de 1.018 carros. Es importante destacar que en este patio se encuentra el taller de reparación de locomotoras más importante del sistema ferroviario.

#### 3.3.5. San Luis Potosí-Saltillo.

##### 3.3.5.1. Pendientes y Curvatura.

Este tramo incluye los Distritos de Charcas, La Ventura y Encantada de la División San Luis, con una longitud de 390 Km. Entre San Luis Potosí y Benjamín Méndez (346 Km.) se encuentran pendientes gobernadoras de 1.0% y curvas de 4 grados, especialmente en la sección Pinto-Bocas de 15 Km., puesto en operación en 1987, para reemplazar el trazo que existía entre dichos puntos, y que tenía pendiente y curvas máximas de 1.25% y 6 grados.

Entre Benjamín Méndez y Saltillo (44 Km.), se construyó a principio de la década de los setentas un nuevo trazo que presenta pendientes de 1.5% y un corto tramo del 2%, con curvaturas máximas de 2 grados, para sustituir al tramo que existía con pendiente sostenida de 2.0% y curvas frecuentes de 6.

##### 3.3.5.2. Laderos.

Se cuenta con 25 laderos con separaciones que varían de 7 Km. a 23.1 Km., de los que 24 tienen capacidad para 100 o más carros, lo que brinda una mayor flexibilidad para la operación de trenes.

### 3.3.5.3. Vía y Estructuras.

El riel existente en el tramo es de 115 lb./yd., laminado entre 1965 y 1969, colocado con fijación elástica sobre durmiente de concreto. Dado el fuerte volumen de tráfico que se mueve sobre la línea, la vía se conserva en buen estado. A pesar de ello, se tiene programado realizar trabajos de rehabilitación.

Entre Gómez Farías y Saltillo hay 4 túneles con longitud total de 1,011 metros.

### 3.3.5.4. Patios y Terminales.

Los patios que se encuentran a lo largo de este tramo son: Charcas (206 carros), Vanegas (658 carros), cabecera de Distrito y que cuenta con instalaciones para abasto y mantenimiento menor de locomotoras, Benjamín Méndez (193 carros) y Saltillo en el que se dispone de vías de público, casa de máquinas para locomotoras y terminal de pasajeros.

### 3.3.6. Saltillo-Nuevo Laredo.

#### 3.3.6.1. Pendientes y Curvatura.

El tramo Saltillo-Nuevo Laredo perteneciente a la División Monterrey, está integrado por dos secciones que presentan características distintas de trazo. La primera de ellas Saltillo-Monterrey requiere que la línea férrea cruce una zona accidentada y la obliga a mantener un ascenso casi continuo para subir 1,000 metros con un desarrollo de 110 Km. En el trayecto, especialmente en dos terceras partes del mismo, se encuentran pendientes hasta de 2.0% y curvas con graduación superior a los 10 grados.

Recientemente entró en servicio parte del nuevo libramiento de la ciudad de Monterrey de doble vía, operándose 40 de los 60 Km. a construir sobre una sola vía. Dicho libramiento ofrece pendientes y curvaturas no mayores de 1.0% y 2 grados, inferiores a las del trazo existente de 1.45% y 4 grados.

La segunda sección entre Monterrey y Nuevo Laredo, tiene un desarrollo de 267 Km. y registra pendientes de 1.25% a 1.50% con curvas de 5 grados entre Salinas Victoria y el puerto que es la parte más desfavorable en cuanto a trazo.

### 3.3.6.2. Laderos.

Entre Saltillo y Monterrey hay 12 laderos, 7 de los cuales cuentan con capacidad para 100 o más carros y 5 de 35 a 39 carros. Esta falta de uniformidad dificulta la operación de trenes y reduce la capacidad de la línea.

De Monterrey a Nuevo Laredo se tienen 23 laderos, contando 8 de ellos con capacidades superiores a los 100 carros, en tanto que los restantes, salvo uno de 75, únicamente ofrecen capacidades de 33 a 38 carros.

### 3.3.6.3. Vía y Estructuras.

La vía entre Monterrey y Nuevo Laredo cuenta casi en su totalidad con riel de 115 lb./yd., laminado en los años de 1960, 1969, 1972 y 1987, soldado continuo, colocado sobre durmiente de concreto, excepto en los tramos con curvaturas mayores de 3 grados.

### 3.3.6.4. Patios y Terminales.

Los patios principales que se ubican en este tramo son el de Monterrey y el de Nuevo Laredo. El primero es uno de tres principales patios del sistema - Guadalajara, México y Monterrey- por la magnitud de sus instalaciones y el volumen de carros que maneja. Dispone de patio de recibo para 352 carros, patio de clasificación para 486 carros y patio de despacho para 1,80 carros, dando una capacidad total de 1,918 carros. Lo que respecta al patio de Nuevo Laredo, dispone de un patio de recibo para 218 carros y uno de despacho para 337 carros, dando una capacidad total de 555 carros. En ambos patios se considera indispensable el realizar trabajos de rehabilitación de las vías, sustituyendo una parte importante de los elementos que las constituyen y que se encuentran deteriorados por el uso.

### 3.3.7. Encarnación-Aguascalientes.

#### 3.3.7.1. Pendientes y Curvatura.

El tramo Encarnación-Aguascalientes forma parte del Distrito de León, de la División Centro. Tiene una longitud de 48 Km., y presenta pendientes y curvaturas máximas de 0.50% y 3 grados respectivamente.

### 3.3.7.2. Laderos.

El tramo cuenta con 3 laderos intermedios para la operación de los trenes, de los cuales dos tienen capacidad para menos de 40 carros y solo uno para más de 100 carros. La distancia entre laderos varía de 9.5 Km., a 14.3 Km.

### 3.3.7.3. Vía y Estructuras.

En este tramo se tiene riel de 115 lb./yd., con fecha de laminación de 1975 y 1985 y con fijación elástica. Las condiciones de la vía requieren que se complete un 10% de balasto faltante y en términos generales puede decirse que se tienen buenas condiciones de operación. En cuanto a las estructuras de puentes y alcantarillas existentes, no se presentan problemas de baja capacidad.

### 3.3.7.4. Patios y Terminales.

En la línea se localiza el patio de Aguascalientes (550 carros), lugar donde se localizan los talleres más importantes de coches y carros de todo el sistema. Las condiciones generales del patio son regulares, ya que se cuenta con riel de bajo calibre, existe carencia de balasto y de durmientes y se requiere alineneación y nivelación de las vías.

## 3.3.8. Aguascalientes-Salinas.

### 3.3.8.1. Pendientes y Curvatura.

Este tramo corresponde al Distrito de Salinas, de la División Cárdenas. Tiene una longitud de 110 Km., y presenta pendientes máximas de 1.5% con curvas aisladas de 5 grados.

### 3.3.8.2. Laderos.

Para la operación de los trenes, se dispone de 6 laderos intermedios cuyas capacidades no exceden los 35 carros por ladero. Esto se debe a que en la actualidad el

tráfico por esta línea es prácticamente nulo. Las distancias entre laderos varían de 4.6 Km. a 27.1 Km.

### 3.3.8.3. Vía y Estructuras.

El tramo cuenta con riel de 115 lb./yd. sobre durmiente de madera clavado y emplanchuelado. La fecha de laminación del riel corresponde a los años de 1969 y 1972.

Se tienen algunos puentes y alcantarillas de baja capacidad, que es necesario adecuar para soportar las cargas proyectadas.

### 3.3.8.4. Patios y Terminales.

En la estación de Salinas se tiene un pequeño patio con 2 vías y una capacidad total de 42 carros, cuyas condiciones generales son deficientes.

### 3.3.9. Señalización.

La red férrea nacional dispone de un total de 2,126 Km. de sistema de Control de Tráfico Centralizado (C.T.C.) para responder a las necesidades de señalización de líneas, lo que representa el 10.6% del total. De las líneas señalizadas, 943 Km. corresponden al corredor Manzanillo-Nuevo Laredo, en los tramos Guadalajara-Irapuato-Celaya (321 Km.), Pozo Blanco-San Luis Potosí (122 Km.) y San Luis Potosí-Benjamín Méndez-Saltillo-Monterrey (500 Km.).

### 3.4. COMPORTAMIENTO HISTORICO DEL TRAFICO

#### 3.4.1. Comportamiento histórico del tráfico de carga

Durante el período 1970-1987, el volumen de carga transportada por vía terrestre, correspondiente al autotransporte y al ferrocarril, registró una tasa media de incremento anual del 4.0%, pasando de 181.9 a 353.8 millones de toneladas netas.

Comparando los dos modos, se observa que mientras que el autotransporte aumentó el tonelaje movido de 140.5 a 296.1 millones, con una tasa media de crecimiento del 4.5% anual y con un incremento en su participación en el tráfico de carga del 77.2% al 83.7%, el ferrocarril, a pesar de que elevó su tonelaje movido con una tasa media anual del 2.0% subiendo de 41.4 a 57.7 millones de toneladas en el período, su participación global disminuyó del 22.8% al 16.3%.

En cuanto a toneladas-kilómetro, a nivel global se registró un incremento de 65,681 a 142,130 millones, lo que implicó una tasa anual del 4.6%.

En el caso del autotransporte la variación registrada en el período fué de 42,864 a 101,482 millones de toneladas, a un ritmo del 5.2% anual, incrementando su participación del 65.3% al 71.5%.

A pesar de que las toneladas-kilómetro contabilizadas por el ferrocarril casi se duplicaron al crecer de 22,817 a 40,548 millones, con una tasa del 3.4%, su participación en el mercado de transporte terrestre se redujo de 34.7% a 28.5%.

Finalmente, en cuanto a distancia media de recorrido, el ferrocarril ha mostrado un mayor dinamismo en el período considerado, sosteniendo una tasa media anual de incremento en la distancia de transporte del 1.4%, al pasar de 551 Km. a 701 Km., en tanto que el autotransporte registró variaciones menores a las correspondientes al ferrocarril, al pasar de 305 Km. a 343 Km., que corresponde a una tasa del 0.7%.

##### 3.4.1.1. Tráfico de carga ferroviaria en el corredor Manzanillo-Nuevo Laredo.

El comportamiento del tráfico de carga en los diferentes tramos que integran el corredor ferroviario Guadalajara-Nuevo Laredo durante el período 1980-1988, ha sido el siguiente:

#### 3.4.1.1.1. Manzanillo-Colima.

El flete movido en toneladas netas muestra un incremento de 2.95 millones en 1980 a 3.53 millones en 1988, equivalente a una tasa promedio anual del 2.27%. en tanto que el tonelaje bruto manejado registra una tasa de crecimiento de 5.2 a 6.06 millones, lo que representa un aumento del 1.9% anual. Es de mencionarse que el principal volumen de flete que se mueve en este tramo lo constituye el mineral de hierro proveniente de la planta peletizadora ubicada en Manzanillo.

#### 3.4.1.1.2. Colima-Guadalajara.

La carga movida en este tramo en toneladas netas durante el período citado, indica una variación de 4.49 a 5.15 millones lo que representa un aumento del 1.7% anual en promedio. El tonelaje bruto se ha incrementado de 8.25 a 8.9 millones, esto es, una variación promedio de 0.95% por año. Aparte del mineral de hierro que se origina en Manzanillo y que se incrementa con el que se produce en la planta de "Las Encinas" en Colima, también se mueven volúmenes importantes de piedra caliza de Huescalapa y cemento de Zapotiltic.

#### 3.4.1.1.3. Guadalajara-Pénjamo.

El transporte de carga en este tramo del corredor, medido en toneladas netas, muestra el mismo volumen en 1980 y 1988, esto es 7.67 y 7.69 millones, con variaciones intermedias máximas de 8.86 y 9.5 millones entre 1984 y 1985. En lo que toca al tonelaje bruto se tiene una distribución variable, observándose valores máximos de 18 millones de toneladas en 1985 y mínimos de 13 millones en 1982.

#### 3.4.1.1.4. Pénjamo-Irapuato.

El tráfico en este tramo es un poco mayor que en el anterior, debido a que parte del flete que se mueve se incorpora o se desvía en Pénjamo rumbo a Ajuno en la ruta a Uruapan y Lázaro Cárdenas. Sin embargo, el comportamiento del tráfico en el período muestra una tendencia similar a la del tramo anterior.

#### 3.4.1.1.5. Irapuato-Celaya.

La carga transportada en este tramo en el período indica una tendencia descendente entre 1980 y 1982, para luego mostrar una recuperación hasta el año de 1988, llegando a 10.5 y 18.0 millones de toneladas netas y brutas respectivamente, pero sin alcanzar los volúmenes de 11.3 y 19.3 millones que se tenían en 1980. Esto puede atribuirse, en parte, a que en los últimos años se ha estado desviando mineral de hierro con destino a Cd. Frontera, por la ruta de Irapuato-Torreón, debido a problemas de saturación en la ruta natural vía San Luis Potosí-Saltillo.

#### 3.4.1.1.6. Celaya-Escobedo.

El comportamiento del flete en este tramo muestra una reducción casi del 50% con respecto a 1980, debido básicamente al desvío del mineral de hierro por la ruta Irapuato-Torreón, que constituía el tráfico principal a transportar entre estos puntos.

#### 3.4.1.1.7. Escobedo-Ingeniero Buchanan.

El volumen de carga que se mueve en este tramo muestra una tendencia ascendente en el período pasando de 4.36 a 5.1 millones de toneladas netas y de 7.39 a 9.07 millones de toneladas brutas, lo que representa un incremento medio anual de 2% y 2.6% respectivamente. Sin embargo, pueden observarse dos años, 1983 y 1985, en los cuales el tráfico tuvo importantes caídas.

#### 3.4.1.1.8. Ingeniero Buchanan-San Luis Potosí.

Del análisis efectuado puede observarse que a pesar de registrarse algunas variaciones, principalmente a la baja a lo largo del período, el tonelaje neto y bruto movido anualmente se ha conservado prácticamente igual al de 1980, esto es, 8.54 y 16.17 millones de toneladas respectivamente.

#### 3.4.1.1.9. San Luis Potosí-Vanegas.

En esta sección se aprecia un leve aumento del tráfico manejado en el período, el cual pasó de 6.58 a 7.23 millones de toneladas netas y de 12.01 a 13.74 millones de toneladas brutas, es decir un incremento del 1.2% y 1.7% respectivamente.

#### 3.4.1.1.10. Vanegas-Saltillo.

El movimiento de flete transportado en el período se ha conservado prácticamente constante en el caso de toneladas netas , en alrededor de 6.4 millones, en tanto que el tonelaje bruto indica un ligero aumento de 11.71 a 12.18 millones con algunos máximos hasta de 15.15 millones registrados en 1983.

#### 3.4.1.1.11. Saltillo-Ramos Arizpe.

Esta sección incorpora el tráfico proveniente de Monterrey y de Cd. Frontera, habiéndose reducido este último por el desvío de mineral de hierro vía Torreón, como ya se mencionó, lo que ha motivado que en forma global muestre una tendencia descendente del 4.2% anual en toneladas netas y de 4.0% en toneladas brutas, las que pasaron de 8.58 a 6.17 millones y de 16.69 a 12.22 millones de toneladas respectivamente.

#### 3.4.1.1.12. Ramos Arizpe-Monterrey.

Se observa en este tramo una moderada tendencia ascendente en la carga transportada, la cual pasó en el período de 4.39 a 5.01 millones de toneladas netas , lo que indica una tasa de crecimiento del 1.7% y de 8.96 a 9.78 millones de toneladas brutas, esto es una tasa de aumento del 1.1%. Se observa así mismo que en los años 1985 y 1986 se presentaron algunos picos de tráfico de entre el 8% y el 10% por arriba de los valores correspondientes al año de 1988. Sin embargo, durante 1981 y 1982 se registraron caídas fuertes de tráfico, llegándo hasta 2 millones de toneladas netas y 4.4 millones de toneladas brutas.

#### 3.4.1.1.13. Monterrey-Nuevo Laredo.

El tráfico observado en el período registra una tasa de incremento de 1.3% en toneladas netas y de 0.9% en toneladas brutas, habiendo pasado de 3.99 a 4.43 millones en el período y de 8.04 a 8.66 millones respectivamente. Sin embargo, durante 1981 y 1982 se registraron caídas fuertes de tráfico, llegándose hasta dos millones de toneladas netas y 4.4 millones de toneladas brutas.

Es importante hacer notar que Nuevo Laredo es el principal puerto de comercio ferroviario con los Estados Unidos y que con frecuencia se presentan congestionamientos en las instalaciones existentes, lo que ha obligado a desviar parte del tráfico de importación

hacia otros puntos como Matamoros y Piedras Negras, lo cual motiva en cierta medida, a las variaciones que se observan en los volúmenes de flete manejados en el período.

#### 3.4.1.1.14. Irapuato-Aguascalientes.

El comportamiento del tráfico en este tramo presenta algunas variaciones importantes a lo largo del período, ya que se aprecian máximos de 5.7 millones y mínimos de 2.3 millones en el caso de toneladas netas , y de 8.6 y 4.4 millones en el de toneladas brutas. De cualquier manera, la tendencia es hacia la baja con tasas del 3.1% y 5.0% para los tipos de tonelajes señalados. Es conveniente anotar que al entrar en operación los tramos de El Castillo-Encarnación y Salinas-Laguna Seca que se encuentran en construcción, la sección comprendida entre Encarnación y Chicalote, verá incrementado apreciablemente su tráfico actual al utilizar esta ruta el flete que se mueva entre Guadalajara y Monterrey.

#### 3.4.1.1.15. Aguascalientes-Salinas.

El tráfico que se mueve en este tramo es actualmente de muy poca cuantía, ya que los volúmenes tanto de tonelaje neto como bruto son inferiores al millón de toneladas. Sin embargo, al igual que en el tramo anterior, el tráfico se incrementará al circular por el tramo el flete entre Guadalajara y Monterrey, una vez terminados los enlaces ferroviarios que se construyen actualmente.

## DENSIDAD DE TRAFICO (TON. NETAS)

TRAMO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Manzanillo-Colima	2,640.0	2,617.2	2,640.0	2,769.0	2,485.2	2,546.4	2,630.4	2,772.0	2,859.6
Colima-Manzanillo	313.2	322.3	114.0	76.8	126.0	117.6	357.6	511.2	668.4
	2,953.2	2,939.5	2,754.0	2,845.8	2,611.2	2,664.0	2,988.0	3,283.2	3,528.0
Colima-Guadalajara	3,999.6	4,318.8	4,435.2	4,705.2	4,398.0	4,408.8	4,180.8	4,345.2	4,534.8
Guadalajara-Colima	488.4	408.0	388.8	309.6	342.0	382.8	356.4	339.6	615.6
	4,488.0	4,726.8	4,824.0	5,014.8	4,740.0	4,791.6	4,537.2	4,684.8	5,150.4
Guadalajara-Pénjamo	4,689.6	4,650.0	4,756.8	5,496.0	5,641.2	6,093.6	5,853.6	5,596.8	5,002.8
Pénjamo-Guadalajara	2,983.2	2,432.4	2,359.2	2,863.2	3,214.8	3,409.2	2,863.2	2,661.6	2,668.0
	7,672.8	7,082.4	7,116.0	8,359.2	8,856.0	9,502.8	8,716.8	8,258.4	7,690.8
Pénjamo-Irapuato	4,737.6	4,914.0	4,854.0	5,683.2	5,942.4	6,622.8	6,331.2	6,038.4	5,451.6
Irapuato-Pénjamo	3,159.6	2,614.8	2,502.0	2,955.6	3,463.2	3,523.2	3,448.8	3,375.6	3,147.6
	7,897.2	7,528.8	7,356.0	8,638.8	9,405.6	10,146.0	9,780.0	9,414.0	8,599.2
Irapuato-Celaya	8,533.2	7,262.4	5,176.8	5,419.2	5,656.8	6,751.2	6,892.8	7,256.4	6,624.0
Celaya-Irapuato	2,758.8	2,190.0	2,410.8	2,913.6	3,001.2	2,377.6	2,767.2	3,486.0	3,824.4
	11,292.0	9,452.4	7,587.6	8,332.8	8,658.0	9,128.8	9,660.0	10,742.4	10,448.4
Celaya-Escobedo	2,390.4	2,012.4	1,710.0	1,993.2	1,390.8	1,279.2	1,249.2	1,425.6	1,227.6
Escobedo-Celaya	4,095.6	3,283.2	2,582.4	2,858.4	2,946.0	1,314.0	1,374.0	1,185.6	1,897.2
	6,486.0	5,295.6	4,292.4	4,851.6	4,336.8	2,593.2	2,623.2	2,611.2	3,124.8
Escobedo-Ing.Buchanan	2,688.0	2,535.6	2,382.0	1,825.2	2,250.0	1,315.2	2,310.0	2,598.0	2,906.4
Ing.Buchanan-Escobedo	1,668.0	1,795.2	1,900.8	1,543.2	1,716.0	2,176.8	1,688.8	1,561.2	2,197.2
	4,356.0	4,330.8	4,282.8	3,368.4	3,966.0	3,492.0	3,998.8	4,159.2	5,103.6
Ing.Buchanan-S.L.P.	3,039.6	2,437.2	3,180.0	2,822.4	2,545.2	2,346.0	2,955.6	3,163.2	3,391.2
S.L.P.-Ing.Buchanan	5,514.0	5,559.6	4,844.4	5,526.0	5,667.6	5,727.6	4,520.4	4,173.6	5,152.8
	8,553.6	7,996.8	8,024.4	8,348.4	8,212.8	8,073.6	7,476.0	7,336.8	8,544.0
S.L.P.-Vanegas	2,646.0	2,421.6	2,974.8	3,188.4	2,187.6	1,870.8	2,379.6	2,323.2	2,548.8
Vanegas-S.L.P.	3,938.4	4,501.2	3,700.8	4,626.0	4,372.8	4,803.6	4,382.4	4,086.0	4,678.8
	6,584.4	6,922.8	6,675.6	7,814.4	6,560.4	6,674.4	6,762.0	6,409.2	7,227.6

## DENSIDAD DE TRAFICO (TON. NETAS)

TRAMO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Vanegas-Saltito	2,556.0	2,454.0	3,054.0	3,115.2	2,025.6	1,813.2	2,301.6	2,127.6	2,366.4
Saltito-Vanegas	3,850.8	4,557.6	3,579.6	4,605.6	3,878.4	4,580.4	4,065.6	3,619.2	3,988.8
	6,406.8	7,011.6	6,633.6	7,720.8	5,904.0	6,393.6	6,367.2	5,746.8	6,355.2
Saltito-Ramos Arizpe	2,859.6	3,608.4	3,331.2	3,292.8	1,993.2	2,955.6	3,486.0	3,334.8	2,348.4
Ramos Arizpe-Saltito	5,721.6	4,917.6	4,639.2	5,900.4	5,283.6	5,896.8	5,514.0	5,256.0	3,818.4
	8,581.2	8,526.0	7,970.4	9,193.2	7,276.8	8,852.4	9,000.0	8,590.8	6,166.8
Ramos Arizpe-Monterrey	1,532.4	1,927.2	1,626.0	1,612.8	1,706.4	1,468.8	1,780.8	1,778.4	1,844.4
Monterrey-Ramos Arizpe	2,860.8	2,442.0	2,654.4	3,280.8	3,481.2	4,006.8	3,579.6	3,152.4	3,158.4
	4,393.2	4,369.2	4,280.4	4,893.6	5,187.6	5,475.6	5,360.4	4,930.8	5,002.8
Monterrey-Nuevo Laredo	633.6	526.3	465.6	546.4	650.4	766.8	798.0	138.0	1,016.4
Nuevo Laredo-Monterrey	3,358.8	2,636.4	1,543.2	2,270.4	2,634.0	3,157.2	3,201.6	3,538.8	3,411.6
	3,992.4	3,162.7	2,008.8	2,816.8	3,284.4	3,924.0	3,999.6	3,676.8	4,428.0
Irapuato-Silao	2,347.2	1,754.4	939.6	1,822.8	2,182.8	3,165.6	2,484.0	2,187.6	1,959.6
Silao-Irapuato	2,530.8	3,195.6	1,332.0	1,519.2	1,700.4	2,491.2	1,626.0	2,592.0	1,852.8
	4,878.0	4,950.0	2,271.6	3,342.0	3,883.2	5,656.8	4,110.0	4,779.6	3,812.4
Silao-Aguascalientes	1,972.8	1,730.4	626.4	1,798.8	1,830.0	2,860.8	2,280.0	1,987.2	1,609.6
Aguascalientes-Silao	3,543.6	3,181.2	1,299.6	1,482.0	1,556.4	2,499.6	1,646.4	1,448.8	1,914.0
	5,516.4	4,911.6	1,926.0	3,280.8	3,386.4	5,360.4	3,926.4	3,436.0	3,723.6
Aguascalientes-Chicalote	1,747.2	1,173.6	592.8	1,297.2	1,254.0	2,572.8	2,140.8	1,947.6	1,612.8
Chicalote-Aguascalientes	4,347.6	4,006.8	2,178.0	2,482.8	2,400.0	2,863.2	2,443.2	3,906.0	2,805.0
	6,094.8	5,180.4	2,770.8	3,780.0	3,654.0	5,436.0	4,584.0	5,853.6	4,417.8
Chicalote-Salinas	168.0	177.6	88.8	93.6	88.8	40.8	56.4	94.8	68.4
Salinas-Chicalote	460.8	484.8	307.2	369.6	331.2	248.4	225.6	226.8	194.4
	628.8	662.4	396.0	463.2	420.0	289.2	282.0	321.6	262.8

## DENSIDAD DE TRAFICO (TON. BRUTAS)

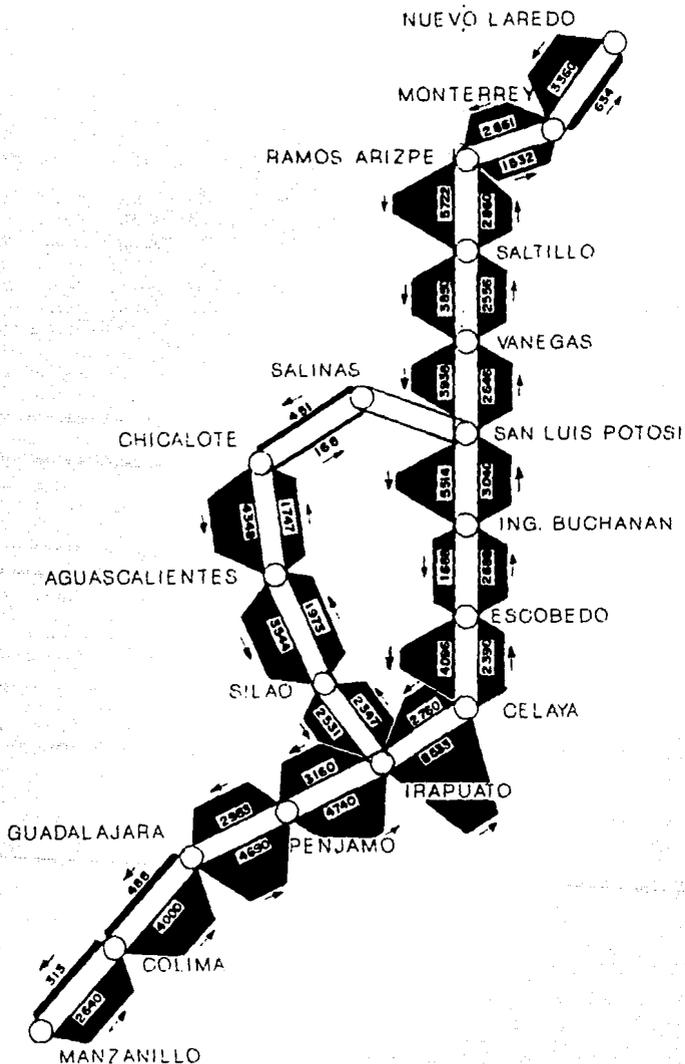
TRAMO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Manzanillo-Colima	3,835.2	3,889.2	3,849.6	4,186.8	4,594.8	3,926.4	3,937.2	4,156.0	4,257.6
Colima-Manzanillo	1,369.2	1,484.4	1,190.4	730.8	559.2	1,094.4	1,635.6	1,813.2	1,806.0
	5,204.4	5,373.6	5,040.0	4,917.6	5,154.0	5,020.8	5,572.8	5,971.2	6,063.6
Colima-Guadalajara	6,123.6	6,330.0	6,478.8	6,986.4	7,566.0	6,602.4	6,058.8	6,300.0	6,574.8
Guadalajara-Colima	2,128.8	2,468.4	2,263.2	1,886.4	1,759.2	2,240.4	2,318.4	2,367.6	2,326.6
	8,252.4	8,798.4	8,742.0	8,872.8	9,325.2	8,842.8	8,377.2	8,667.6	8,901.6
Guadalajara-Pénjamo	10,597.2	9,300.0	7,293.6	9,541.2	9,754.8	11,347.2	9,093.6	8,659.2	7,772.4
Pénjamo-Guadalajara	6,372.0	5,044.8	5,758.8	6,426.0	6,300.0	6,676.8	6,514.8	6,133.2	5,901.6
	16,969.2	14,344.8	13,052.4	15,967.2	16,054.8	18,024.0	15,608.4	14,792.4	13,674.0
Pénjamo-Irapuato	10,684.8	9,974.4	8,678.4	9,668.4	9,625.2	10,660.8	9,896.4	9,420.0	8,517.6
Irapuato-Pénjamo	6,594.0	5,409.6	6,122.4	6,596.4	6,888.0	7,428.0	7,252.8	6,990.0	6,512.4
	17,278.8	15,384.0	14,800.8	16,264.8	16,513.2	18,088.8	17,149.2	16,410.0	15,030.0
Irapuato-Celaya	12,993.6	11,937.6	9,147.6	9,070.8	10,174.8	10,794.0	10,633.2	10,862.4	10,304.4
Celaya-Irapuato	6,307.2	4,740.0	5,421.6	5,594.4	5,762.4	5,294.4	6,085.2	7,099.4	7,684.8
	19,300.8	16,677.6	14,569.2	14,665.2	15,937.2	16,088.4	16,718.4	17,961.8	17,989.2
Celaya-Escobedo	4,480.8	3,788.4	3,180.0	3,537.6	2,476.8	2,407.2	2,574.0	2,617.2	2,440.8
Escobedo-Celaya	6,312.0	5,860.8	4,694.4	4,869.6	4,891.2	2,404.8	2,284.4	2,378.4	3,308.4
	10,792.8	9,649.2	7,874.4	8,407.2	7,368.0	4,812.0	4,858.4	4,995.6	5,749.2
Escobedo-Ing. Buchanan	4,434.0	4,428.0	4,136.4	3,423.6	4,248.0	2,463.6	4,311.6	4,609.2	5,234.4
Ing. Buchanan-Escobedo	2,953.2	3,127.2	3,378.0	2,520.0	3,054.0	3,663.6	3,700.8	3,218.4	3,838.8
	7,387.2	7,555.2	7,514.4	5,943.6	7,302.0	6,127.2	8,012.4	7,827.6	9,073.2
Ing. Buchanan-S.L.P.	6,679.2	6,343.2	5,611.2	5,358.0	5,590.8	6,055.2	6,517.2	6,604.8	7,405.2
S.L.P.-Ing. Buchanan	9,374.4	9,009.6	8,467.2	10,741.2	10,788.0	9,460.8	7,879.2	7,192.8	8,764.8
	16,053.6	15,352.8	14,078.4	16,099.2	16,378.8	15,516.0	14,396.4	13,797.6	16,170.0
S.L.P.-Vanegas	5,628.0	5,449.2	5,857.2	5,794.8	4,150.8	5,193.6	5,371.2	5,188.8	5,850.0
Vanegas-S.L.P.	6,376.8	7,160.8	7,141.2	9,105.6	7,554.0	7,905.6	7,399.2	6,730.8	7,890.0
	12,004.8	12,630.0	12,998.4	14,900.4	11,704.8	13,099.2	12,770.4	11,919.6	13,740.0

## DENSIDAD DE TRAFICO (TON. BRUTAS)

TRAMO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Vanegas-Saltito	5,415.6	4,825.2	6,535.2	6,061.2	3,818.4	5,150.4	5,361.6	4,890.0	5,413.2
Saltito-Vanegas	6,290.4	8,172.0	6,180.0	9,085.2	9,235.2	8,587.2	6,874.8	5,967.6	6,770.4
	11,706.0	12,997.2	12,715.2	15,146.4	13,053.6	13,737.6	12,236.4	10,857.6	12,183.6
Saltito-Ramos Arizpe	7,351.2	8,592.0	7,335.6	6,824.4	3,792.0	5,443.2	7,434.0	7,327.2	5,641.2
Ramos Arizpe-Saltito	9,340.8	8,414.4	6,278.4	9,727.2	9,255.6	10,802.4	9,283.2	8,931.6	6,576.0
	16,692.0	17,006.4	13,614.0	16,551.6	13,047.6	16,245.6	16,717.2	16,258.8	12,217.2
Ramos Arizpe-Monterrey	4,261.2	5,174.4	3,948.0	3,896.4	3,726.0	4,093.2	4,299.0	4,425.6	4,359.6
Monterrey-Ramos Arizpe	4,700.4	4,258.8	4,252.8	5,266.8	5,218.8	6,531.6	6,093.6	5,440.8	5,416.8
	8,961.6	9,433.2	8,200.8	9,163.2	8,944.8	10,624.8	10,392.6	9,866.4	9,776.4
Monterrey-Nuevo Laredo	2,772.0	2,809.2	1,818.0	2,007.6	2,119.2	2,766.0	2,859.6	3,212.4	3,100.8
Nuevo Laredo-Monterrey	5,263.2	4,317.6	2,593.2	3,702.0	4,348.8	5,242.8	5,302.8	5,864.4	5,559.6
	8,035.2	7,126.8	4,411.2	5,709.6	6,468.0	8,008.8	8,162.4	9,076.8	8,660.4
Irapuato-Silao	3,910.8	3,242.4	1,803.6	3,348.0	4,148.4	5,076.0	3,974.4	3,495.6	3,195.6
Silao-Irapuato	4,669.0	6,000.0	2,614.8	2,451.6	2,884.8	4,560.0	2,650.8	2,779.2	2,618.4
	8,579.8	9,242.4	4,418.4	5,799.6	7,033.2	9,636.0	6,625.2	6,274.8	5,814.0
Silao-Aguascalientes	3,243.6	3,434.4	1,404.0	2,971.2	3,498.0	4,780.8	3,720.0	3,264.0	3,072.0
Aguascalientes-Silao	5,588.4	5,853.6	2,301.6	2,341.2	2,685.6	4,582.8	2,562.0	2,727.6	3,166.8
	8,832.0	9,288.0	3,705.6	5,312.4	6,183.6	9,363.6	6,282.0	5,991.6	6,238.8
Aguascalientes-Chicalote	3,186.0	2,218.8	1,477.2	2,647.2	2,922.0	4,693.2	3,574.8	3,741.6	3,112.8
Chicalote-Aguascalientes	9,374.4	9,009.6	8,467.2	10,741.2	10,788.0	9,460.8	7,879.2	7,192.8	4,231.2
	12,560.4	11,228.4	9,944.4	13,388.4	13,710.0	14,154.0	11,454.0	10,934.4	7,344.0
Chicalote-Salinas	416.4	372.0	224.4	253.2	219.6	74.4	162.0	199.2	322.8
Salinas-Chicalote	698.4	720.0	481.2	576.0	560.4	391.2	358.8	370.8	330.0
	1,114.8	1,092.0	705.6	829.2	780.0	465.6	520.8	570.0	652.8

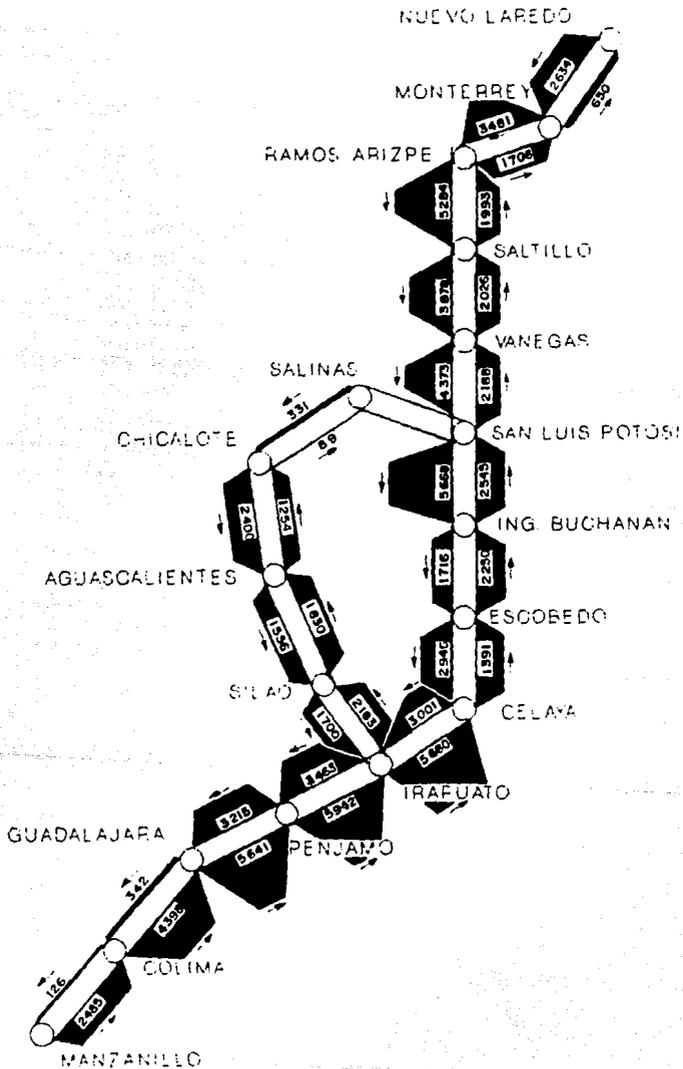
# MOVIMIENTOS HISTORICOS

1980



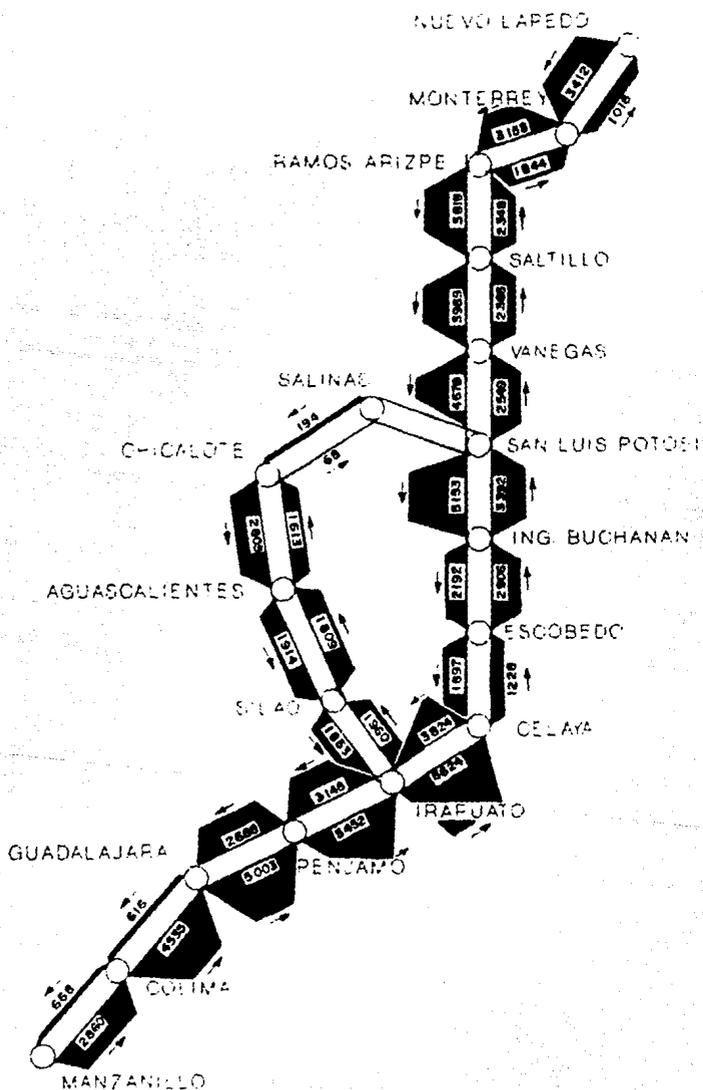
# MOVIMIENTOS HISTORICOS

1984

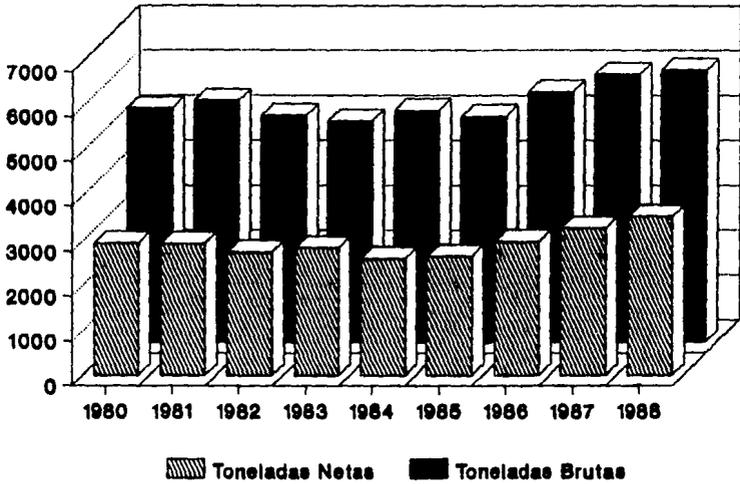


# MOVIMIENTOS HISTORICOS

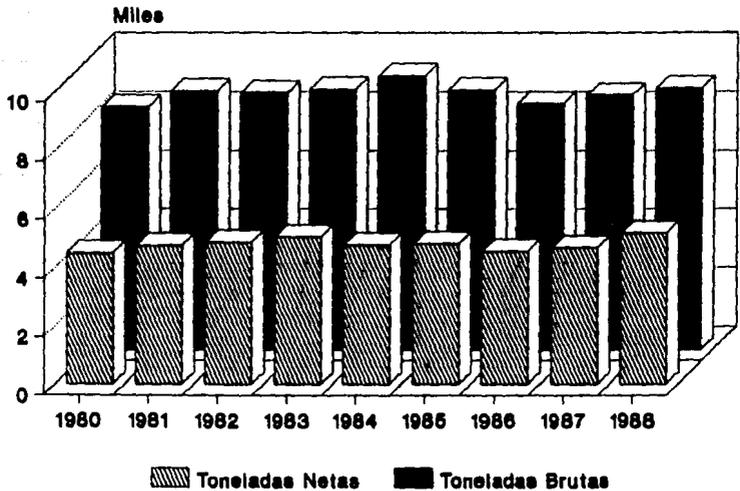
1988



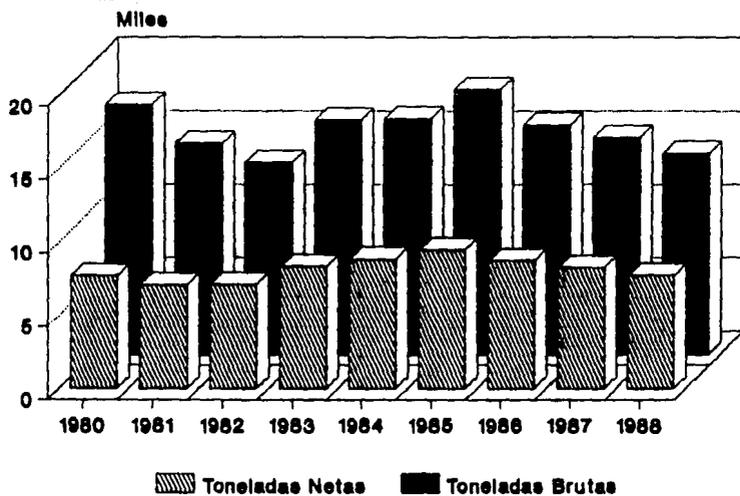
## MANZANILLO - COLIMA



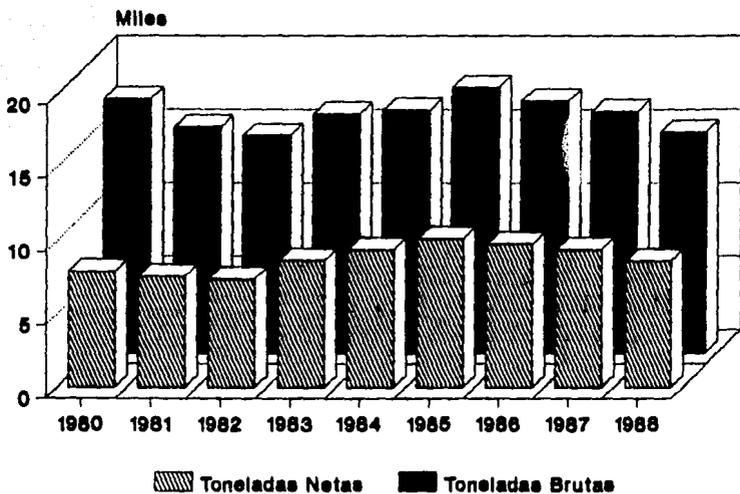
## COLIMA - GUADALAJARA



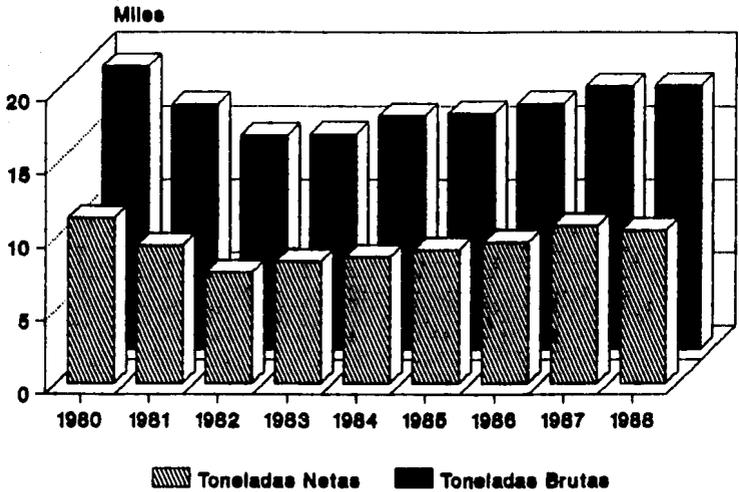
## GUADALAJARA - PENJAMO



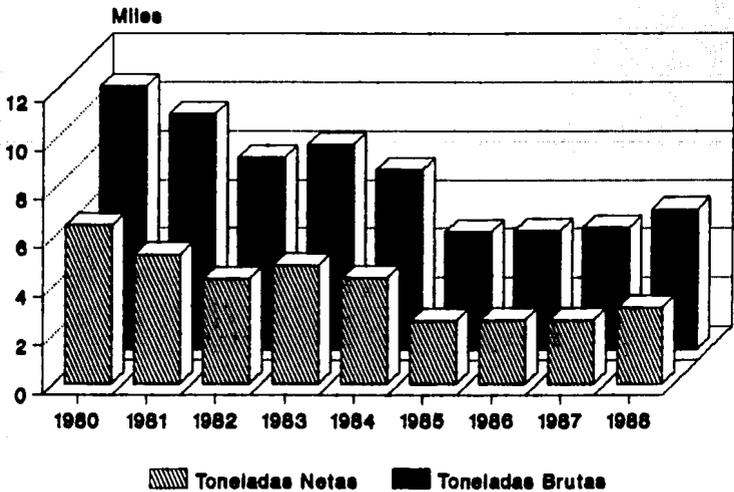
## PENJAMO - IRAPUATO



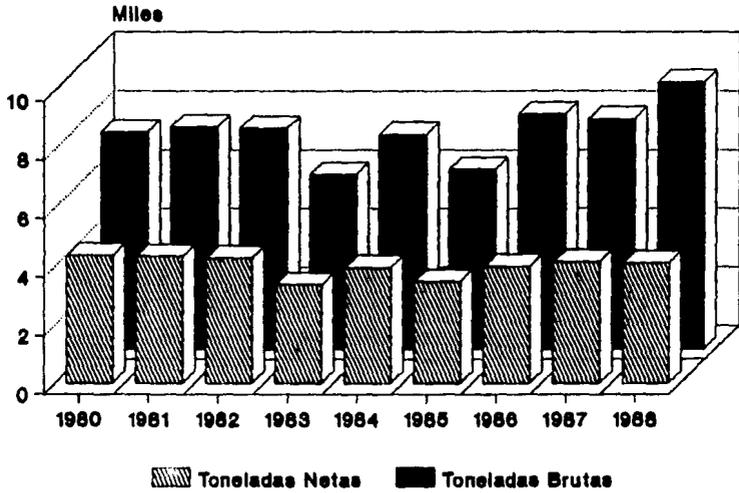
## IRAPUATO - CELAYA



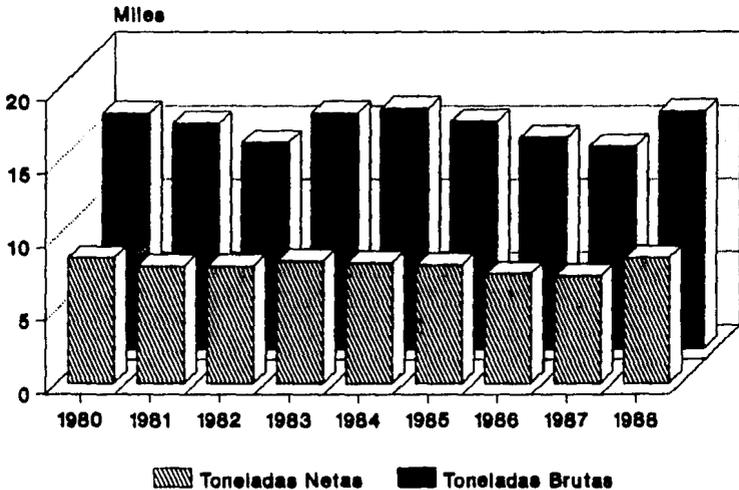
## CELAYA - ESCOBEDO



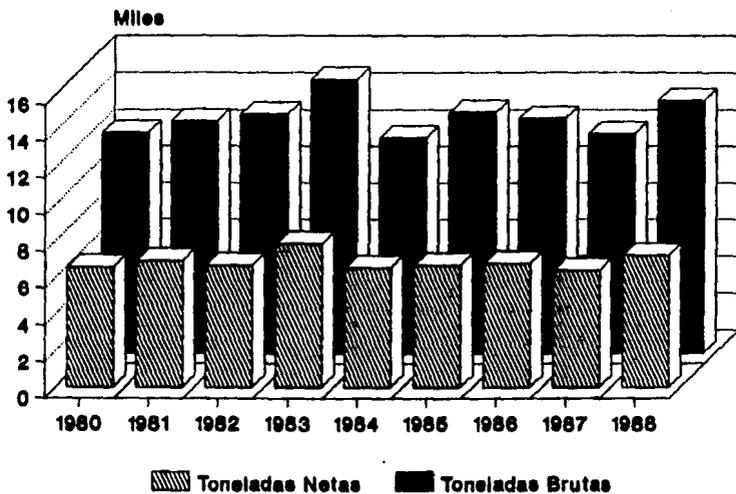
## ESCOBEDO - ING. BUCHANAN



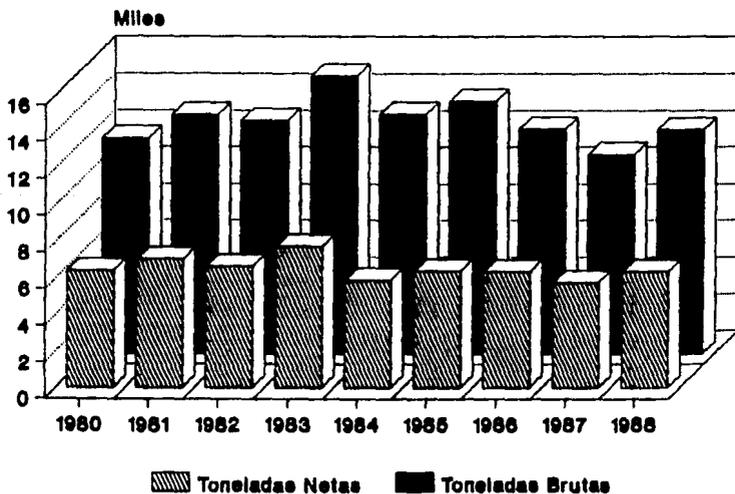
## ING. BUCHANAN - SAN LUIS POTOSI



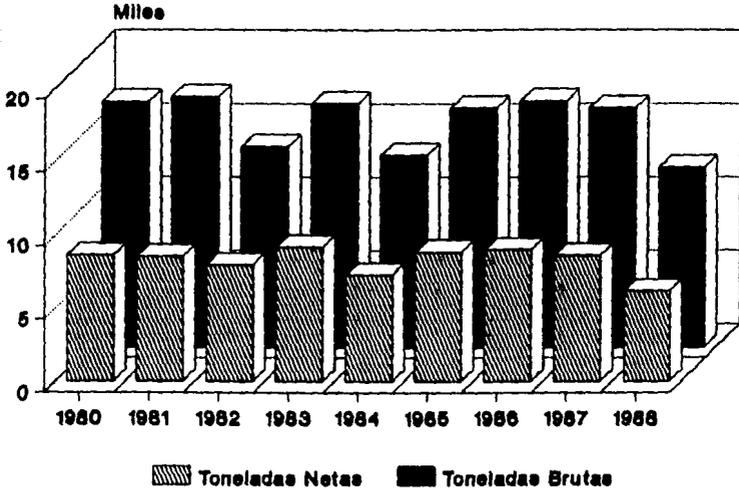
## SAN LUIS POTOSI - VANEGAS



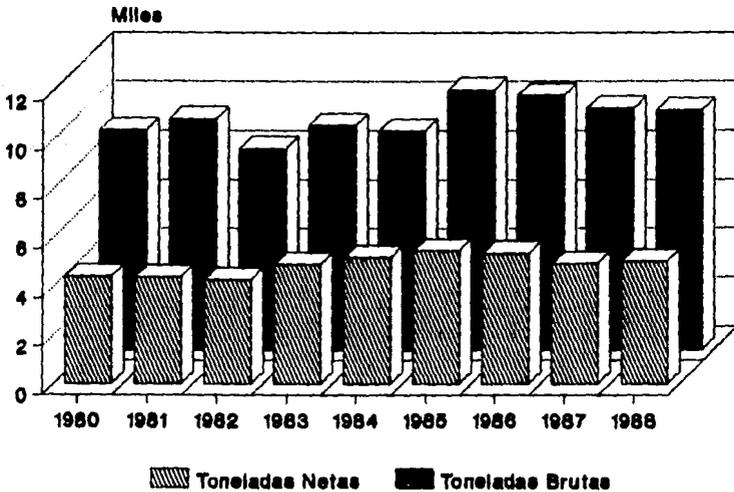
## VANEGAS - SALTILLO



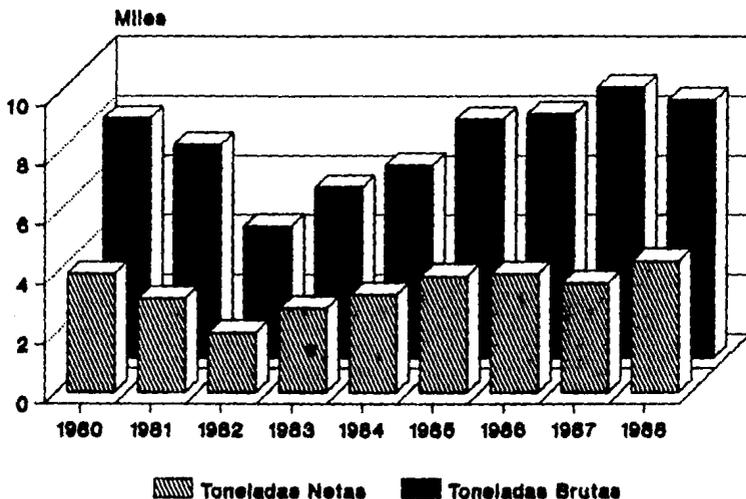
## SALTILLO - RAMOS ARIZPE



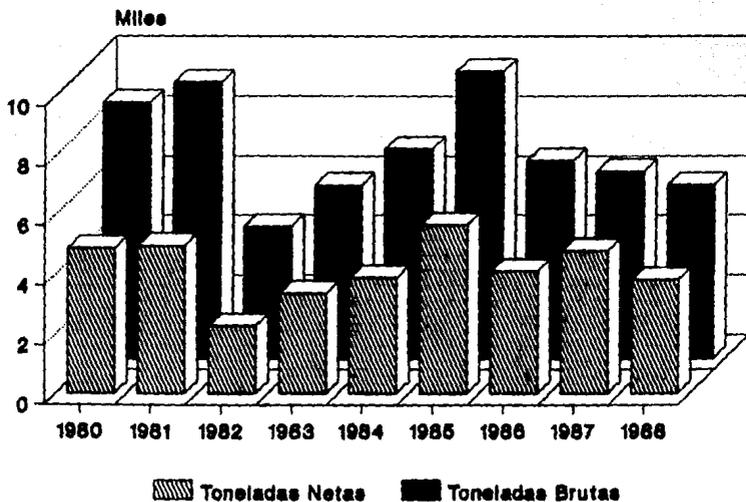
## RAMOS ARIZPE - MONTERREY



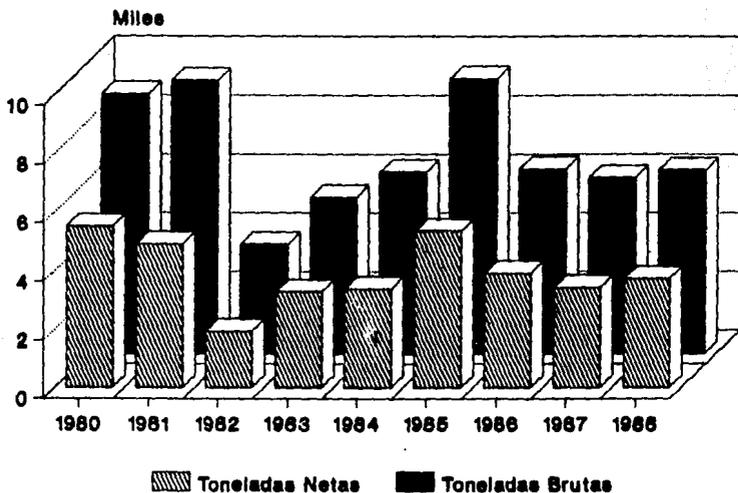
## MONTERREY - NUEVO LAREDO



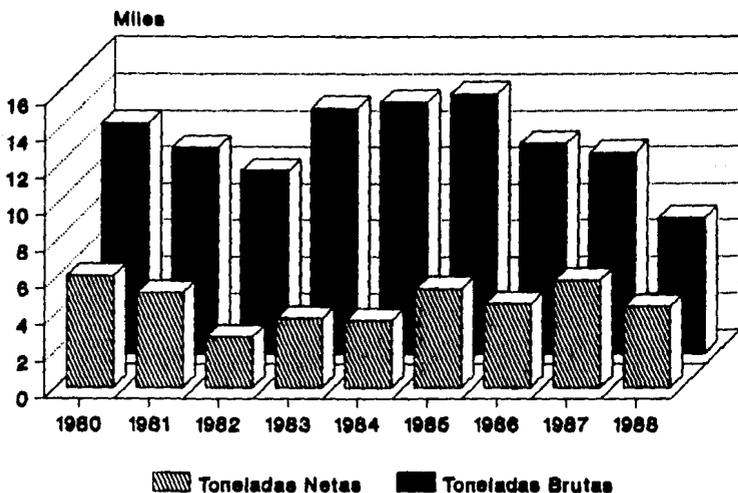
## IRAPUATO - SILAO



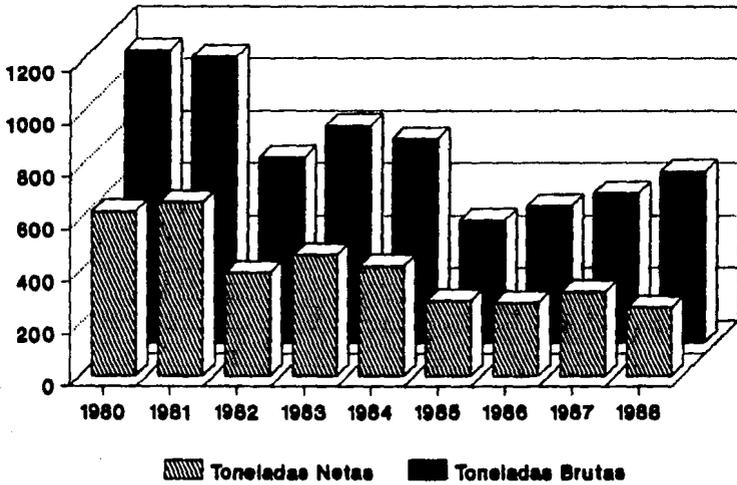
## SILAO - AGUASCALIENTES



## AGUASCALIENTES - CHICALOTE



## CHICALOTE - SALINAS



### **3.4.2. Comportamiento del tráfico de pasajeros.**

#### **3.4.2.1. Tráfico sistematizado.**

Durante las dos últimas décadas, el tráfico de pasajeros por Ferrocarril ha venido disminuyendo en forma sustancial, de 37.8 millones de pasajeros en el año de 1970 a 19.4 millones durante 1988, reduciendo su participación en el mercado de transporte terrestre de un 8.0% a 1.2%.

Sin embargo, en el renglón de pasajeros kilómetro, la proporción de tráfico manejado por Ferrocarril se ha incrementado, pasando de 4,300 millones en 1970 a 5,658 millones el año pasado. No obstante lo anterior, su participación respecto del global ha decrecido de 6.3% a 2.4%, aún cuando el recorrido medio por pasajero se ha incrementado, pasando de 247.4 Km. en 1984 a 292.1 Km. en 1988.

Es importante resaltar, que el volumen de pasajeros que se mueven por Ferrocarril no es comparable en igualdad de circunstancias con el del autotransporte, ya que los volúmenes correspondientes a este modo incluyen una parte muy importante de tráfico de pasajeros en servicio suburbano de muy corto recorrido, en el cual el Ferrocarril no tiene participación.

Así mismo, conviene destacar que con datos obtenidos del Ferrocarril, se estima que la proporción de pasajeros transportados por este modo en los principales corredores interurbanos, comparado con el autotransporte, es bastante mayor que a nivel nacional, llegando a ser entre el 7% y el 10%.

Entre los factores pueden mencionarse como decisivos en la reducción del movimiento de pasajeros por vía férrea, está el gran desarrollo que ha registrado la red carretera del país, que impulsó decisivamente el crecimiento de las líneas de autobuses y favoreció el uso del automóvil particular, así como el sostenimiento de precios bajos en los combustibles durante muchos años. Por otra parte, la disminución de transporte de personas por Ferrocarril es también el reflejo del deterioro en la calidad del servicio ofrecido por este modo, ante la imposibilidad no solo de incrementar, sino siquiera de sostener la capacidad de oferta, debido a la falta de equipo que no ha sido renovado oportunamente por falta de inversiones y por la carencia de excedentes en los ingresos del servicio motivados por la política de tarifas bajas sostenida por largo tiempo.

El parque de coches con que se cuenta para ofrecer el servicio ha decrecido, debido básicamente a la necesidad de retirar unidades que por su antigüedad y obsolescencia no se encontraban ya en condiciones de operación. Mientras que en 1970 se disponía de 1,194 coches para los servicios de segunda clase, primera regular y primera especial, para Diciembre de 1989 se tenían solamente 713 unidades para dichos servicios, o sea, una reducción del 41%.

La flota actual está compuesta por 1,027 unidades, de las que 263 corresponden a coches de segunda clase, 241 a primera regular, 209 a primera especial, 217 a dormitorio, 33 a comedor, 23 a bar-observatorio, 4 a primera-segunda, 11 a clase única y 26 autovías.

En lo relativo a la antigüedad del equipo de pasajeros, 209 unidades tienen una edad menor a 10 años, 228 entre 11 y 20 años, 27 entre 21 y 30 años y 563 unidades con edad mayor a 30 años (54.8% del total).

De lo expuesto puede apreciarse fácilmente, que en las condiciones descritas de la flota de pasajeros en propiedad, y de no contarse con una política de renovación de equipo y de adecuación de las tarifas basada en el costo y la calidad del servicio, no es posible esperar que el transporte de pasajeros por Ferrocarril pueda mejorar en el futuro.

#### **3.4.2.2 Tráfico de pasajeros en el corredor Manzanillo-Nuevo Laredo.**

Los servicios de pasajeros que se tienen establecidos en el corredor en estudio son los siguientes: entre Manzanillo y Guadalajara se corre el tren diurno 91 y 92, con servicio de segunda clase y primera regular, que en el período 1984-1988 muestra una tendencia descendente en el número de pasajeros movidos, del 13.4% anual en promedio, debido básicamente a la reducción registrada durante 1988. Se estima que esta disminución se debe en parte a la puesta en servicio de tramos de la carretera de 4 carriles que se construye actualmente.

Cubriendo la misma ruta, se cuenta con un tren de servicio estrella nocturno, "El Colimense", que entró en operación durante 1988 y que ofrece un servicio de mucho mejor calidad, incluyendo primera regular, primera especial y dormitorio, con tiempos de recorrido menores.

En el tramo Guadalajara-Irapuato se mueven actualmente los trenes numeros 11 y 12 México-Guadalajara de servicio nocturno, que proporcionan servicio de segunda clase, primera regular, primera especial y dormitorio, que muestran una tendencia de crecimiento descendente con una tasa media anual del 14%.

Se corre también en este tramo un tren nocturno de servicio estrella México-Guadalajara denominado "El Tapatío", con servicios de primera especial y dormitorio, utilizando equipo de reciente adquisición en el primer caso y coches rehabilitados en el segundo, proporcionando un servicio de calidad superior y con menor tiempo de recorrido que los trenes 11 y 12. También en este caso el movimiento de pasajeros ha disminuido de 300 mil en los años 1984 y 1985 a 210 mil en los tres últimos años. A pesar de lo anterior, las ocupaciones de estos trenes superan el 90%, por lo que la disminución del pasaje registrada obedece en gran parte a que no se cuenta con equipo suficiente para satisfacer la demanda existente.

En la parte del corredor que comprende de Irapuato a Celaya, además de los trenes 11 y 12 y "El Tapatío", también se corren los trenes 13 y 14, México-Ciudad Juárez, el tren estrella "El División del Norte" entre México y Ciudad Juárez y el tren 9 y 10 "El Constitucionalista" México- Guanajuato.

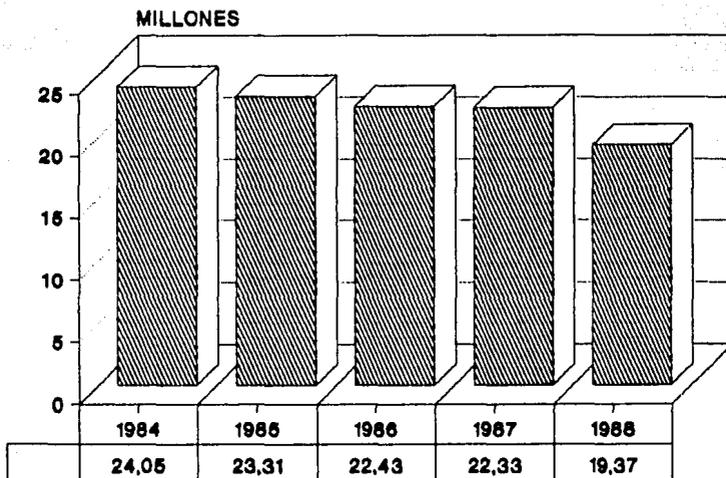
En la porción del corredor comprendida entre San Luis Potosí y Escobedo, se manejan los trenes 1 y 2 México - Nuevo Laredo, con coches de segunda clase, primera regular, primera especial y dormitorio, cuyo número de pasajeros transportados ha disminuido de alrededor de 1 millón en los años de 1984 y 1985 a 800 mil en los dos siguientes años y a 600 mil en 1988 y una sección de "El Constitucionalista" de México a San Luis Potosí.

Entre México y Nuevo Laredo se tiene el tren diurno 1 y 2, mencionado anteriormente. Otro tren en este tramo es "El Regimontano" que maneja exclusivamente coches de primera especial y dormitorio, con servicio directo a San Luis Potosí, Saltillo, Monterrey y Nuevo Laredo, que ha incrementado los pasajeros transportados de 157 mil en 1984 a 190 mil en 1988, con una tasa media de incremento anual del 4.9%.

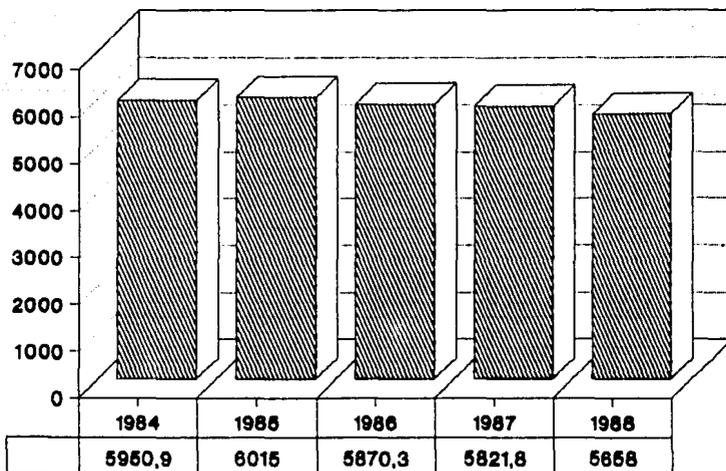
Finalmente, se cuenta con el tren diurno 3 y 4 que presta el servicio entre San Luis Potosí y Monterrey, con coches de segunda clase y primera regular y que muestra una reducción en los pasajeros movidos de 437 mil en 1984 a 355 mil en 1988 lo que representa un decremento anual promedio del 5.3%.

Cabe citar que en adición a los trenes de pasajeros mencionados, también se tienen seis trenes mixtos. Entre Escobedo e Irapuato, se maneja un tren que cambia de numeración en su paso por Celaya (227, 228, 229, 234). Entre Celaya y Escobedo se encuentran dos trenes, el 235 y 236 y el 237 y 238, que de hecho circulan entre Acámbaro y Escobedo. Entre Saltillo y Gómez Farías, y que llega hasta Margarita, se encuentra el tren 243 y 244. Finalmente, se presentan dos trenes que solo ofrecen el servicio los Miércoles y los Sábados. Dichos trenes son el 351 y 352, que corre de Aguascalientes a San Luis Potosí y el 353 y 354, que corre de San Luis Potosí a Tampico.

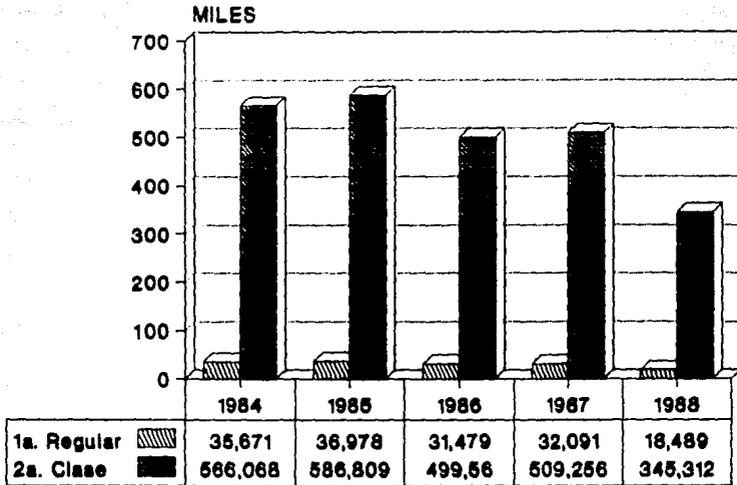
## TRAFICO DE PASAJEROS SISTEMAL



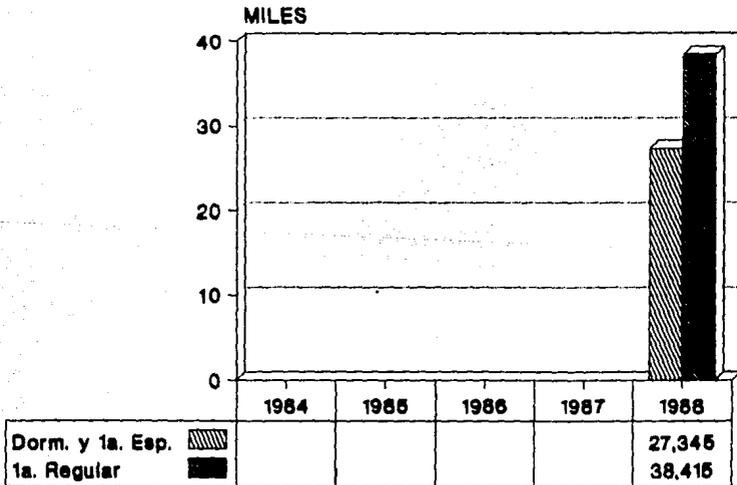
## PASAJEROS - KILOMETRO SISTEMAL



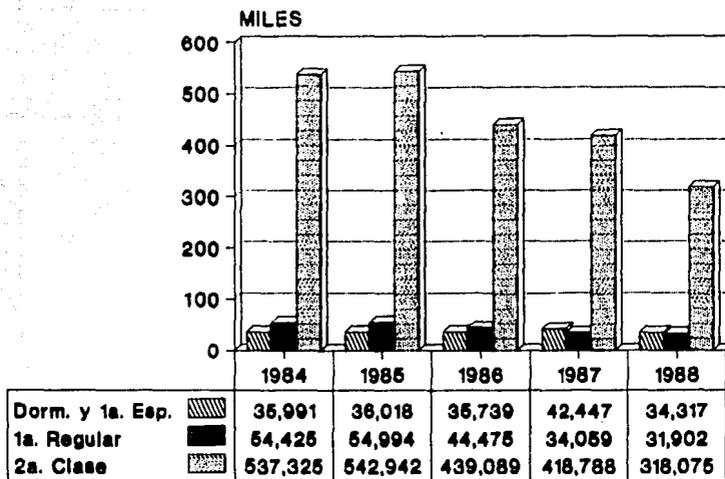
## TRAFICO DE PASAJEROS TREN 91-92



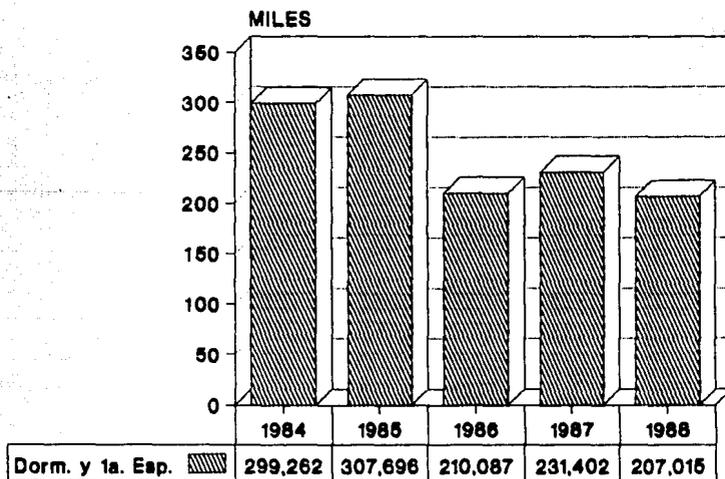
## TRAFICO DE PASAJEROS EL COLIMENSE



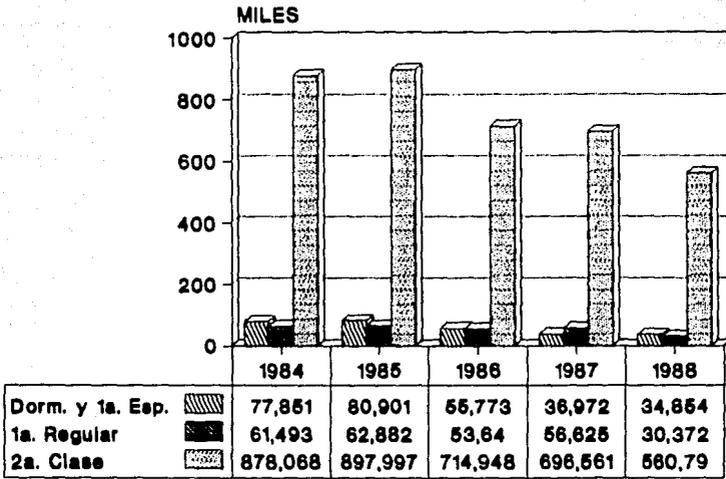
## TRAFICO DE PASAJEROS TREN 11 - 12



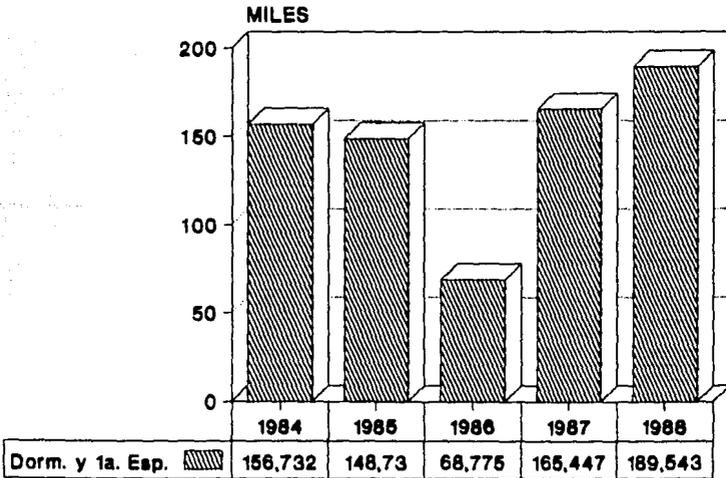
## TRAFICO DE PASAJEROS EL TAPATIO



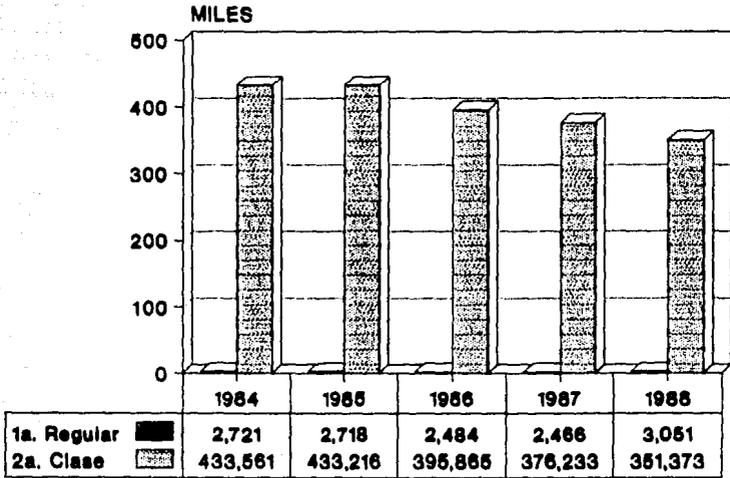
## TRAFICO DE PASAJEROS TREN 1 - 2



## TRAFICO DE PASAJEROS EL REGIOMONTANO



## TRAFICO DE PASAJEROS TREN 3 - 4



### **3.5. OPERACION ACTUAL**

Las características de la operación de trenes que se lleva a cabo actualmente en los diferentes tramos del corredor son las siguientes:

#### **3.5.1. Manzanillo-Colima.**

El número de trenes que se manejan diariamente en este tramo, incluyendo servicios de carga y de pasajeros es de 12, presentándose picos máximos de 13 o 14 trenes al día.

La capacidad potencial estimada para este tramo de la línea es de 26 trenes diarios, por lo que la ocupación actual con el tráfico que se opera es del 54%.

El tiempo de recorrido promedio de los trenes de carga en el tramo es de 5.35 hrs. rumbo norte (Colima-Manzanillo) y 4.40 hrs. rumbo sur (Manzanillo-Colima), lo que implica un recorrido medio de 4.90 hrs. por tren a una velocidad comercial promedio de 19.8 Km./hr.

El número de carros promedio manejados por tren rumbo a Colima es de 41 cargados y 8 vacíos con un total de 2,823 ton. netas o 4,079 ton. brutas. En sentido contrario la composición media por tren es de 9 carros cargados y 38 vacíos con 487 ton. netas o 1,793 ton. brutas.

Para el control y despacho de los trenes se utiliza el sistema de ordenes de tren.

En cuanto a la operación en los patios es de citarse que, independientemente de las condiciones físicas de las instalaciones existentes en Manzanillo y Colima, el diseño de las mismas no es adecuado ya para las necesidades de operación, que requieren vías de mayor longitud y con disposición tal que facilite la formación y recepción de los trenes que operan en estos lugares.

#### **3.5.2. Colima-Guadalajara.**

Actualmente se manejan 18 trenes de pasajeros y carga diariamente en este tramo, observándose picos máximos hasta de 23 trenes, en tanto que la capacidad

potencial disponible es de 24 trenes por día, lo que implica que el grado de ocupación de la línea es del 96%. Esto significa que la línea se encuentra trabajando prácticamente a saturación, por lo que se requiere programar con urgencia las medidas que deberán adoptarse para incrementar dicha capacidad.

El tiempo de recorrido medio de los trenes para los 254 Km. del tramo es de 11.30 hrs. rumbo a Guadalajara y de 10.60 hrs. en el sentido inverso, lo que dá una media de 10.90 hrs. por tren, representando una velocidad promedio comercial de 19.5 Km./hr.

Respecto a la composición de los trenes, hacia Guadalajara se tienen 37 carros cargados y 2 vacíos con 2,465 ton. netas o 3,573 ton. brutas en promedio, en tanto que en sentido contrario la formación media es de 4 carros cargados y 32 vacíos con 186 ton. netas o 1,156 ton. brutas.

Es de interés señalar que la operación de los trenes metaleros subiendo de Colima a Cd. Guzmán se realiza utilizando 6 locomotoras de 3,000 H.P. cada una, intercaladas a lo largo del tren manejando hasta 5,500 ton. brutas. Esto requiere de permanencias y maniobras considerables en los patios de Colima y Manzanillo, tanto para intercalar las locomotoras y consolidar el tren, como para cortarlas una vez que se llega al final de la pendiente gobernadora del tramo. Esto se refleja a final de cuentas en ocupación de la vía principal mientras se llevan a cabo dichas maniobras, en interferencias a las labores que se realizan en los patios y en una reducción en la capacidad de la línea que no puede ser ocupada por otros trenes.

Al igual que en el tramo anterior, el control del movimiento de los trenes se efectúa mediante el sistema de ordenes de tren.

Se tienen también establecidos servicios de trenes unitarios de piedra caliza y de cemento, de Huescalapa y Zapotiltic a Guadalajara.

Respecto a los patios puede mencionarse que en Cd. Guzmán se construyó una nueva instalación recientemente, con capacidades de vías apropiadas para la longitud de los trenes que se manejan y que ha venido a sustituir al que operaba antiguamente.

La terminal de Guadalajara es una de las más importantes en el sistema ferroviario y requiere, además de la rehabilitación general de las vías de los patios con los que cuenta, la modernización de las instalaciones actuales, ampliando las vías de los

patios a las capacidades necesarias por los trenes que se manejan y adecuando su diseño y distribución de tal forma que permitan obtener una eficiencia operativa superior a la existente.

### **3.5.3. Guadalajara-Irapuato.**

El número de trenes que opera en este tramo, entre pasajeros y de carga, es en promedio de 26 al día, presentandose picos hasta de 28 trenes. Debido a que la capacidad potencial del tramo está estimada en 42 trenes diarios, la utilización es del 67%.

Las particularidades de la operación indican que el tiempo de recorrido promedio en ambos sentidos es de 10.46 hrs. para los 260 Km. del tramo, lo que implica una velocidad comercial de 19.9 Km./hr.

La composición media de los trenes rumbo a Guadalajara es de 27 carros cargados y 30 vacíos con 1,342 ton. netas o 2,948 ton. brutas, mientras que en el sentido opuesto se tienen trenes con 39 carros cargados y 9 vacíos con 2,275 ton. netas o 3,535 ton. brutas. Aún así, es frecuente que rumbo a Irapuato se manejen trenes rápidos de entre 7 y 8 mil ton. brutas con 2 locomotoras de 3,000 H.P., los que requieren de 2 locomotoras adicionales de ayuda del mismo tipo en los tramos de Yurécuaro-Patti y Pénjamo-Oliva.

El despacho y control de trenes se realiza con el sistema de señales C.T.C., puesto en servicio en los primeros meses de 1989.

Respecto de los patios que se localizan en este tramo, el de mayor importancia es el de Irapuato, que ya presenta serios problemas de congestionamiento en sus instalaciones y en donde, dadas las limitaciones del derecho de vía que se tienen para llevar a cabo ampliaciones y adecuaciones, se ha pensado construir un patio auxiliar ubicado a lo largo de un libramiento ferroviario de la ciudad, como complemento al proyecto de la vía electrificada Querétaro-Irapuato, que se destinará exclusivamente al tráfico de paso que se maneja en los trenes directos México-Guadalajara.

### **3.5.4. Irapuato-Celaya.**

El número de trenes de carga y pasajeros movidos al día en este tramo es en promedio de 37, registrándose máximos hasta de 40 convoyes. La capacidad potencial

del tramo se ha calculado en 52 trenes diarios, ya que dispone actualmente de sistema de señales C.T.C. para el despacho y control del movimiento de trenes, por lo que la ocupación de la capacidad disponible se estima en 77%. Sin embargo, en este tramo se asienta un gran número de industrias a las cuales presta servicio el ferrocarril, haciéndose necesario que los trenes locales que efectúan las operaciones de entregar y recolectar los carros de y hacia dichas industrias, tengan que ocupar frecuentemente la vía principal para efectuar las maniobras. Como resultado de lo anterior, se generan constantes demoras a los trenes directos de carga que transitan por el tramo, lo que se refleja al final de cuentas en una reducción de la capacidad de la línea, que se estima en 40 trenes por día.

El tiempo de recorrido medio de los trenes en el tramo es de 2.70 hrs. con una velocidad media comercial de 19.3 Km./hr.

El número de carros promedio por tren rumbo a Celaya es de 39 cargados 6 vacíos que corresponden a toneladas netas y brutas de 2,139 y 3,327 respectivamente. En el sentido Celaya-Irapuato los trenes manejan en promedio 28 carros cargados y 31 vacíos con 1,203 ton. netas o 2,661 ton. brutas.

El patio de mayor importancia en el tramo es el de Celaya, cuyas instalaciones se ven a menudo saturadas por el tráfico que maneja y que contribuye a las demoras que sufren los trenes directos. La falta de capacidad en las instalaciones y el diseño inadecuado de las mismas propician que la operación del patio no sea lo suficientemente eficiente como fuese deseado. Se requiere realizar ampliaciones a las vías y modificar el esquema operativo, lo que representa dificultades, ya que no se dispone de terreno suficiente para hacer las modificaciones necesarias.

### **3.5.5. Celaya-San Luis Potosí.**

En este tramo pueden distinguirse dos secciones en razón del sistema de despacho y control de trenes que utilizan. La primera, Celaya-Ing. Buchanan se opera con ordenes de tren y tiene una capacidad potencial de 27 trenes por día, la cual se encuentra utilizada al 60%, ya que el número de trenes promedio que se manejan al día es de 14, con máximos de 16.

En esta sección, la composición promedio de los trenes en ambos sentidos es de 29 carros cargados y 20 carros vacíos con 1,500 ton. netas o 2,880 ton. brutas.

El tiempo de recorrido medio de los trenes es de 3.00 hrs. y la velocidad comercial promedio de 23.8 Km./hr.

La segunda sección, comprendida entre Ing. Buchanan y San Luis Potosí, cuenta con el sistema de señales C.T.C., lo que le proporciona una capacidad potencial de 34 trenes por día. Dado que el promedio de trenes que se mueven en el tramo es de 28, con máximos de 30 al día, el tramo se encuentra próximo a su saturación.

La formación media de los trenes que se mueven en el tramo es de 28 carros cargados y 18 carros vacíos con 1,410 ton. netas o 2,708 ton. brutas.

Se registran tiempos promedio de recorrido en ambos sentidos de 4.30 hrs. por tren, con velocidades comerciales medias de 27.8 Km./hr..

Se cuenta con dos patios ubicados en Escobedo y en Ing. Buchanan que se utilizan, especialmente en el primer caso, para hacer manibras de clasificación y formación de trenes. Dado el bajo volumen de movimientos de carros que se realizan en estas instalaciones, puede decirse en terminos generales que no presentan problemas importantes de operación.

### **3.5.6. San Luis Potosí-Saltillo.**

En este tramo se distinguen dos secciones. En primer lugar se tiene la sección San Luis Potosí-Vanegas-Benjamín Méndez, en la que la capacidad potencial disponible es de 42 trenes por día, gracias a la puesta en operación del sistema de señales C.T.C. Esto permite una operación holgada, ya que se manejan promedios de 25 trenes al día, con máximos de 27.

La segunda sección entre Benjamín Méndez y Saltillo, cuenta con el sistema de despacho C.T.C. lo que le dá una capacidad de 46 trenes por día, misma que se encuentra utilizada al 65%, dado que se mueven en promedio 28 trenes al día con máximos de 30. A principios de la década de los 70 se construyó una rectificación entre Benjamín Méndez y Saltillo, quedando la vía antigua entre Encantada y Saltillo, lo que permite en este tramo de hecho una operación con vía doble.

El tiempo de recorrido promedio de los trenes entre San Luis Potosí y Saltillo es de 13.70 hrs. Con una velocidad comercial de 28.5 Km./hr.

La composición media de los trenes es de 32 carros cargados y 19 vacíos con 1,635 ton. netas o 3,075 ton. brutas. Sin embargo, con frecuencia se manejan trenes rumbo a Saltillo con 90 o 100 carros principalmente vacíos, ya que el flujo dominante de la carga es hacia San Luis Potosí.

Por otra parte, conviene resaltar que en la operación de los trenes de Saltillo a Benjamín Méndez, dadas las características de pendiente que existen en este tramo, se utilizan locomotoras de ayuda intercaladas en los trenes, mismas que son cortadas al llegar a Benjamín Méndez y regresadas para ayudar a otros trenes.

Se dispone de un patio en Vanegas que se utiliza con frecuencia para realizar maniobras de clasificación de los carros, que por problemas de operación o de falta de capacidad de las instalaciones, no fueron apropiadamente conformados en los trenes en los patios de Saltillo o Monterrey. La longitud y capacidad de las vías que se tienen en el patio de Vanegas son apropiadas para los trabajos de clasificación.

Se cuenta también con un patio en Saltillo, que fué construido en la misma época en que se hizo la relocalización del tramo Benjamín Méndez-Saltillo, pero que dadas las limitaciones de terreno y las características topográficas del mismo, obligó a que las vías del patio fueran de poca capacidad y que no pudiera disponerse de vías apropiadas de operación para la clasificación de los carros. Ello se ha reflejado en los últimos años en serios problemas para el recibo y despacho de los trenes, teniéndose que utilizar como vía auxiliar la antigua troncal que existía antes de la construcción del patio, la que cruza actualmente por las principales avenidas de la ciudad, ocasionando serios trastornos a la circulación de vehículos automotores.

### **3.5.7 Saltillo-Monterrey.**

La capacidad potencial disponible en este tramo es de 40 trenes por día, ya que cuenta con el sistema de señales C.T.C. El promedio de trenes que se mueve diariamente es de 28 con máximos de 30, lo que da como resultado una ocupación de la capacidad actual del 75%.

Los tiempos de recorrido que se tienen en este tramo resultan en promedio de 5.40 hrs. Con velocidades comerciales medias de 20.5 Km./hr.

El número de carros manejados en promedio por los trenes es de 27 cargados y 13 vacíos, con 1,136 ton. netas o 2,162 ton. brutas. Sin embargo, es frecuente la operación de trenes rumbo a Saltillo con 60 o 70 carros utilizando 6 locomotoras con 5,600 o 6,000 ton. brutas y trenes con carros vacíos en sentido contrario de hasta 100 unidades.

A principios de 1989 entró en servicio parcialmente parte del nuevo libramiento ferroviario de Monterrey, operando una vía de las dos con que contará, y que evita el paso del flete que se mueve de y hacia Nuevo Laredo y Matamoros, por la Ciudad de Monterrey, disminuyendo la carga de trabajo de la terminal en este lugar y reduciendo los problemas que se ocasionan al tránsito urbano.

El patio de mayor importancia de este tramo es el de Monterrey, el cual, al igual que el de Guadalajara y el de la Ciudad de México, requiere de un proyecto de modernización integral de sus instalaciones para adecuarlas a las necesidades de la operación actual.

### **3.5.8. Monterrey-Nuevo Laredo.**

El número de trenes que se mueven en promedio diario es de 19 con máximos de 21, lo que comparado con la capacidad potencial existente de 29 trenes, representa una ocupación del 72% de la misma.

La formación media de los trenes que se manejan es de 25 carros cargados y 13 vacíos con 1,120 ton. netas o 2,320 ton. brutas, aún cuando es común el movimiento de trenes hacia Monterrey de 60 o 70 carros con 5,000 o 6,000 ton. brutas y trenes de carros vacíos hacia Nuevo Laredo de hasta 100 unidades.

El tiempo de recorrido medio en el tramo es de 8.60 hrs. con velocidades comerciales promedio de 30.5 Km./hr.

El patio más importante que se encuentra en este tramo es el de Nuevo Laredo, por el cual se realiza el movimiento de tráfico más importante con los ferrocarriles americanos. Este patio presenta a menudo problemas de saturación de sus instalaciones, no obstante que hace algunos años se construyeron vías adicionales a las existentes.

Es importante hacer notar que los problemas de congestión que con frecuencia presenta el patio, no obedecen exclusivamente a falta de capacidad de las instalaciones, sino que intervienen factores externos como los de trámites aduanales de los carros que se reciben y entregan, los que en ocasiones toman tiempos excesivos durante los cuales los carros deben permanecer prácticamente almacenados en las vías de los patios, reduciendo no solamente la capacidad física de los mismos, sino también su capacidad operativa.

### **3.5.9. Irapuato-Encarnación-Aguascalientes.**

Se corren actualmente un promedio de 15 trenes al día de carga y pasajeros con máximos de 17, lo que comparado con la capacidad potencial estimada para este tramo de 23 trenes diarios, da como resultado una ocupación del 74%.

Debe tenerse presente sin embargo, que al entrar en operación los tramos El Castillo-Encarnación y Salinas-Laguna Seca, el tráfico se incrementará y deberán tomarse las medidas necesarias para garantizar que la capacidad de la línea sea suficiente para satisfacerla.

Los trenes registran tiempos de recorrido promedio de 10.20 hrs. con velocidades medias comerciales de 23.3 Km./hr.

La composición de los trenes muestra que en promedio se manejan 33 carros cargados y 10 vacíos con 1,510 ton. netas o 2,605 ton. brutas.

El patio que presentará un fuerte impacto al entrar en operación los tramos en construcción es el de Aguascalientes. Es probable que además de los trabajos de mejoramiento de las vías e instalaciones con que cuenta, sea necesario ampliar el número y la capacidad de las vías dentro de las limitaciones del derecho de vía que se tienen, o bien pensar en la construcción de un libramiento de la ciudad, que evite el paso del tráfico directo que se moverá entre Guadalajara y Monterrey.

### **3.5.10. Aguascalientes-Salinas.**

La capacidad de que se dispone en este tramo de 22 trenes por día. Registra un grado de ocupación de apenas el 10%, dado que los únicos trenes que se manejan por esta línea son los mixtos entre Aguascalientes y San Luis Potosí.

Cabe aclarar que, si bien la capacidad con que se cuenta parece excesiva para el tráfico actual, dicha capacidad está calculada para trenes cortos, ya que los laderos con que se cuenta son de poca longitud, por lo que al ponerse en servicio los tramos de Salinas-Laguna Seca y El Castillo-Encarnación, deberán ampliarse aquellos que sean necesarios para asegurar que la capacidad existente pueda operar trenes de mayor longitud.

## ESTADISTICAS DE OPERACION

	CANTIDAD DE TRENES	TREN HORA	TONELADAS NETAS	KILOMETRO BRUTAS	PROM. CARROS/TREN-HOJ. CARGADOS	VACIOS	TONELADAS POR TREN-KM. NETAS	BRUTAS	PROM. VEL. KM3./HRA.
<b>TRAMO: MANZANILLO-COLIMA</b>									
Rumbo Norte:	1,055	5,647	271,610,426	404,505,483	-	-	33,872	48,947	-
Prom. mensual:	88	471	22,634,202	33,708,790	41	8	2,823	4,079	17.9
Rumbo Sur:	1,017	4,474	46,783,098	171,609,312	-	-	5,844	21,514	-
Prom. mensual:	85	373	3,898,592	14,300,776	9	38	487	1,793	21.8
Ambos Rumbos:	2,072	10,121	318,393,524	576,114,795	-	-	39,716	70,461	-
Prom. mensual:	173	843	26,532,794	48,009,566	-	-	3,310	5,872	-
<b>TRAMO: COLIMA-GUADALAJARA</b>									
Rumbo Norte:	2,295	25,904	1,179,142,894	1,709,387,257	-	-	29,584	42,878	-
Prom. mensual:	191	2,159	98,261,908	142,448,938	37	3	2,465	3,573	18.7
Rumbo Sur:	2,514	26,597	97,506,154	604,920,432	-	-	2,237	13,876	-
Prom. mensual:	210	2,216	8,125,513	50,410,036	4	32	186	1,156	20.2
Ambos Rumbos:	4,809	52,501	1,276,649,048	2,314,307,689	-	-	31,821	56,754	-
Prom. mensual:	401	4,375	106,387,421	192,858,974	-	-	2,652	4,730	-
<b>TRAMO: GUADALAJARA-PENJAMO</b>									
Rumbo Norte:	2,552	21,052	560,150,671	1,140,966,145	-	-	16,104	35,380	-
Prom. mensual:	213	1,754	46,679,223	95,080,512	27	30	1,342	2,948	20.2
Rumbo Sur:	3,019	23,445	1,042,383,520	1,619,383,520	-	-	27,295	42,422	-
Prom. mensual:	252	1,954	86,865,293	134,948,627	39	9	2,275	3,535	19.6
Ambos Rumbos:	5,571	44,497	1,602,534,191	2,760,349,665	-	-	43,399	77,802	-
Prom. mensual:	464	3,708	133,544,516	230,029,139	-	-	3,617	6,484	-

## ESTADISTICAS DE OPERACION

	CANTIDAD DE TRENES	TREN HORA	TONELADAS - KILOMETRO		PROM. CARROS/TREN-KM.		TONELADAS POR TREN-KM.		PROM. VEL. KMS./HRA.
			NETAS	BRUTAS	CARGADOS	VACIOS	NETAS	BRUTAS	

### TRAMO: PENJAMO-IRAPUATO

Rumbo Norte:	1,992	4,775	147,967,012	309,981,218	-	-	17,916	37,485	-
Prom. mensual:	166	398	12,330,584	25,831,768	30	28	1,493	3,124	20.8
Rumbo Sur:	2,172	5,501	251,358,802	392,424,263	-	-	27,817	40,360	-
Prom. mensual:	181	458	20,946,567	32,702,022	40	10	2,318	3,363	19.0
Ambos Rumbos:	4,164	10,276	399,325,814	702,405,481	-	-	45,733	77,845	-
Prom. mensual:	347	856	33,277,151	58,533,790	-	-	3,811	6,487	-

### TRAMO: IRAPUATO-CELAYA

Rumbo Norte:	2,354	6,168	143,108,361	315,599,726	-	-	14,440	31,926	-
Prom. mensual:	196	514	11,925,697	26,299,977	28	31	1,203	2,661	19.8
Rumbo Sur:	3,462	9,542	383,730,371	596,363,170	-	-	25,670	39,921	-
Prom. mensual:	289	795	31,977,531	49,696,931	39	6	2,139	3,327	19.0
Ambos Rumbos:	5,816	15,710	526,838,732	911,962,896	-	-	40,110	71,847	-
Prom. mensual:	485	1,309	43,903,228	75,996,908	-	-	3,343	5,987	-

### TRAMO: ACAMBARO-ESCOBEDO

Rumbo Norte:	960	3,931	33,167,497	70,854,174	-	-	5,219	11,014	-
Prom. mensual:	80	328	2,763,958	5,904,515	10	6	435	918	20.1
Rumbo Sur:	913	3,814	50,128,209	98,070,239	-	-	8,213	16,066	-
Prom. mensual:	76	318	4,177,351	8,172,520	15	6	684	1,339	19.3
Ambos Rumbos:	1,873	7,745	83,295,706	168,924,413	-	-	13,432	27,080	-
Prom. mensual:	156	645	6,941,309	14,077,034	-	-	1,119	2,257	-

## ESTADISTICAS DE OPERACION

	CANTIDAD DE TRENES	TREN HORA	TONELADAS - KILOMETRO		PROM. CARROS/TREN-KM.		TONELADAS POR TREN-KM.		PROM. VEL. KMS./HRA.
			NETAS	BRUTAS	CARGADOS	VACIOS	NETAS	BRUTAS	
<b>TRAMO: ESCOBEDO-ING. W.C. BUCHANAN</b>									
Rumbo Norte:	1,586	4,941	207,564,827	376,872,893	-	-	21,862	39,686	-
Prom. mensual:	132	412	17,297,069	31,406,074	36	17	1,822	3,307	23.2
Rumbo Sur:	1,573	4,648	132,317,730	276,423,125	-	-	14,170	29,414	-
Prom. mensual:	131	387	11,026,478	23,035,260	22	22	1,181	2,451	24.4
Ambo Rumbos:	3,159	9,589	339,882,557	653,296,018	-	-	36,032	69,100	-
Prom. mensual:	263	799	28,323,546	54,441,335	-	-	3,003	5,758	-
<b>TRAMO: ING. W.C. BUCHANAN-SAN LUIS POTOSI</b>									
Rumbo Norte:	3,093	12,914	417,127,609	910,896,439	-	-	13,737	30,021	-
Prom. mensual:	258	1,076	34,760,634	75,908,037	24	23	1,145	2,502	28.5
Rumbo Sur:	3,092	13,674	619,031,368	1,078,064,531	-	-	20,009	34,962	-
Prom. mensual:	258	1,140	51,585,947	89,838,711	31	12	1,667	2,914	27.2
Ambo Rumbos:	6,185	26,588	1,036,158,977	1,988,960,970	-	-	33,746	64,983	-
Prom. mensual:	515	2,216	86,346,581	165,746,748	-	-	2,812	5,415	-
<b>TRAMO: SAN LUIS POTOSI-VANEGAS</b>									
Rumbo Norte:	2,436	16,463	494,632,900	1,140,542,640	-	-	12,805	29,270	-
Prom. mensual:	203	1,372	41,219,408	95,045,220	23	26	1,067	2,439	29.3
Rumbo Sur:	2,147	17,286	916,974,469	1,545,808,190	-	-	26,448	44,525	-
Prom. mensual:	179	1,441	76,414,539	128,817,349	42	12	2,204	3,710	24.6
Ambo Rumbos:	4,583	33,749	1,411,607,369	2,686,350,830	-	-	39,253	73,795	-
Prom. mensual:	382	2,812	117,633,947	223,862,569	-	-	3,271	6,150	-

## ESTADISTICAS DE OPERACION

	CANTIDAD DE TRENES	TREN HORA	TONELADAS - KILOMETRO		PROM. CARROS/TREN-KM.		TONELADAS POR TREN-KM.		PROM. VEL. KMS./HRA.
			NETAS	BRUTAS	CARGADOS	VACIOS	NETAS	BRUTAS	
<b>TRAMO: VANEGAS-SALTILLO</b>									
Rumbo Norte:	2,350	16,531	446,226,686	1,044,710,213	-	-	11,979	27,942	-
Prom. mensual:	196	1,378	37,185,557	87,059,184	22	25	998	2,329	27.8
Rumbo Sur:	2,652	15,229	769,528,588	1,306,582,734	-	-	21,694	36,748	-
Prom. mensual:	221	1,269	64,127,382	108,881,895	40	10	1,808	3,062	28.4
Ambo Rumbos:	5,002	31,760	1,215,755,274	2,351,292,947	-	-	33,673	64,690	-
Prom. mensual:	417	2,647	101,312,940	195,941,079	-	-	2,806	5,391	-
<b>TRAMO: SALTILLO-MONTERREY</b>									
Rumbo Norte:	2,770	14,722	206,591,756	488,281,380	-	-	7,999	19,880	-
Prom. mensual:	231	1,227	17,215,980	40,690,115	16	17	667	1,657	21.4
Rumbo Sur:	2,188	12,037	353,674,008	606,661,390	-	-	19,268	32,012	-
Prom. mensual:	182	1,003	29,472,834	50,555,116	36	8	1,606	2,668	19.6
Ambo Rumbos:	4,958	26,759	560,265,764	1,094,942,770	-	-	27,267	51,892	-
Prom. mensual:	413	2,230	46,688,814	91,245,231	-	-	2,272	4,324	-
<b>TRAMO: MONTERREY-NUEVO LAREDO</b>									
Rumbo Norte:	1,980	16,602	272,352,308	825,990,822	-	-	6,427	19,630	-
Prom. mensual:	165	1,384	22,696,026	68,832,569	14	21	536	1,636	31.5
Rumbo Sur:	1,937	17,184	914,394,418	1,490,065,745	-	-	22,102	36,034	-
Prom. mensual:	161	1,432	76,199,535	124,172,145	36	7	1,842	3,003	29.5
Ambo Rumbos:	3,917	33,786	1,186,746,726	2,316,056,567	-	-	28,529	55,664	-
Prom. mensual:	326	2,816	98,895,561	193,004,714	-	-	2,377	4,639	-

## ESTADISTICAS DE OPERACION

	CANTIDAD DE TRENES	TREN HORA	TONELADAS NETAS	KILOMETRO BRUTAS	PROM. CARROS/TREN-KM. CARGADOS	VACIOS	TONELADAS NETAS	POR TREN-KM. BRUTAS	PROM. VEL. KMS./HRA.
<b>TRAMO: IRAPUATO-SILAO</b>									
Rumbo Norte:	1,141	1,462	57,924,744	95,567,908	-	-	20,409	33,388	-
Prom. mensual:	95	122	4,827,062	7,963,992	31	13	1,701	2,782	23.9
Rumbo Sur:	1,063	1,465	49,165,860	77,327,684	-	-	18,403	28,684	-
Prom. mensual:	89	122	4,097,155	6,443,974	37	4	1,534	2,390	22.8
Ambos Rumbos:	2,204	2,927	107,090,604	172,895,592	-	-	38,812	62,072	-
Prom. mensual:	184	244	8,924,217	14,407,966	-	-	3,234	5,173	-

<b>TRAMO: SILAO-AGUASCALIENTES</b>									
Rumbo Norte:	1,164	9,819	365,516,119	620,435,044	-	-	18,772	31,961	-
Prom. mensual:	97	818	30,459,677	5,170,292	28	15	1,564	2,663	24.3
Rumbo Sur:	1,073	9,997	313,810,111	496,727,745	-	-	17,469	30,559	-
Prom. mensual:	89	833	26,150,843	41,393,979	37	4	1,456	2,547	22.4
Ambos Rumbos:	2,237	19,816	679,326,230	1,117,162,789	-	-	36,241	62,520	-
Prom. mensual:	186	1,651	56,610,519	93,096,899	-	-	3,020	5,210	-

<b>TRAMO: AGUASCALIENTES-SAN LUIS POTOSI</b>									
Rumbo Norte:	397	2,223	11,156,579	29,303,143	-	-	1,719	4,729	-
Prom. mensual:	33	185	929,715	2,441,929	3	6	143	394	32.6
Rumbo Sur:	389	2,828	31,731,233	53,307,568	-	-	4,812	8,057	-
Prom. mensual:	32	236	2,644,269	4,442,297	7	3	401	671	28.1
Ambos Rumbos:	786	5,051	42,887,812	82,610,711	-	-	6,531	12,786	-
Prom. mensual:	66	421	3,573,984	6,884,226	-	-	544	1,066	-

## **3.6. PRONOSTICO DE TRAFICO**

### **3.6.1. Pronóstico de tráfico de carga.**

#### **3.6.1.1. Antecedentes.**

Por su aptitud para mover grandes volúmenes de carga a largas distancias utilizando energéticos en forma racional y con un reducido grado de contaminación, el ferrocarril es el modo más eficiente de transporte terrestre y es considerado como columna vertebral del sistema integral de transporte. En el presente, los Ferrocarriles mexicanos no han podido protagonizar ese papel en virtud de su baja capacidad de oferta. Esto es debido, entre otros factores, a las serias deficiencias del estado físico de la vía y en general por la limitada infraestructura moderna, como la exige hoy en día el desarrollo de la transportación de carga a nivel mundial.

Históricamente los Ferrocarriles mexicanos han venido condicionando su crecimiento a su propia capacidad de oferta, y esta, a sus posibilidades de crecimiento. De persistir este círculo vicioso, es de esperarse que los Ferrocarriles de aquí a finales del segundo milenio y en las primeras décadas del siguiente, tendrán cada vez menor participación en la carga transportada a nivel global.

En estas condiciones, su desarrollo se muestra por debajo de las tasas observadas por el autotransporte, cediendo a este una gran parte de la carga que en forma natural le pertenece.

De acuerdo con el tráfico movido durante 1987, de 58 millones de toneladas netas y 40,475 millones de ton-km, el programa de largo plazo de los Ferrocarriles Nacionales planteó un fuerte crecimiento entre 1988 y 1989 del 9.2% y para los siguientes 5 años un incremento promedio del 4.4%.

La baja respuesta de los Ferrocarriles permitió alcanzar las metas en un 93.0% durante 1988 y solo el 82% durante 1989. Adicionalmente, se ha detectado una solicitud de servicios por 7 millones de toneladas, esto es, aproximadamente 4,500 millones de ton-Km. que no ha sido posible atender, lo que significa que en realidad lo no atendido por los Ferronales, representa alrededor del 20.0% del tráfico que viene manejando.

Un cambio en la capacidad de respuesta tanto en recursos como en organización, podrían conducir a sostener, por lo menos, un crecimiento más moderado algo superior al 4.0% anual, conservando una estructura participativa en el mercado, muy similar a la actual.

Al disponer de mayores recursos y un mejor desempeño de su función, se podría incrementar la tendencia de su crecimiento hasta un 7.0% que implicaría atender todos los servicios que le son demandados, mejorando notablemente las perspectivas hacia finales del año 1994.

Frente a tales circunstancias, el desarrollo de nuevos proyectos de inversión y la propensión a concluir los ya iniciados, pueden coadyuvar al propósito antes señalado y adquieren actualmente gran relevancia, ante la perspectiva del desarrollo económico que se prevee para el país en los próximos años.

#### **3.6.1.2. Introducción.**

La demanda estimada de tráfico de carga por artículos, constituye una información fundamental para la planeación ferroviaria de mediano y largo plazo y es básica para determinar la cantidad de trenes que circularán por las principales líneas, rutas y corredores ferroviarios, así como los recursos humanos y materiales que se emplearán en la futura operación ferroviaria.

El pronóstico de movimiento de mercancías y los diagnósticos sobre las condiciones físicas de la infraestructura y de los activos fijos de los Nacionales de México, permiten cuantificar las inversiones necesarias e identificar y evaluar los diversos proyectos para garantizar la oferta futura del servicio.

La disponibilidad de materias primas, energéticos y mano de obra, junto con los nuevos procesos de producción que integran incesantemente modernas tecnologías, generarán cambios cualitativos y cuantitativos en la magnitud y características del transporte de mercancías. La estructura origen-destino del tráfico sufrirá, en consecuencia, serias e importantes transformaciones, de tal forma que las proyecciones del transporte no obedecen a una simple extrapolación de las tendencias del pasado.

### **3.6.1.3. Bases metodológicas de la proyección.**

Para la proyección del tráfico de carga del corredor ferroviario Manzanillo-Nuevo Laredo, se consideraron válidos algunos de los supuestos e hipótesis fundamentadas para la proyección de los pronósticos de carga formulados por los propios Ferrocarriles para la formulación del plan y de los programas del organismo, recalculando en algunos casos o adecuando, en otros, los resultados a partir de la nueva información sobre política económica general del gobierno y las metas y lineamientos establecidos para el desarrollo del sector ferroviario.

En la proyección del tráfico de carga del corredor Manzanillo-Nuevo Laredo por artículos, se consideraron en el análisis general 100 diferentes productos, incluidos los renglones correspondientes a "varios productos". Se partió de los resultados reales de 1988 como año base de la proyección y de la estructura observada de los orígenes-destinos, conforme a la mayor o menor incidencia de 49 tramos alimentadores de flete, 11 nodos remitentes y/o receptores de carga y de los dos puntos extremos terminales del corredor.

Para la mayor parte de los 100 artículos que históricamente ya se transportaban siguiendo la ruta tradicional entre los puntos finales del corredor o entre puntos intermedios de la ruta proyectada, se fijaron tasas de crecimiento a cada uno de acuerdo con un procedimiento logístico formal que considera, en primera instancia un crecimiento para todos los artículos igual al 3.2% entre 1988 y 2005, con base en el desarrollo previsto para los próximos años, que permitió establecer un punto de referencia dentro del análisis de las posibilidades del corredor.

Con base en los resultados obtenidos, se establecieron nuevas tasas de incremento para algunos de los más importantes productos de los que se dispuso de información confiable y directa y en otros con base a las realizadas por los Ferrocarriles, haciendo cambios en las diversas variables explicativas utilizadas, como son: el producto interno bruto, las hipótesis de crecimiento de la población y los supuestos sobre el comportamiento del ingreso por habitante, todo ello, a luz de las recientes medidas de política económica definidas por el Gobierno Federal, las cuales han producido modificaciones importantes en los conceptos cualitativos y cuantitativos que se manejaron cuando fueron realizados aquellos cálculos. En esta etapa se obtuvo una proyección más confiable y fundamentada.

De acuerdo con la investigación efectuada dentro de los sectores público y privado, se recabó información sobre las perspectivas de inversión en nuevos proyectos de desarrollo y de expansión, en su caso, de los ya existentes dentro de la zona de influencia del corredor, de lo cual se derivó la carga probable que podría captar el Ferrocarril con una estructura similar a la actual por artículo, como consecuencia de las producciones de cada uno de ellos, para ser incorporados a la proyección última.

Para tal efecto, se encontró que del tráfico probable de productos generados por los nuevos proyectos de inversión, ninguno se encuentra fuera de la clasificación propuesta, por lo que, en los casos identificados, se procedió a incrementar la tasa de proyección de estos, conforme a la estructura y magnitud del flete que podría ser captado por los Ferrocarriles.

Otro de los aspectos integrado a la metodología, aún cuando de carácter exclusivamente cualitativo, es el que se refiere a la probable mayor penetración en ciertos segmentos del mercado de la transportación, que tendría el Ferrocarril en los que hoy en día no se participa, apoyada en una mejor calidad, rapidez y seguridad que ofrecería el corredor Manzanillo-Nuevo Laredo absorbiendo volúmenes adicionales de carga, en coordinación y complementariamente con el autotransporte y el transporte marítimo.

En la información sobre los proyectos de inversión, se han incluido los que se refieren a las diversas obras de infraestructura que el sector público Federal está realizando en el puerto de Manzanillo, Col. y que constituye otro importante elemento de apoyo para la proyección del tráfico del corredor, considerando que dichas obras de modernización contemplan, entre otras, la rehabilitación y modernización del puerto interior, la conclusión de la terminal de carga general, la construcción de 200,000 m<sup>2</sup> de patios para carga general y de 40,000 m<sup>2</sup> para contenedores. De lo anterior se puede asumir que existe gran seguridad de que el Ferrocarril se integre en forma más directa a la modernidad que presume el transporte multimodal para el movimiento combinado de contenedores y remolques, que influirán decisivamente en una mayor proporción de tráfico ferroviario.

#### **3.6.1.4. Tráfico ferroviario por productos.**

La clasificación por productos ideada para este estudio se basa en una selección previa, apoyada en la importancia que cada producto tiene dentro del gran total manejado por Ferrocarriles, jerarquizando sus respectivos volúmenes conforme a un

parámetro que permite analizar solo aquellos artículos de mayor importancia, discriminando, por otro lado, a otros cuya incidencia es esporádica o única, o bien, se trata de movimientos muy pequeños e individuales. Sin embargo, no se excluyen del análisis, sino que se han conjuntado en un rubro denominado "otros productos".

La clasificación por artículos adoptada para este estudio para el manejo de los 100 productos, observa el mismo orden que la clasificación tradicional manejada por Ferrocarriles respecto a la agrupación por productos, con la salvedad de que la propuesta para este documento, hace una mayor desagregación que la original. En consecuencia, se obtiene un mayor número de artículos.

La clasificación por grupo de artículos es la siguiente:

PRODUCTOS	CANTIDAD DE ARTICULOS
FORESTALES	3
AGRÍCOLAS	17
ANIMALES	2
MINERALES	11
PETROLEROS	7
INORGÁNICOS	16
INDUSTRIALES	44
	---
TOTAL	100

Durante 1988 el total de movimientos registrados que incidirá sobre el corredor Manzanillo-Nuevo Laredo sumaron un total de 25,097,905 toneladas. Se ha estimado que los volúmenes de tráfico futuro que se moverían por esa ruta, de acuerdo con la proyección final, serán de 31,668,376 para el año 1994; de 39,697,184 para el 2000 y de

48,550,523 toneladas para el 2005. En el periodo 1988-2005 el tráfico se habra incrementado a razón del 4% en promedio por año, de cumplirse las hipótesis.

Los artículos más favorecidos en el cálculo, por orden de importancia descendiente, son los que a continuación se enlistan y de los cuales se hace un comentario más adelante sobre las principales consideraciones tomadas para fundamentar su proyección:

PRODUCTO	TONELADAS NETAS		
	1988	2005	TASA MEDIA CRECIMIENTO
MINERAL DE HIERRO	4,084,548	5,740,304	1.4054
CEMENTO	2,523,822	6,710,488	2.6589
PETRÓLEO CRUDO	2,416,618	3,955,557	1.6368
MAÍZ	1,409,256	3,119,662	2.2137
SEMILLA DE SORGO	1,360,598	2,297,448	1.6886
TRIGO	1,074,991	1,909,362	1.7762
PROD.QUÍM.INDUSTR.	535,444	1,548,581	2.8921
DESP.PAPEL Y CARTÓN	617,454	1,547,358	2.5060
FRIJOL SOYA	667,597	1,327,577	1.9886
FERTILIZANTES N.E.	742,466	1,188,789	1.6011
	-----	-----	-----
SUMAS	15,432,794	29,345,126	1.9015
TOT. SUM. DE 100 ART.	25,097,905	48,550,523	1.9344
% SUMA/TOTAL	61.49%	60.44%	

Hacia el año 2005, algunos productos sufrirán ligeras frustraciones en sus tasas de crecimiento medias anuales, que acumuladas significaran el 1.1%. De entre ellos los más importantes son el mineral de hierro, el trigo, la semilla de sorgo, el petróleo crudo y los fertilizantes no especificados, cuyas tasas de crecimiento se encuentran por debajo de la media total. El resto de los productos, en contrapartida, prácticamente duplican sus tonelajes en el mismo periodo, y excepcionalmente, los productos químicos industriales casi triplicarán su volumen original.

A continuación se hace una breve reseña de las consideraciones, hipótesis y argumentos más importantes al efectuar el cálculo de los tráficos futuros de los 10 principales productos, que como se señaló antes, conforme al resultado de la proyección muestran las tasas de crecimiento más altas. Adicionalmente, se seleccionaron otros 13 artículos que aún cuando sus incrementos medios son más bien moderados, en términos de volumen revisten una gran importancia. Estos son:

PRODUCTO	TONELADAS NETAS		
	1988	2005	TASA MEDIA CRECIMIENTO
OTROS PROD. MINERALES	442,583	963,180	2.1763
RSP Y CONTENEDORES	67,567	870,774	12.8876
LÁMINAS DE FIERRO	307,228	785,207	2.5558
PIEDRA CALIZA	527,214	780,349	1.4801
ESP. FLÚOR FLUORITA	515,662	741,127	1.4372
DESP. DE FIERRO	493,239	674,146	1.3668
AZÚCAR	415,083	673,757	1.6233
CELULOSA 284,240	587,243	2.0660	
MAT. ENS. P/VEHICULOS	297,908	567,415	1.9047
VARIOS PROD. INDUSTR.	186,755	551,534	2.9532
FORRAJES, PASTAS SEM.	354,141	538,107	1.5195

CERVEZA	261,129	535,610	2.0511
FIERRO P/CONSTRUCCIÓN	203,693	534,205	2.6226
	-----	-----	-----
SUMAS	4,356,422	8,802,654	2.0206
SUMAS PRIMER GRUPO	15,432,794	29,345,126	1.9015
SUMA 23 ARTÍCULOS	19,789,216	38,147,780	
TOTAL SUMA 100 ARTS.	25,097,905	48,550,523	1.9344
PORCIENTO SUMAS/TOTAL	78.85%	78.57%	

Se observa que este segundo grupo considerado reviste en conjunto gran importancia y que sumado al primero, elevan la proporción de participación de los principales artículos a 78.85% y 78.57% en los años extremos de la serie respectivamente.

Cabe destacar que en solo 25 de los 100 productos analizados se concentra casi el 80% del movimiento esperado en el corredor ferroviario de Manzanillo a Nuevo Laredo.

Los artículos más relevantes fueron:

#### **3.6.1.4.1. Mineral de hierro.**

La proximidad de los yacimientos y las reservas existentes en cada uno de ellos, son la base de apoyo para el cálculo del transporte de este mineral. Se consideró que el cerro del Mercado en Durango está agotado, a pesar de que todavía se continúan realizando algunos envíos esporádicos de los llamados "jales", que no es otra cosa que el mineral primario muy contaminado que se obtiene al explotar una nueva veta y que su contenido de mineral es muy bajo. También se tomó en cuenta que el ferroaducto Hercules-La Perla-Monclova alcanzará su capacidad de operación hasta en un 80.0% a finales de 1990, por lo que el tráfico ferroviario de este producto para el abastecimiento de la zona norte, prácticamente se soportará por los movimientos originados en los

estados de Colima y Michoacan; se consideró también que la empresa "Peña Colorada" tendrá un aprovechamiento total de su capacidad instalada de hasta 3 millones de toneladas anuales; que SICARTSA se abastecerá en el largo plazo de los yacimientos de Las Truchas y que al agotarse El Encino, Col. se recurrirá a Aguila u otros cercanos en el estado de Michoacan e incluso a las importaciones del mineral.

#### **3.6.1.4.2. Cemento.**

A pesar de que la industria cementera se encuentra estratégicamente distribuida por todo el territorio nacional, se observa una enorme concentración de la capacidad instalada en el centro del país, especialmente en los estados de Hidalgo y México, siguiéndoles San Luis Potosí, Jalisco y Nuevo Leon. Estas 5 entidades federativas representan en conjunto más del 60% de la capacidad total instalada y cerca del 65% de la producción nacional.

La producción de cemento muestra crecimientos cercanos al 5% en promedio de 1975 a la fecha, en gran parte por efectos de las exportaciones de que ha sido objeto, sobre todo en los últimos 8 años, ya que el consumo nacional interno del producto creció a un ritmo del 3.5% anual en igual periodo. Actualmente las ventas al exterior de cemento representan poco más del 15% de la producción.

Para la estimación del tráfico ferroviario de cemento, se señaló como meta llegar a transportar el 50% para abasto interno y el 90% de las exportaciones.

#### **3.6.1.4.3. Petróleo crudo.**

Para calcular el tráfico por Ferrocarril de combustóleo se consideraron las principales industrias que utilizan este energético, esto es, aquellas avocadas a la generación de energía eléctrica, la fabricación de cemento, de azúcar y otras.

En el primer caso se estimaron los consumos esperados por las centrales termoeléctricas existentes, las que se encuentran en construcción y las proyectadas hasta 1995. Se tomaron en cuenta las principales ampliaciones de capacidad contempladas por C.F.E. y cuya operación provocará un incremento en la demanda de transporte de este producto. A partir de ello se consideró que Ferrocarriles podría continuar transportando alrededor del 18% de las necesidades de C.F.E. De igual manera, el tráfico del energético

hacia la industria del cemento y azucarera se calculó en función a la producción esperada de esas industrias.

#### **3.6.1.4.4. Maíz.**

La participación de los Ferrocarriles en la distribución de este importante grano ha sido relativamente reducida, fundamentalmente por el fenómeno del autoconsumo y la cercanía de las zonas de producción y las de consumo, en donde el transporte por carretera resulta más eficiente y económico. En contrapartida, en las importaciones siempre se ha tenido una participación significativa que alcanza alrededor de la tercera parte de las mismas. Prácticamente la totalidad del maíz que ingresa al país por la frontera Norte se mueve por vía férrea y el que llega a los puertos del Golfo y del Pacífico, se comparte con el autotransporte.

#### **3.6.1.4.5. Semilla de sorgo.**

En el cálculo de la demanda de transporte para el movimiento de sorgo se consideraron dos variables explicativas: el rendimiento por hectarea y el consumo nacional. El primero, se supuso, puede manejar en 15%, adicionando del orden de 50,000 hectareas a las ya existentes cosechadas, y el segundo, que contempla un aumento de la población hasta 1995 y que posteriormente se modifica como consecuencia de un mejoramiento del ingreso por habitante en terminos reales.

#### **3.6.1.4.6. Trigo.**

La estimación del tráfico por Ferrocarril de trigo se basa en la meta básica del incremento de la participación de este en la producción nacional de alrededor del 77% y de solo 3% en las exportaciones.

#### **3.4.7. Productos químicos industriales.**

En los últimos 15 años el sector productor químico creció casi al doble de la actividad económica nacional. Para efectos del pronóstico de estos productos, dadas las actuales condiciones prevalecientes en la economía general, se supuso una reducción en este crecimiento, el cual se considera puede ser de hasta 1.5 veces el incremento del producto interno bruto.

#### **3.6.1.4.8. Desperdicio de papel y cartón.**

Se consideró que cerca del 20% de la demanda de materias primas es cubierto con bagazo de caña o desperdicio de papel nacional y la diferencia estará constituida por desperdicio de papel importado.

Para calcular las necesidades de transporte por Ferrocarril de este producto, se consideró que se seguirá moviendo un alto porcentaje de papel por este modo, intentando elevar la participación por vía férrea hasta el 10% del consumo nacional al arribar al año 2000.

#### **3.6.1.4.9. Frijol soya.**

En el cálculo del transporte por Ferrocarril de frijol de soya se consideró que la participación de este modo puede elevarse hasta llegar al 65% de la producción, con base en el manejo de dos variables explicativas: el rendimiento por hectarea, que puede elevarse considerablemente por tratarse de un cultivo de relativa incorporación intensiva de su siembra en México, y por el consumo, que se consideró creciendo en función del ingreso por habitante.

#### **3.6.1.4.10. Fertilizantes.**

Para efectos de la proyección del tráfico de fertilizantes, se realizó una regresión de la demanda de este con la producción de los 10 principales productos agrícolas, habiéndose encontrado un buen ajuste. Por otro lado, la demanda se hizo crecer proporcionalmente a las necesidades de consumo, considerandose que complementariamente se deberán de importar del orden del 10% de los requerimientos, especialmente fertilizantes potásicos. Así mismo, se tomaron en cuenta las necesidades de transporte de insumos a las plantas que ya son servidas por el Ferrocarril y los aumentos de capacidad previstos para estas.

#### **3.6.1.5. Modelo para la asignación del tráfico de carga.**

Una vez establecidos los parametros generales del crecimiento de tráfico en el corredor ferroviario en estudio, se procedió a desarrollar un modelo que permitiera establecer los volúmenes de tráfico a mover entre los puntos del corredor, formulándose matrices origen-destino de la carga a transportar para cada uno de los años del periodo

considerado y establecer los flujos de tráfico para cada uno de los tramos y nodos del corredor para el mismo periodo. El resultado de dicho pronóstico se muestra en la matriz de pronóstico de tráfico de carga por tramos que se muestra en la siguiente página, incluyéndose el pronóstico de toneladas netas, que se calculan, a groso modo, de la manera siguiente:

a) Para el sentido dominante:

$$\text{Tonelaje Bruto} = 1.7 * \text{Tonelaje Neto}$$

Esto se debe a lo siguiente: En promedio, un carro de ferrocarril transporta 50 Toneladas de carga, y tiene una tara de 25 Toneladas. De esta manera, el peso total de un carro cargado es de 75 Toneladas. Esta es la carga Bruta, por lo que para obtener esta a partir de la carga Neta, deberá multiplicarse por el factor 1.5, resultado de dividir 75/50. El restante 20% adicional, considera el tráfico de carros vacíos.

b) Para sentido contrario al dominante:

$$\text{Tonelaje Bruto} = (\text{Tonelaje neto en sentido dominante} / 75) * 25 + \\ + \text{Tonelaje Neto en Sentido Contrario al Dominante}$$

El primer factor se deduce de considerar que los carros cargados en sentido dominante regresarán vacíos en sentido inverso. El segundo factor considera las toneladas brutas que serán transportadas en los carros vacíos anteriormente calculados.

### PRONOSTICO DE TRAFICO POR TRAMOS

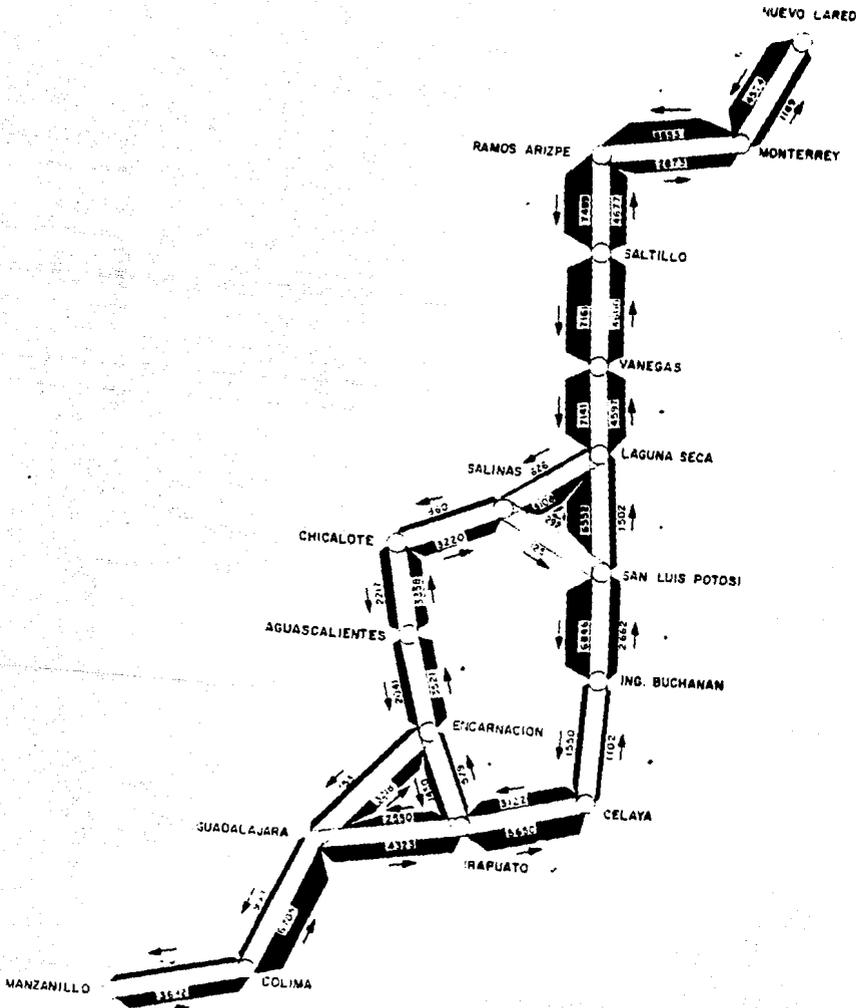
TRAMO		TONELAJE NETO		TONELAJE BRUTO	
		1995	2005	1995	2000
MANZANILLO	COLIMA	3,692.0	4,418.0	6,276.4	7,510.6
COLIMA	MANZANILLO	810.0	1,631.0	2,902.1	4,134.5
COLIMA	GUADALAJARA	6,705.0	8,322.0	11,398.5	14,147.4
GUADALAJARA	COLIMA	990.0	1,857.0	4,789.5	6,572.8
GUADALAJARA	IRAPUATO	4,323.0	5,603.0	7,349.1	9,525.1
IRAPUATO	GUADALAJARA	2,550.0	3,978.0	4,999.7	7,153.0
ENCARNACION	IRAPUATO	1,450.0	2,380.0	2,465.0	4,046.0
IRAPUATO	ENCARNACION	579.0	912.0	1,400.7	2,260.7
GUADALAJARA	ENCARNACION	3,218.0	3,733.0	5,470.6	6,346.1
ENCARNACION	GUADALAJARA	753.0	1,322.0	2,576.5	3,437.4
ENCARNACION	AGUASCALIENTES	3,521.0	4,237.0	5,985.7	7,202.9
AGUASCALIENTES	ENCARNACION	2,041.0	3,429.0	4,036.2	5,830.0
AGUASCALIENTES	CHICALOTE	3,358.0	4,011.0	5,708.6	6,818.7
CHICALOTE	AGUASCALIENTES	2,217.0	3,704.0	4,119.9	5,976.9
CHICALOTE	SALINAS	3,220.0	3,770.0	5,474.0	6,409.0
SALINAS	CHICALOTE	860.0	1,495.0	2,684.7	3,631.3
SALINAS	LAGUNA SECA	3,108.0	3,593.0	5,283.6	6,108.1
LAGUNA SECA	SALINAS	626.0	918.0	2,387.2	2,954.0
IRAPUATO	CELAYA	5,650.0	7,778.0	9,605.0	13,222.6
CELAYA	IRAPUATO	3,122.0	4,588.0	6,323.7	8,995.5

### PRONOSTICO DE TRAFICO POR TRAMOS

TRAMO		TONELAJE NETO		TONELAJE BRUTO	
		1995	2005	1995	2000
ING. BUCHANAN	CELAYA	1,550.0	2,138.0	2,635.0	3,634.6
CELAYA	ING. BUCHANAN	1,102.0	1,571.0	1,980.3	2,782.5
SAN LUIS POTOSI	ING. BUCHANAN	6,846.0	10,381.0	11,638.2	17,647.7
ING. BUCHANAN	SAN LUIS POTOSI	2,662.0	4,320.0	6,541.4	10,202.6
SAN LUIS POTOSI	SALINAS	292.0	635.0	496.4	1,079.5
SALINAS	SAN LUIS POTOSI	125.0	200.0	290.5	559.8
SAN LUIS POTOSI	LAGUNA SECA	6,552.0	9,925.0	11,138.4	16,872.5
LAGUNA SECA	SAN LUIS POTOSI	1,502.0	2,591.0	5,214.8	8,215.2
VANEGAS	LAGUNA SECA	7,141.0	10,810.0	12,139.7	18,377.0
LAGUNA SECA	VANEGAS	4,597.0	6,160.0	8,643.6	12,285.7
SALTILLO	VANEGAS	7,161.0	10,845.0	12,173.7	18,436.5
VANEGAS	SALTILLO	4,600.0	6,164.0	8,657.9	12,309.5
RAMOS ARIZPE	SALTILLO	7,488.0	11,316.0	12,729.6	19,237.2
SALTILLO	RAMOS ARIZPE	4,677.0	6,315.0	8,920.2	12,727.4
MONTERREY	RAMOS ARIZPE	5,653.0	8,925.0	9,610.1	15,172.5
RAMOS ARIZPE	MONTERREY	2,873.0	4,081.0	6,076.4	9,138.5
NUEVO LAREDO	MONTERREY	4,574.0	7,317.0	7,775.8	12,438.9
MONTERREY	NUEVO LAREDO	1,189.0	2,102.0	3,780.9	6,248.3

1995

(MILES DE TONELADAS NETAS ANUALES)





### **3.6.2. Pronóstico de tráfico de pasajeros.**

#### **3.6.2.1 Restricciones.**

Como ya se citó anteriormente, la antigüedad y obsolescencia de gran parte de la flota actual de equipo de pasajeros constituye uno de los mayores impedimentos para pensar en una recuperación del transporte de pasajeros por Ferrocarril, de tal manera que si no se amplía y mejora la flota de coches que se tiene en disponibilidad, simplemente no habrá posibilidad de crecimiento del tráfico y se continuará con la tendencia decreciente que se ha acentuado en los últimos años.

Por otra parte, las inversiones necesarias para reposición y ampliación del equipo de pasajeros, dado el alto costo de las unidades, es de gran magnitud y tendrán que apoyarse en una revisión de la política tarifaria vigente, acorde con el mejoramiento del servicio, que traería aparejado el nuevo equipo. Sin embargo, dado que alrededor del 80% del pasaje transportado por el Ferrocarril utiliza el servicio de segunda clase y corresponde a los estratos sociales de clase media baja y baja, tampoco es posible esperar incrementos sustanciales de las tarifas que permitieran compensar el costo de los servicios y que posibilitaran el excedente de recursos para en el futuro solventar la reposición de coches que se fueran dando de baja.

#### **3.6.2.2 Crecimiento de la Población.**

De acuerdo con estimaciones del Consejo Nacional de Población, el número de habitantes del país para el año 2005 será de 107 a 113.5 millones, considerando para el último decenio de este siglo tasas de crecimiento del 1.6% al 1.4% para el primer caso y del 2.1% al 2.0% en el segundo.

Con base en las proyecciones formuladas por la dependencia citada, la población de las principales ciudades del país, México, D.F., Monterrey y Guadalajara, incluyendo sus áreas metropolitanas, será para el fin del siglo de 23.4, 3.7 y 5.2 millones de personas respectivamente y generará seguramente un aumento importante en el número de viajes entre dichas metrópolis, lo que impactará al corredor en estudio.

El corredor ferroviario Manzanillo-Nuevo Laredo, cruza varios estados de la República y toca ciudades importantes, por lo que el crecimiento de población que se registre en ellos, repercutirá en el aumento del tráfico de pasajeros por vía férrea.

Según las proyecciones del Consejo Nacional de Población, con su hipótesis baja para el periodo 1980-2005, el estado de Colima registrará una tasa media anual de crecimiento de su población del 1.5%, pasando de 360,892 a 523,875 habitantes; el estado de Jalisco aumentará el número de habitantes de 4,554,561 a 6,228,858 a una tasa del 1.3%; el estado de Aguascalientes tendrá un aumento de 541,186 a 1,017,873 habitantes a razón del 2.56% anual; el estado de San Luis Potosí incrementará su población de 1,744,498 a 2,554,869 habitantes con una tasa media anual de 1.5%; el estado de Coahuila, con tasas de crecimiento del 1.5%, pasará de 1,622,865 a 2,361,613 habitantes; el estado de Nuevo León incrementará su número de habitantes de 2,618,986 a 3,989,370, lo que representa una tasa media anual de crecimiento del 1.54% y finalmente, el estado de Tamaulipas tendrá un aumento de 2,005,285 a 2,659,514 a tasa del 1.1%; así mismo para Zacatecas se espera un crecimiento medio anual del 0.5% aumentando la población de 1,184,557 a 1,332,904 habitantes.

### **6.2.3 Distribución del tráfico de pasajeros en autobús y Ferrocarril en el corredor**

Durante el año de 1987, los pasajeros transportados por autobús ascendieron a 1,580.5 millones, de los cuales 258.1 millones, esto es el 16.33%, correspondieron a las rutas fijas centro norte, transversal norte 2 y transversal norte 3, del autotransporte y cuyo trazo coincide con el del corredor ferroviario analizado, Manzanillo - Nuevo Laredo.

Se ha estimado que del total de pasajeros que se mueven por autobús, entre el 25% y 30% corresponden al servicio interurbano, y el resto al servicio suburbano, en el cual, como ya se cito, el Ferrocarril no participa.

De acuerdo con lo anterior y suponiendo que el 27.5% de los pasajeros transportados por autobús pertenece al servicio interurbano, el total de personas movidas por autobús en esta clase de servicio durante 1987, en las rutas arriba citadas, sería de 71.0 millones.

Así mismo, en el año mencionado el Ferrocarril transportó 3.04 millones de pasajeros en las rutas equivalentes a las mencionadas para el autobús, lo que representa el 4.2% de dicho modo.

### **3.6.2.4 Proyección del tráfico de pasajeros en autobús.**

Las estadísticas del autotransporte federal, indican que el movimiento de pasajeros por autobús creció de 1977 a 1987 a una tasa media anual del 7.6%, pasando de 756.3 a 1,580.5 millones de pasajeros transportados, de los cuales el 27.5% en promedio ha correspondido a viajes interurbanos, de tal manera que estos últimos han pasado de 208.0 millones en 1977 a 434.6 millones en 1987. El crecimiento de viajes en el corredor fué de 7.7% en promedio anual pasando de 123.3 millones de pasajeros en 1977 a 258.2 millones en 1987 y suponiendo la misma proporción de viajes interurbanos que se dá en el total, tenemos que en 1977 se transportaron en el corredor en análisis 33.9 millones de pasajeros y en 1987 71.0 millones.

Como ya se ha mencionado, el número de habitantes para el año 2005 será de 107 millones, considerando una tasa de crecimiento para el último decenio del orden del 1.6% de acuerdo a las hipótesis del Consejo Nacional de Población. Si relacionamos el número de habitantes con el número de personas transportadas en viajes interurbanos, obtenemos un número de viajes promedio por persona (vpp) el cual resulta ser de 3.33 en 1977 pasando a 5.39 en 1987, es decir un incremento medio anual del 4.9%. Por otro lado, el ingreso por habitante ha pasado, en miles de pesos de 1970, de 9.10 en 1977 a 11.08 en 1987 es decir a una tasa promedio de crecimiento anual de 1.99%. Sin embargo, las condiciones que se prevén para los próximos 15 años hacen suponer que el crecimiento del ingreso por habitante será del orden del 1.0% anual.

De acuerdo con lo anterior y sabiendo que el vpp está en relación directa con el incremento del ingreso per capita, podemos proyectar dicho vpp a la misma tasa de crecimiento estimada del 1.0% .

En 1987 se realizaron 5.39 vpp. Proyectando este valor al 1.0% anual se tiene que en el año 2005 se tendrán 6.45 vpp. Por otro lado, conociendo el incremento de la población, obtenemos el número de personas transportadas en viajes interurbanos por el autotransporte pasando este de 434.6 millones de personas en 1987 a 690.5 millones en el año 2005, es decir, tendría un incremento del 2.6% en el periodo 1987-2005, y suponiendo que la participación de los viajes interurbanos con respecto del total bajará de 27.5% al 25% al final del periodo considerado, se tiene que de 1,580.5 millones de pasajeros en 1987 se pasaría a 2,762 millones de pasajeros en el año 2005 lo que representa una tasa media de crecimiento anual del 3.1% en el periodo de análisis.

La participación de las zonas consideradas equivalentes al corredor en análisis en el periodo de 1980 a 1987, experimentaron una tasa de crecimiento de alrededor del 10% mayor que la registrada en el total, por lo que de seguir esta tendencia y tomando en cuenta la tasa proyectada para el total de pasajeros transportados por autobús en el corredor, se pasaría de 258.2 millones a 471.3 millones, resultando una tasa media de crecimiento anual de 3.4%. Así mismo, tomando en cuenta que la relación entre los pasajeros totales transportados en el corredor y los de viajes interurbanos exclusivamente es del 25% al final del periodo, se tiene que el número de personas transportadas en viajes interurbanos en el corredor por autobús se incrementa de 71.0 millones en 1987 a 117.9 millones en el año 2005, resultando una tasa de crecimiento anual de 2.9%.

### **3.6.2.5 Proyección del tráfico de pasajeros en Ferrocarril**

Durante el año de 1980, los Ferrocarriles transportaron en sus rutas comprendidas dentro del corredor Manzanillo - Nuevo Laredo un total de 2.46 millones de pasajeros, lo que representó en terminos reales el 5.2% de lo transportado en el mismo año por el autobús en sus rutas equivalentes. Para el año de 1987 dicho porcentaje disminuyó al 4.20%, es decir, se transportaron 3.0 millones de personas por Ferrocarril.

De acuerdo con lo anterior, se estima factible ir recuperando paulatinamente el volumen de pasajeros movilizados por el Ferrocarril mediante el mejoramiento en la calidad de los servicios actuales y la creación de nuevos servicios, como los llamados trenes estrella que entraron en funcionamiento en 1988. Así mismo, la terminación de la línea nueva entre Guadalajara y Aguascalientes y entre este lugar y Saltillo llegando hasta Monterrey y Nuevo Laredo hace suponer una captación importante de pasajeros que no utilizaban el Ferrocarril, considerandose posible incrementar la participación de este modo del 4.2% al 8.5% de lo transportado por el autobús en el año 2005. Esto daría como resultado una tasa de crecimiento media anual de 4.0% en el periodo de 1987 a 2005. Es decir que se pasaría de 3.0 millones de pasajeros a 10.0 millones, lo que supone un crecimiento del 6.9% anual.

### 3.7. OPERACION FUTURA PROPUESTA

Los trenes deben diseñarse para la mayor longitud y tonelaje que admitan las condiciones de ruta, tomándose en cuenta para el objeto los siguientes puntos:

a). La utilización de locomotoras en múltiple de la mayor potencia posible, siempre y cuando no se rebase la longitud conveniente del tren. Las locomotoras en múltiple deben tener un radio de curvatura de operación menor que el radio de las curvas de mayor grado del tramo y deben operar sobre el riel de calibre adecuado a su propio peso y al del tren.

b). La longitud del tren debe estar de acuerdo al tipo de topografía de la ruta y basarse en las longitudes que se corren y se han corrido en la ruta.

c). Los escapes deben aceptar a los trenes proyectados o modificarse para su aceptación. La separación entre los escapes que deben aceptar al tren directo, debe ser calculada en relación al máximo tráfico en trenes que genere la vida económica considerada.

d). Las velocidades de operación deben asegurar buena operación del tren dentro de adecuados márgenes de seguridad, no rebasando los límites mínimos aconsejables para la buena conservación de la fuerza motriz, en relación a los tiempos de tránsito a las velocidades mínimas.

En relación con lo anterior y utilizando las tabulaciones correspondientes a diseño de trenes basada en las ecuaciones de fuerza tractiva útil y resistencia a la tracción para carros de ferrocarril, se determinará lo siguiente:

1o. La longitud y el peso máximo conveniente del tren tomando en cuenta el número máximo recomendado de locomotoras en múltiple, la potencia del conjunto y la velocidad mínima conveniente a la sección gobernadora del tramo.

2o. La velocidad media del tramo tomando en cuenta la pendiente media de ascenso. La pendiente media de ascenso en cada sentido, se determinará dividiendo la suma de desniveles que tienen que ser ascendidos entre la longitud total del tramo considerado.

3o. Con base en la velocidad media, el tiempo de tránsito del tren considerando éste operando a plena carga si la velocidad media es inferior a la velocidad resultante a tiempos mínimos, o a la proporción de carga resultante si la velocidad media es superior a la de los tiempos mínimos asignados al tramo.

El tráfico generado en la línea se determina de la siguiente manera:

a). Tráfico de trenes: a partir de los datos históricos registrados se determina la tasa de crecimiento probable y se aplica por cada año al tonelaje neto mayor que se mueva en uno de los dos sentidos. A tal tráfico se le resta el máximo tonelaje anual a mover por el diseño del tren local correspondiente al sentido de mayor tonelaje, y el resultado se divide por el tonelaje neto anual de diseño del tren directo correspondiente a la optimización de la transportación en la línea. El resultado, multiplicado por dos, será el número de trenes directos generados por las necesidades de transportación.

Cuando el tráfico esté dividido en varios tipos de servicios que obliguen a la utilización de equipos especiales para cada tipo, se determinará el número de trenes en forma individual para cada tipo de tráfico y se sumarán los resultados correspondientes para obtener el número total de trenes directos generados por día.

b). Una vez determinado el total de trenes directos, se sumarán los trenes locales diseñados en los dos sentidos y los de pasajeros que correspondan a la línea para obtener el total de tráfico de trenes en la ruta.

Como la determinación debe ser realizada para cada uno de los años de la vida económica del proyecto y para las distintas tasas de aplicación para cada área de servicio, el número de trenes será variable por año, por lo que hay necesidad de obtener el número medio de trenes durante la vida económica del proyecto y el número máximo, el cual se presume en el último año si hay tendencia de crecimiento continuada.

c). Con el número máximo de trenes a correr como capacidad potencial, se determinará la capacidad máxima necesaria en la línea y el módulo de tiempo correspondiente a la sección limitadora de capacidad entre laderos.

d). Determinado el módulo limitador se obtendrá el número de tramos necesarios entre laderos de encuentro, y se agregará al tiempo de tránsito de cada tren un tiempo en horas igual al resultado de multiplicar la mitad de los tramos por 10 minutos

adicionales para encuentro, si el sistema de despacho fuera por órdenes, por la relación trenes directos a trenes máximos, y dividiendo el total entre 60 para la conversión a horas. La suma del tiempo del tránsito más el tiempo de espera óptimo para el tráfico medio, será el horario medio teórico a ser aplicado a las determinaciones de los costos, ya que son los únicos tiempos en los que pueden influir las condiciones físicas de las líneas. Los tiempos de terminales, demoras y otros no se consideran para los fines de comparación de condiciones de operación de líneas, pues se toma como base el tren directo punto a punto.

### 3.8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

#### 3.8.1. Determinación de la saturación de la infraestructura.

Con base en el pronóstico de tráfico desarrollado, se hace necesario revisar el impacto que se tendrá en la capacidad de la infraestructura existente, estableciendo hasta qué año serán útiles las actuales instalaciones, y de acuerdo con esto, proponer los proyectos que permitan incrementar dicha capacidad para satisfacer los requerimientos del tráfico.

El primer paso consistió en determinar, para los diferentes tramos, las tasas de crecimiento aplicables, resultantes del pronóstico de tráfico elaborado. A continuación, se identificaron los trenes fijos que corren en cada tramo en forma regular, tanto de pasajeros como de carga, especialmente los unitarios, que crecen en forma escalonada y no con el mismo patrón de los trenes con flete común, y se restaron del total de trenes manejados, aplicándose finalmente a los trenes resultantes la tasa de crecimiento obtenida.

Tramo	Tasa de Crecimiento	Año de Saturación
Manzanillo-Colima	2.5%	2020
Colima-Guadalajara	3.6%	1993
Ing. Buchanan-San Luis Potosí	4.2%	1995
San Luis Potosí-Vanegas	5.0%	2005
Vanegas-Salttillo	5.0%	2010
Salttillo-Monterrey	3.3%	1999
Monterrey-Nuevo Laredo	4.9%	1999
Irapuato-Aguascalientes	4.5%	2005

Como puede apreciarse, no se mencionan los tramos de Guadalajara-Irapuato, Irapuato-Celaya y Celaya-Ing. Buchanan, debido a que en ellos no se presentarán problemas de saturación, ya que al entrar en operación la ruta corta Guadalajara-Monterrey, estos tramos verán reducido en forma considerable el flete que manejan actualmente. Además, entre Guadalajara e Irapuato fué puesto en operación

durante el año de 1989, el sistema de Control de Tráfico Centralizado, el cual aumenta en forma considerable la capacidad potencial.

### **3.8.2. Proyectos de infraestructura.**

De acuerdo con lo expuesto en el punto anterior, se hace indispensable programar la realización de una serie de proyectos que permitan incrementar la capacidad de la infraestructura disponible y que hagan posible la captación y transportación de los volúmenes de tráfico estimados con los mejores niveles de calidad de servicio y con los menores costos de operación posibles. A continuación se detalla para cada tramo las obras de infraestructura propuestas para incrementar la capacidad, algunas de las cuales se encuentran ya planteadas por los Ferrocarriles y otras están en proceso de construcción.

Los proyectos que se proponen están considerados para su realización en el corto, mediano y largo plazos, y su realización dependerá de la disponibilidad de recursos que se tengan y de que se cumplan las estimaciones de crecimiento de tráfico.

Las características de la mayor parte de los proyectos que se tienen en cuenta, así como los montos estimados para su realización, se obtuvieron de información proporcionada por los Ferrocarriles Nacionales de México.

#### **3.8.2.1. Manzanillo - Guadalajara.**

En virtud de la ya próxima saturación de este tramo, se propone la instalación de un sistema de Control de Tráfico Centralizado (C.T.C.) en toda su longitud, haciéndose necesario que el proyecto ejecutivo y la adquisición del equipo correspondiente se iniciaran entre 1990 y 1991 a más tardar.

Además, con el fin de garantizar el aumento de capacidad que se lograría con la puesta en servicio de este sistema, será necesaria la ampliación de 6 laderos en una longitud de 5.4 kilómetros para uniformizar su capacidad y hacer posible que el encuentro y paso de trenes con el número de carros que manejan actualmente se lleve a cabo sin demoras. Dichas obras deberán realizarse antes de la instalación del C.T.C.

### **3.8.2.2. Tlajomulco - El Castillo.**

La construcción de este libramiento, permite la reducción en el recorrido del tráfico entre Manzanillo e Irapuato y la disminución de los costos de operación al evitar el paso por La Junta. El proyecto implica la construcción de 22 kilómetros de línea nueva, con pendiente máxima de 1.0% y curvas no mayores de 2.

La realización del libramiento permitirá conectar directamente a la línea de Manzanillo con la nueva línea hacia Monterrey.

### **3.8.2.3. El Castillo - Encarnacion.**

Este tramo de 200 Km., actualmente en construcción, forma parte de la ruta corta Guadalajara-Monterrey, que reducirá el recorrido del flete entre estos dos puntos en aproximadamente 150 Km.

Las características de trazo de la línea consideran pendientes y curvaturas máximas de 1.00% y 2 respectivamente.

### **3.8.2.4. Irapuato - Encarnación - Aguascalientes.**

Se propone modificar las características de curvatura del tramo intermedio de 38 Km., comprendido entre Encarnación y Arellano, reduciéndolas de 3.5 a 2 y acortando la longitud a 30 Km. Asimismo, por ser este tramo común para el movimiento del flete Guadalajara-Monterrey e Irapuato-Aguascalientes, el máximo de trenes actual que es de 17 por día, se incrementará a 27 al ponerse en servicio los tramos El Castillo-Encarnación y Salinas-Laguna Seca, excediendo la capacidad actual de 23 trenes diarios con ordenes de tren y requiriéndose en consecuencia la instalación de C.T.C. entre Encarnación y Aguascalientes. Sin embargo, el tramo Encarnación-Irapuato no tendría tráfico suficiente para justificar este sistema, y aún con el C.T.C. entre Encarnación y Aguascalientes que incrementaría la capacidad actual de la línea de 23 a 38 trenes, se estima que el crecimiento del tráfico saturaría dicho sistema de señales en un periodo de 12 a 15 años a partir de su instalación.

Por lo antes expuesto, se propone que la modificación de las características de trazo en el tramo Encarnación - Arellano se haga con vía doble y se difiera la instalación del C.T.C. hasta que se requiera su instalación en todo el Distrito Irapuato-Aguascalientes.

### **3.8.2.5. Arellano - Gallardo.**

Este proyecto constituye de hecho un libramiento de la ciudad de Aguascalientes, que evitaría el paso del tráfico directo Guadalajara-Monterrey por dicha ciudad, conservando la pendiente gobernadora de 1.0% y reduciendo la curvatura máxima, respecto del trazo actual, de 5 a 2.

### **3.8.2.6. Loreto - Tauro.**

Para este tramo se requiere un proyecto de relocalización en una longitud de 25 kilómetros, que reduzca la pendiente y curvatura máximas existentes en la línea actual, de 1.5% y 4 a 1% y 2.

La ejecución de esta obra debe ser simultanea con los tramos anteriores y quedar terminada antes de que empiece a operar el nuevo corredor Guadalajara-Monterrey, ya que el tramo mencionado es una de las principales limitantes de dicha ruta.

### **3.8.2.7. Salinas - Laguna Seca.**

La construcción de este tramo de 120 kilómetros que constituye el último eslabón para contar con la ruta Guadalajara - Monterrey, se encuentra practicamente terminado, estimándose que estará terminado para el presente año (1991).

Las características de trazo de este tramo son muy favorables, ya que considera pendientes y curvas máximas de 1% y 2 respectivamente.

### **3.8.2.8. Laguna Seca - Saltillo.**

En este tramo se encuentra ya en funcionamiento parcial el Sistema de Control de Tráfico Centralizado, C.T.C., y en el presente año quedará totalmente terminado, por lo que la capacidad de operación del tramo está asegurada por un periodo de 15 a 20 años con el tráfico pronosticado, despues de lo cual se requerirá la duplicación de la vía para satisfacer el crecimiento del tráfico.

### **3.8.2.9. Saltillo - Monterrey.**

En este tramo se tienen tres secciones, en las cuales se hace necesario llevar a cabo proyectos de mejoramiento de infraestructura, para adecuar la capacidad operativa a los requerimientos del tráfico.

La primera sección comprende la construcción de un libramiento de la ciudad de Saltillo, que evitará el paso del tráfico directo por la misma y que mejorará las características existentes en el trazo de la línea actual. Dicho libramiento de vía doble tendría una longitud de 23 kilómetros con pendiente y curvatura máximas de 1.5% y 2 respectivamente contra 2% y 4 que se tienen actualmente.

La segunda sección, Ramos Arizpe - Soledad, considera la rectificación con vía doble con una longitud de 71 kilómetros, con pendientes y curvas máximas de 1.5% y 3 respectivamente, contra el 2.0% y 10 que se tienen en el tramo actual.

La tercera sección incluye la terminación del libramiento de Monterrey con vía doble, en una longitud de 60 kilómetros, de los que 40 ya se encuentran en operación con vía sencilla. La pendiente y curvatura de este libramiento de 1% y 2 contrastan con las características de trazo existentes en la línea antigua de 1.5% y 4.

Adicionalmente a las inversiones anteriores, tendrá que instalarse en los tramos descritos de vía doble, un nuevo sistema de C.T.C.

### **3.8.2.10. Monterrey - Nuevo Laredo.**

La capacidad de operación de este tramo que actualmente se encuentra ocupada al 72%, se verá saturada alrededor del año 2000, de acuerdo con las estimaciones de crecimiento del tráfico. Se necesita en consecuencia la instalación de un sistema de C.T.C. para los 270 kilómetros del tramo. Se considera recomendable, dado el período para adquisición de los materiales y equipos, su instalación y pruebas, que la inversión mencionada pudiera empezar a realizarse a finales del presente sexenio.

Complementariamente deberán llevarse a cabo obras de alargamiento en 9 laderos, con una longitud total de 7 kilómetros, con objeto de adecuar su capacidad a la de los restantes laderos en los que se instalara el C.T.C.

### **3.8.3. Prioridades preliminares de ejecución de los proyectos considerando aspectos operativos.**

El orden de ejecución de los proyectos de infraestructura planteados para el corredor en estudio, tomando en cuenta los aspectos operativos existentes en cada uno de los tramos analizados, es el siguiente:

El proyecto de mayor prioridad sería la instalación del C.T.C. en el tramo Manzanillo-Guadalajara, el cual, como ya se ha indicado, presenta actualmente un alto grado de ocupación de su capacidad y además se tienen problemas serios con las líneas de comunicación existentes, que se vienen reflejando en demoras importantes a los trenes que se mueven en el tramo, principalmente en la sección Colima Guadalajara.

El siguiente proyecto en prioridad se considera es el tramo de nueva construcción Salinas Laguna Seca, el cual, de acuerdo con los datos recopilados, se encuentra casi terminado, faltando al parecer solo algunas obras complementarias para su puesta en servicio. Se estima de suma importancia el poner en operación este tramo, en primer lugar para que no se deterioren las vías y terracerías ya construidas, y en segundo termino, debido a que, aún cuando solo sea un tramo de la nueva ruta corta Monterrey-Guadalajara, permite que sea utilizado como una alternativa de la ruta actual que pasa por San Luis Potosí y Celaya, en la que, como se señaló en el análisis de capacidad, el tramo San Luis Potosí-Ing. Buchanan presentará a corto plazo problemas de saturación, mismos que podrían aliviarse, al menos temporalmente, si se utiliza el nuevo tramo vía Aguascalientes-Irapuato.

El siguiente proyecto en orden de importancia, es la terminación del tramo en construcción El Castillo-Encarnacion. Aún cuando la inversión faltante es significativa, de la conclusión del tramo depende el contar con la ruta corta Guadalajara-Monterrey, y obtener el máximo beneficio del tramo Salinas-Laguna Seca.

Como cuarta prioridad se ha fijado la rectificación del tramo Loreto-Tauro, en virtud de que sus características actuales de curvatura y sobre todo de pendiente difieren de las que tienen los tramos El Castillo-Encarnación y Salinas-Laguna Seca. De no mejorarse el trazo existente, sería necesario modificar la formación de los trenes que se mueven en los tramos contiguos mencionados, básicamente en lo que se refiere a requerirse mayor número de locomotoras por tren, con lo cual los costos de operación se incrementarían.

Se ha establecido como siguiente proyecto en importancia, la instalación del sistema C.T.C. entre Monterrey y Nuevo Laredo. Si bien, de acuerdo con el análisis de capacidad, el C.T.C. se requerirá para antes de finales del siglo, se considera que convendría tenerlo en servicio a mediados del decenio, debido a que con ello se tendría la ruta México-Nuevo Laredo completamente equipada con este sistema, y en razón también, a que Nuevo Laredo es el punto de conexión más importante de la red ferroviaria con los Ferrocarriles de los Estados Unidos de Norteamérica, y permitiría realizar una mayor promoción para la captación de más tráfico, ofreciendo una ruta totalmente señalizada que garantice una operación más fluida y segura.

Continuando con el orden de prioridades, el siguiente proyecto seleccionado sería la conclusión del libramiento de Monterrey. Concebido con una longitud de 60 kilómetros y vía doble, el tramo que ya está en operación con vía sencilla en 40 kilómetros entre Soledad y el entronque con el tramo Monterrey- Nuevo Laredo, permite que se obtengan beneficios importantes por reducción del tiempo de recorrido de los trenes directos de y hacia Nuevo Laredo, los que ya no tienen que entrar a Monterrey. Sin embargo, se hace necesario terminar la parte del libramiento que conecta en Apodaca con la línea "F", Monterrey-Matamoros, para obtener al menos el mismo beneficio para los trenes directos de, y hacia Matamoros, que el ya mencionado para los de Nuevo Laredo.

En este proyecto se presentan dos opciones: primero, terminar la conexión a la línea "F" operando todo el libramiento con una sola vía, lo que requeriría una menor inversión inicial, pero probablemente gastos adicionales para reparar el deterioro que se tuviera en las terracerías para la segunda vía, llegado el momento de colocarla. La siguiente opción sería efectuar de una sola vez toda la inversión faltante para completar el libramiento con doble vía. Es probable que la decisión se tomará una vez que se realicen los estudios de rentabilidad económica y financiera. Pero independientemente de ello, desde el punto de vista operativo se requiere contar con todo el libramiento en servicio, aunque sea inicialmente con una sola vía.

Siguiendo con la jerarquización operativa, se tiene a continuación, el libramiento de Saltillo. Este proyecto, con vía doble, persigue en primera instancia la obtención de ahorros por reducción del tiempo de recorrido de los trenes directos al no pasar por Saltillo, cuyo patio de poca capacidad, presenta con frecuencia problemas de bloqueos que ocasionan demoras de consideración a los trenes. En segundo lugar el

proyecto mejora las características de trazo que tiene el tramo actual y ello permitirá la reducción de costos de operación.

Actualmente, para disminuir las demoras de trenes en el patio de Saltillo y agilizar la operación, se está usando la antigua vía troncal que cruza la ciudad; sin embargo, esta solución ha ocasionado serios problemas al tráfico urbano por el paso de trenes en la zona, y ha desatado airadas protestas de las autoridades que demandan la supesión de las operaciones por esta vía e incluso su levantamiento. Todo ello conduce a hacer más necesaria la construcción del libramiento proyectado, como solución definitiva de este problema.

Como complemento de los libramientos de Monterrey y de Saltillo, se tiene como siguiente prioridad la construcción de un nuevo trazo entre los dos libramientos, Ramos Arizpe-La Soledad, con vía doble, que mejore las características de pendiente y curvatura existentes en la línea actual.

La construcción de este tramo, hará posible completar la modernización de la infraestructura entre Monterrey y Saltillo, que es la parte más conflictiva de la ruta México-Nuevo Laredo y del corredor Nuevo Laredo-Manzanillo, disminuyendo apreciablemente los costos de operación en esta sección e incrementando la capacidad, que en el tramo existente está próxima a saturación en el corto plazo, a pesar de contar con C.T.C.

Como complemento de las obras citadas, entre Saltillo y Monterrey se instalaría el sistema C.T.C. en el tramo, con el fin de incrementar la fluidez y seguridad de los trenes.

Para el caso de los libramientos El Castillo-Encarnación y Arellano-Gallardo, así como la construcción de vía doble entre Encarnación y Arellano, como obras complementarias de la ruta corta Guadalajara-Monterrey, se han considerado de menor prioridad que las descritas, ya que bajo la perspectiva estrictamente operativa, no son indispensables inicialmente para el funcionamiento del corredor, si bien seguramente permitirían reducciones en los costos de operación. Se estima que en este caso, independientemente del análisis económico y financiero que se lleve a cabo para establecer la jerarquización de cada uno de los proyectos planteados inicialmente con base en la rentabilidad que tengan, sería conveniente considerar dicho análisis en forma conjunta para las propuestas entre Tlajomulco - El Castillo - Encarnación - Arellano - Gallardo - Loreto - Tauro - Salinas, como un paquete de proyectos y obtener una

rentabilidad global que permita establecer su prioridad de ejecución respecto de los proyectos restantes.

#### **3.8.4. Proyectos que serán motivo de Evaluación**

De entre las obras de infraestructura propuestas para el corredor ferroviario en estudio, que se acaban de describir, se analizarán los siguientes tramos ferroviarios, manejándose cada uno como un conjunto de proyectos:

- Tramo Manzanillo-Guadalajara: Instalación de C.T.C. y ampliación de laderos. Comprende dos estudios, dependientes de sí involucran al desvío de El Castillo-Tlajomulco.
- Tramo El Castillo-Vanegas: Incluye los proyectos de construcción de vía nueva de El Castillo a Encarnación, en el tramo El Castillo a Gallardo, así como las obras de rectificación de Loreto a Tauro, en el tramo Gallardo a Vanegas.
- Tramo Benjamín Méndez-Monterrey: En este tramo se involucran los proyectos de rectificación con doble vía de Ramos Arizpe a Soledad, y los libramientos de Monterrey y de Saltillo, también con doble vía.
- Tramo Monterrey-Nuevo Laredo: Instalación de C.T.C. y ampliación de laderos.

### 3.9. ESTUDIO DE INVERSIONES

Los costos de inversión que representan la realización de los proyectos en estudio, precisan un análisis de precios unitarios para construcción de vía sencilla, de vía doble y de instalación de C.T.C. Debido a que la mayoría de estos proyectos son estudios de factibilidad, no se dispone de proyectos ejecutivos a partir de los cuales pueda extraerse información apropiada para la determinación exacta de los costos de inversión. Es por ello que se presentan costos de inversión promedio por kilómetro de vía o de C.T.C., estimándose a groso modo los volúmenes de obra de cada proyecto. Esta información fué proporcionada por la Subdirección de Construcción de los Ferrocarriles Nacionales de México.

Los costos de inversión para la instalación de C.T.C. involucra los siguientes conceptos: Bungalows, transformadores y rectificadores, señales intermedias altas, señales de aproximación, repetidores, maquinas de cambio completas, interruptores de circuito, unidades operativas de señal, unidades operativas de sistema, unidades operativas de señales enanas, equipo de control e indicación para oficina, controlador maestro, impresoras, equipo de despacho, refacciones e instalación. En lo referente a los costos de inversión de vía y estructuras se contempla la compra del derecho de vía, la construcción de terracerías, la construcción de obras de drenaje, los elementos de la vía sobre durmiente de concreto (rieles, durmientes, balasto y accesorios), la implantación de las líneas telegráficas y telefónicas, la longitud de túneles y de puentes, la construcción de casas de sección y de estaciones.

El análisis de las inversiones para los proyectos mencionados, se presenta en las hojas subsecuentes, con los siguientes resultados, en millones de pesos:

Manzanillo-Guadalajara (C.T.C.)	\$ 47,845
Monterrey-Nuevo Laredo (C.T.C.)	\$ 36,997
Manzanillo-Guadalajara (laderos)	\$ 6,154
Monterrey-Nuevo Laredo (laderos)	\$ 7,978
El Castillo-Encarnación	\$ 444,782
Loreto-Tauro	\$ 50,417
Libramiento Monterrey	\$ 40,333
Libramiento Saltillo	\$ 89,760
Ramos Arizpe-Soledad	\$ 282,014
Tlajomulco-El Castillo	\$ 44,367

De esta manera, se llega a los siguientes costos de inversión por paquete de proyectos:

<b>Guadalajara-El Castillo (sin desvío)</b>	<b>\$ 54,000</b>
<b>Guadalajara-El Castillo (con desvío)</b>	<b>\$ 98,366</b>
<b>El Castillo-Vanegas</b>	<b>\$ 495,199</b>
<b>Benjamín Méndez-Monterrey</b>	<b>\$ 412,108</b>
<b>Monterrey-Nuevo Laredo</b>	<b>\$ 44,975</b>

## ESTUDIO DE INVERSIONES DE LA AMPLIACION DE LADEROS MANZANILLO-GUADALAJARA

5.4 KMS.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
11. DERECHO DE VIA	kilómetro	0.0	\$702,732,000	\$0
12. TERRACERIAS	kilómetro	1.0	\$469,200,000	\$469,200,000
13. OBRAS DE DRENAJE	kilómetro	0.0	\$93,150,000	\$0
14. VIA SOBRE DURMIENTE DE CONCRETO				
RIEL NUEVO 115 lbs/yda. †	toneladas	114.1	\$1,863,000	\$212,569,300
DURMIENTE DE CONCRETO	piezas	1,656.0	\$113,000	\$189,258,000
COJINETES	piezas	3,332.0	\$730	\$2,432,360
PLACAS DE HULE	piezas	3,332.0	\$3,900	\$12,994,800
GRAPAS ELASTICAS	piezas	5,331.2	\$4,500	\$23,990,400
PERNO S.L.	piezas	6,664.0	\$3,900	\$25,999,600
ROLDANA AISLANTE	piezas	6,664.0	\$2,400	\$15,993,600
SOLDADURA ALUMINOTERMICA	porciones	20.0	\$95,000	\$1,900,000
BALASTO	mts. cúbicas	1,300.0	\$24,000	\$43,200,000
HERRAJES No. 10	juegos	0.2	\$27,000,000	\$5,400,000
JUEGOS DE MADERA No. 10	juegos	0.2	\$6,700,000	\$1,340,000
TRABAJOS VARIOS	kilómetro	1.0	\$136,410,000	\$136,410,000
15. LINEA TELEGRAFICA Y TELEFONICA	kilómetro	0.0	\$40,000,000	\$0
COSTO TOTAL POR KILOMETRO:				\$1,139,677,060
COSTO TOTAL DEL TRAMO POR KM:		5.4	\$1,139,677,060	\$6,154,256,126
16. TUNELES	metro	0.0		\$0
17. PUENTES	metro	0.0		\$0
18. ESTACIONES	pieza	0.0	\$632,500,000	\$0
19. CASAS DE SECCION	pieza	0	\$24,093,000	\$0
COSTO TOTAL DEL TRAMO:				\$6,154,256,126

† SE CONSIDERO A 540 DOLARES MAS IMPUESTO LA TONELADA, Y A UN TIPO DE CAMBIO DE 3,000 PESOS POR DOLAR.

## ESTUDIO DE INVERSIONES DEL TRAMO TLAJOMULCO-EL CASTILLO

22 - KMS.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1. SERECAD DE VIA	kilómetro	1.0	\$702,732,000	\$702,732,000
2. TERRACERIAS	kilómetro	1.0	\$469,200,000	\$469,200,000
3. OBRAS DE DRENAJE	kilómetro	1.0	\$93,150,000	\$93,150,000
4. VIA SOBRE DURMIENTE DE CONCRETO				
RIEL NUEVO 115 lbs/yda. 1	toneladas	114.1	\$1,863,000	\$212,568,300
DURMIENTE DE CONCRETO	piezas	1,466.0	\$113,000	\$168,258,000
COJINETES	piezas	3,332.0	\$730	\$2,432,360
PLACAS DE MULE	piezas	3,332.0	\$3,900	\$12,994,800
GRAPAS ELASTICAS	piezas	5,331.2	\$4,500	\$23,990,400
PERNO S.L.	piezas	6,664.0	\$3,900	\$25,989,600
ROLOANA AISLANTE	piezas	1,664.0	\$2,400	\$15,993,600
SOLDADURA ALUMINOTERMICA	porciones	20.0	\$95,000	\$1,900,000
ESLASTO	mts. cúbicos	1,500.0	\$24,000	\$43,200,000
HERRAJES No. 10	juegos	0.2	\$27,000,000	\$5,400,000
QUESOS DE MADERA No. 10	juegos	0.2	\$5,700,000	\$1,340,000
TRABAJO VARIOS	kilómetro	1.0	\$136,410,000	\$136,410,000
5. LINEA TELEGRAFICA Y TELEFONICA	kilómetro	1.0	\$40,000,000	\$40,000,000
COSTO TOTAL POR KILOMETRO:				\$1,975,559,061
COSTO TOTAL DEL TRAMO POR KM:		22.0	\$1,975,559,061	\$43,462,299,338
6. TUNELES	metro	0.0	\$26,700,000	\$0
7. FUENTES	metro	0.0	\$12,000,000	\$0
8. ESTACIONES	pieza	0.0	\$632,500,000	\$0
9. CASAS DE SECCION	pieza	11	\$84,093,000	\$904,456,933
COSTO TOTAL DEL TRAMO:				\$44,366,756,271

SE CONSIDERA A 540 DOLARES MAS IMPUESTO LA TONELADA, Y A UN TIPO DE CAMBIO DE 3,000 PESOS POR DOLAR.

## ESTUDIO DE INVERSIONES DEL TRAMO EL CASTILLO-ENCARNACION

200 - Y.M.S.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1. DERECHO DE VIA	kilómetro	1.0	\$702,732,000	\$702,732,000
2. TERRACERIAS	kilómetro	1.0	\$469,200,000	\$469,200,000
3. OBRAS DE DRENAJE	kilómetro	1.0	\$93,150,000	\$93,150,000
4. VIA SOBRE DURMIENTE DE CONCRETO				
RIEL NUEVO 115 lbs/yda. 1	toneladas	114.1	\$1,963,000	\$212,569,300
DURMIENTE DE CONCRETO	piezas	1,666.0	\$113,000	\$188,258,000
COJINETES	piezas	3,332.0	\$730	\$2,432,360
PLACAS DE MULE	piezas	5,332.0	\$3,900	\$21,994,800
GRAPAS ELASTICAS	piezas	5,331.2	\$4,500	\$23,990,400
PERNO S.L.	piezas	6,664.0	\$3,900	\$25,989,600
ROLDANA AISLANTE	piezas	6,664.0	\$2,400	\$15,993,600
SOLDADURA ALUMINOTERMICA	porciones	20.0	\$95,000	\$1,900,000
BALASTO	mts. cúbicos	1,800.0	\$24,000	\$43,200,000
HERRAJES No. 10	juegos	0.2	\$27,000,000	\$5,400,000
JUEGOS DE MADERA No. 10	juegos	0.2	\$6,700,000	\$1,340,000
TRABAJOS VARIOS	kilómetro	1.0	\$136,410,000	\$136,410,000
5. LINEA TELEGRAFICA Y TELEFONICA	kilómetro	1.0	\$40,000,000	\$40,000,000
COSTO TOTAL POR KILOMETRO:				\$1,975,559,061
COSTO TOTAL DEL TRAMO POR KM:		200.0	\$1,975,559,061	\$395,111,812,164
6. TUNELES	metro	1,120.0	\$26,700,000	\$29,904,000,000
7. PUENTES	metro	762.0	\$12,000,000	\$11,544,000,000
8. ESTACIONES	pieza	0.0	\$632,500,000	\$0
9. CASAS DE SECCION	pieza	58	\$84,093,000	\$8,222,426,657
COSTO TOTAL DEL TRAMO:				\$444,782,233,330

1 SE CONSIDERO A 540 DOLARES MAS IMPUESTO LA TONELADA, Y A UN TIPO DE CAMBIO DE 3,000 PESOS POR DOLAR.

71 KMS.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
11. DERECHO DE VIA	kilómetro	1.0	\$702,732,000	\$702,732,000
12. TERRACERIAS	kilómetro	1.0	\$933,400,000	\$933,400,000
13. CERRAS DE DRENAJE	kilómetro	1.0	\$186,300,000	\$186,300,000
14. VIA SOBRE DURMIENTE DE CONCRETO				
RIEL NUEVO 115 lbs/yds. 1	toneladas	114.1	\$3,725,000	\$425,135,600
DURMIENTE DE CONCRETO	piezas	1,656.0	\$226,000	\$375,516,000
COJINETES	piezas	3,332.0	\$1,460	\$4,864,720
PLACAS DE WULF	piezas	3,332.0	\$7,900	\$25,939,600
GRAPAS ELASTICAS	piezas	5,331.2	\$9,000	\$47,950,800
PERNO S.L.	piezas	6,664.0	\$7,800	\$51,979,200
ROLDANA AISLANTE	piezas	6,664.0	\$4,800	\$31,957,200
SOLDADURA ALUMINOTERMICA	porciones	20.0	\$190,000	\$3,800,000
BALLASTO	mts. cúbicos	1,900.0	\$48,000	\$86,400,000
FERRAJES No. 10	Juegos	0.2	\$54,000,000	\$10,800,000
JUEGOS DE MADERA No. 10	Juegos	0.2	\$13,400,000	\$2,680,000
TRABAJOS VARIOS	kilómetro	1.0	\$272,821,000	\$272,821,000
5. LINEA TELEGRAFICA Y TELEFONICA	kilómetro	1.0	\$40,000,000	\$40,000,000
COSTO TOTAL POR KILOMETRO:				\$3,208,357,120
COSTO TOTAL DEL TRAMO POR K.M:		71.0	\$3,208,397,120	\$227,795,455,534
6. TUNELES	metro	1,300.0	\$25,700,000	\$49,050,000,000
7. FUENTES	metro	270.0	\$12,000,000	\$3,240,000,000
8. ESTACIONES	pieza	0	\$52,500,000	\$0
9. CASAS DE SECCION	pieza	35	\$94,093,000	\$2,918,961,467
COSTO TOTAL DEL TRAMO:				\$282,014,447,001

1 SE CONSIDERO A 540 DOLARES MAS IMPUESTO LA TONELADA, Y A UN TIPO DE CAMBIO DE 3,000 PESOS POR DOLAR.

## ESTUDIO DE INVERSIONES DEL TRAMO LORETO-TAURO

25 KMS.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1. DERECHO DE VIA	kilómetro	1.0	\$702,732,000	\$702,732,000
2. TERRACERIAS	kilómetro	1.0	\$469,200,000	\$469,200,000
3. OBRAS DE DRENAJE	kilómetro	1.0	\$93,150,000	\$93,150,000
4. VIA SOBRE DURMIENTE DE CONCRETO				
RIEL NUEVO 115 lbs/yda. †	toneladas	114.1	\$1,863,000	\$212,568,300
DURMIENTE DE CONCRETO	piezas	1,666.0	\$113,000	\$198,258,000
COJINETES	piezas	3,332.0	\$730	\$2,432,360
PLACAS DE MULE	piezas	3,332.0	\$3,900	\$12,994,800
GRAPAS ELASTICAS	piezas	5,331.2	\$4,500	\$23,990,400
PERNO S.L.	piezas	6,664.0	\$3,900	\$25,999,600
ROLDANA AISLANTE	piezas	6,664.0	\$2,400	\$15,993,600
SOLDADURA ALUMINOTERMICA	porciones	20.0	\$95,000	\$1,900,000
BALASTO	mts. cúbicos	1,800.0	\$24,000	\$43,200,000
HERRAJES No. 10	juegos	0.2	\$27,000,000	\$5,400,000
JUEGOS DE MADERA No. 10	juegos	0.2	\$6,700,000	\$1,340,000
TRABAJOS VARIOS	kilómetro	1.0	\$136,410,000	\$136,410,000
5. LINEA TELEGRAFICA Y TELEFONICA	kilómetro	1.0	\$40,000,000	\$40,000,000
COSTO TOTAL POR KILOMETRO:				\$1,975,559,061
COSTO TOTAL DEL TRAMO POR KM:		25.0	\$1,975,559,061	\$49,389,976,520
6. TUNELES	metro	0.0	\$26,700,000	\$0
7. PUENTES	metro	0.0	\$12,000,000	\$0
8. ESTACIONES	pieza	0.0	\$632,500,000	\$0
9. CASAS DE SECCION	pieza	12	\$84,093,000	\$1,027,903,333
COSTO TOTAL DEL TRAMO:				\$50,416,779,854

† SE CONSIDERO A 540 DOLARES MAS IMPUESTO LA TONELADA, Y A UN TIPO DE CAMBIO DE 3,000 PESOS POR DOLAR.

## ESTUDIO DE INVERSIONES DEL LIBRAMIENTO MONTERREY

20 KMS.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
11. DERECHO DE VIA	kilómetro	1.0	\$702,732,000	\$702,732,000
12. TERRACERIAS	kilómetro	1.0	\$469,200,000	\$469,200,000
13. OBRAS DE DRENAJE	kilómetro	1.0	\$93,150,000	\$93,150,000
14. VIA SOBRE DURMIENTE DE CONCRETO				
RIEL NUEVO 115 lbs/yda. †	toneladas	114.1	\$1,863,000	\$212,568,300
DURMIENTE DE CONCRETO	piezas	1,666.0	\$113,000	\$188,258,000
COJINETES	piezas	3,332.0	\$730	\$2,432,360
PLACAS DE HULE	piezas	3,332.0	\$3,900	\$12,994,200
GRAPAS ELASTICAS	piezas	5,331.2	\$4,500	\$23,990,400
PERNO S.L.	piezas	6,664.0	\$3,900	\$25,999,600
FOLDAMA AISLANTE	piezas	6,664.0	\$2,400	\$15,993,600
SOLDADURA ALUMINOTERMICA	porciones	20.0	\$95,000	\$1,900,000
BALASTO	mts. cúbicos	1,800.0	\$24,000	\$43,200,000
HERRAJES No. 10	juegos	0.2	\$27,000,000	\$5,400,000
JUEGOS DE MADERA No. 10	juegos	0.2	\$5,700,000	\$1,140,000
TRABAJOS VARIOS	kilómetro	1.0	\$136,410,000	\$136,410,000
15. LINEA TELEGRAFICA Y TELEFONICA	kilómetro	1.0	\$40,000,000	\$40,000,000
COSTO TOTAL POR KILOMETRO:				\$1,975,559,061
COSTO TOTAL DEL TRAMO POR KM:		20.0	\$1,975,559,061	\$39,511,181,216
16. TUNELES	metro	0.0	\$26,700,000	\$0
17. PUENTES	metro	0.0	\$12,000,000	\$0
18. ESTACIONES	pieza	0.0	\$632,500,000	\$0
19. CASAS DE SECCION	pieza	10	\$84,093,000	\$822,242,667
COSTO TOTAL DEL TRAMO:				\$40,333,423,883

† SE CONSIDERO A 540 DOLARES MAS IMPUESTO LA TONELADA, Y A UN TIPO DE CAMBIO DE 3,000 PESOS POR DOLAR.

## ESTUDIO DE INVERSIONES DEL LIBRAMIENTO DE SALTILLO

24 KMS.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1. DERECHO DE VIA	kilómetro	1.0	\$702,732,000	\$702,732,000
2. TERRACERIAS	kilómetro	1.0	\$938,400,000	\$938,400,000
3. OBRAS DE DRENAJE	kilómetro	1.0	\$186,300,000	\$186,300,000
4. VIA SOBRE DURMIENTE DE CONCRETO				
RIEL NUEVO 115 lbs/yda. †	toneladas	114.1	\$3,725,000	\$425,156,600
DURMIENTE DE CONCRETO	piezas	1,666.0	\$225,000	\$376,515,000
COJINETES	piezas	3,332.0	\$1,460	\$4,864,720
PLACAS DE HULE	piezas	3,332.0	\$7,800	\$25,939,600
GRAPAS ELASTICAS	piezas	5,331.2	\$9,000	\$47,980,800
PERNO S.L.	piezas	6,664.0	\$7,800	\$51,979,200
SOLDANA AISLANTE	piezas	6,664.0	\$4,800	\$31,997,200
SOLDADURA ALUMINOTERMICA	porciones	20.0	\$190,000	\$3,800,000
BALASTO	mts. cúbicos	1,800.0	\$48,000	\$86,400,000
HERRAJES No. 10	juegos	0.2	\$54,000,000	\$10,800,000
JUEGOS DE MADERA No. 10	juegos	0.2	\$13,400,000	\$2,680,000
TRABAJS VARIOS	kilómetro	1.0	\$272,821,000	\$272,821,000
5. LINEA TELEGRAFICA Y TELEFONICA	kilómetro	1.0	\$40,000,000	\$40,000,000
COSTO TOTAL POR KILOMETRO:				\$3,208,387,120
COSTO TOTAL DEL TRAMO POR KM:		24.0	\$3,208,387,120	\$77,001,290,885
6. TUNELES	metro	360.0	\$26,700,000	\$9,612,000,000
7. FUENTES	metro	190.0	\$12,000,000	\$2,280,000,000
8. ESTACIONES	pieza	0.0	\$632,500,000	\$0
9. CASAS DE SECCION	pieza	12	\$84,093,000	\$986,691,200
COSTO TOTAL DEL TRAMO:				\$89,759,992,085

† SE CONSIDERA A 540 DOLARES MAS IMPUESTO LA TONELADA, Y A UN TIPO DE CAMBIO DE 3,000 PESOS POR DOLAR.

ESTUDIO DE INVERSIONES DE LA AMPLIACION DE LADEROS MONTERREY-NUOVO LAREDO

7 KMS.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1. DERECHO DE VIA	kilómetro	0.0	\$702,732,000	\$0
2. TERRACERIAS	kilómetro	1.0	\$469,200,000	\$469,200,000
3. OBRAS DE DRENAJE	kilómetro	0.0	\$93,150,000	\$0
4. VIA SOBRE DURMIENTE DE CONCRETO				
RIEL NUEVO 115 lbs/yda. #	toneladas	114.1	\$1,863,000	\$212,568,300
DURMIENTE DE CONCRETO	piezas	1,666.0	\$113,000	\$189,258,000
COJINETES	piezas	3,332.0	\$730	\$2,432,360
PLACAS DE HULE	piezas	3,332.0	\$3,900	\$12,994,800
GRAPAS ELASTICAS	piezas	5,331.2	\$4,500	\$23,990,400
PERNO S.L.	piezas	6,664.0	\$3,900	\$25,989,600
POLDANA AISLANTE	piezas	6,664.0	\$2,400	\$15,993,600
SOLDADURA ALUMINOTERMICA	porciones	20.0	\$95,000	\$1,900,000
BALASTO	mts. cúbicos	1,800.0	\$24,000	\$43,200,000
HERRAJES No. 10	juegos	0.2	\$27,000,000	\$5,400,000
JUEGOS DE MADERA No. 10	juegos	0.2	\$6,700,000	\$1,340,000
TRABAJOS VARIOS	kilómetro	1.0	\$136,410,000	\$136,410,000
15. LINEA TELEGRAFICA Y TELEFONICA	kilómetro	0.0	\$40,000,000	\$0
COSTO TOTAL POR KILOMETRO:				\$1,139,677,060
COSTO TOTAL DEL TRAMO POR KM:		7.0	\$1,139,677,060	\$7,977,739,423
16. TUNELES	metro	0.0		\$0
17. PUENTES	metro	0.0		\$0
18. ESTACIONES	pieza	0.0	\$632,500,000	\$0
19. CASAS DE SECCION	pieza	0	\$84,093,000	\$0
COSTO TOTAL DEL TRAMO:				\$7,977,739,423

\* SE CONSIDERO A 540 DOLARES MAS IMPUESTO LA TONELADA, Y A UN TIPO DE CAMBIO DE 3,000 PESOS POR DOLAR.

## ESTUDIO DE INVERSIONES DEL TRAMO MANZANILLO-GUADALAJARA

367 KMS.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1. BUNGALOWS	Juego	53	\$194,507,250	\$10,308,894,250
2. BUNGALOWS	Juego	1	\$190,438,500	\$190,438,500
3. BUNGALOWS	Juego	1	\$211,816,500	\$211,816,500
4. TRANSFORMADORES Y RECTIFICADORES	Juego	1	\$42,346,500	\$42,346,500
5. SEÑALES INTERMEDIAS ALTAS	Juego	33	\$66,165,750	\$2,183,469,750
6. SEÑALES DE APROXIMACION	Juego	4	\$66,165,750	\$264,663,000
7. REPETIDORES	Juego	58	\$13,639,500	\$791,091,000
8. MAQUINAS DE CAMBIO COMPLETAS	Pieza	62	\$60,632,250	\$3,759,199,500
9. INTERRUPTORES DE CIRCUITO	Pieza	27	\$9,219,000	\$248,913,000
10. UNIDADES OPERATIVAS DE SEÑAL	Pieza	247	\$16,065,000	\$3,968,055,000
11. UNIDADES INOPERATIVAS DE SISTEMA	Pieza	64	\$8,835,750	\$565,488,000
12. UNIDADES OPERATIVAS DE SEÑALES ENANAS	Pieza	58	\$14,915,250	\$865,084,500
13. EQUIPO DE CONTROL E INDICACION P/OFICINA	Equipo	1	\$335,968,500	\$335,968,500
14. CONTROLADOR MAESTRO	Equipo	2	\$3,037,125,000	\$6,074,250,000
15. IMPRESORA PARALELA DE PAGINA	Equipo	2	\$250,131,000	\$500,262,000
16. IMPRESORA DE 60 C.P.M.	Equipo	1	\$30,156,000	\$30,156,000
17. EQUIPO DE DESPACHO	Equipo	1	\$1,028,842,500	\$1,028,842,500
18. REFACCIONES	Lote	1	\$220,988,250	\$220,988,250
19. INSTALACION	Kilómetro	367	\$44,292,625	\$16,255,393,375
TOTAL:				\$47,845,310,125

\* Tipo de Cambio: \$3,000 = 1 Dólar

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
11. BUNGALOWS	Juego	38	\$194,507,250	\$7,391,275,500
12. BUNGALOWS	Juego	1	\$190,438,500	\$190,438,500
13. BUNGALOWS	Juego	1	\$211,816,500	\$211,816,500
14. TRANSFORMADORES Y RECTIFICADORES	Juego	1	\$42,346,500	\$42,346,500
15. SEÑALES INTERMEDIAS ALTAS	Juego	24	\$66,165,750	\$1,587,978,000
16. SEÑALES DE APROXIMACION	Juego	3	\$66,165,750	\$198,497,250
17. REPETIDORES	Juego	42	\$13,639,500	\$572,859,000
18. MAQUINAS DE CAMBIO COMPLETAS	Pieza	45	\$60,632,250	\$2,728,451,250
19. INTERRUPTORES DE CIRCUITO	Pieza	19	\$9,219,000	\$175,161,000
20. UNIDADES OPERATIVAS DE SERAL	Pieza	179	\$16,065,000	\$2,875,635,000
21. UNIDADES INOPERATIVAS DE SISTEMA	Pieza	47	\$8,835,750	\$415,280,250
22. UNIDADES OPERATIVAS DE SEÑALES ENANAS	Pieza	42	\$14,915,250	\$626,440,500
23. GRUPO DE CONTROL E INDICACION P/OFFICINA	Equipo	1	\$335,968,500	\$335,968,500
24. CONTROLADOR MAESTRO	Equipo	2	\$3,037,125,000	\$6,074,250,000
25. IMPRESORA PARALELA DE	Equipo	2	\$250,131,000	\$500,262,000
26. "	Equipo	1	\$30,156,000	\$30,156,000
27. "	Equipo	1	\$1,028,842,500	\$1,028,842,500
28. "S	Lote	1	\$220,988,250	\$220,988,250
29. INSTALACION	Kilómetro	266	\$44,292,625	\$11,790,696,775
<b>TOTAL:</b>				<b>\$36,997,343,275</b>

Tipo de Cambio: \$3,000 = 1 Dólar

### 3.10. ESTUDIO DE COSTOS

#### Metodología

Para el cálculo de los costos, tanto de operación, como de mantenimiento de los en estudio, necesarios para la evaluación financiera, se proporciona el siguiente , el cual es utilizado en los Ferrocarriles Nacionales para dicho fin. El método básicamente en la evaluación de los costos que a continuación se estudian, los e consideran los más significantes.

Los conceptos principales que intervienen en el costo directo del tren son los es:

- a) Costo de amortización de la fuerza tractiva necesaria para un adecuado tránsito del tren en la línea, considerando el tiempo normal de horario del tren en función del tráfico probable.
- b) Costo de amortización del equipo de arrastre, considerando la proporción relativa al manejo en terminales, por unidad de tiempo.
- c) Costo por pago de la tripulación correspondiente al tren, incluyendo las prestaciones directas del personal de la misma y los factores de ajuste distancia-tiempo.
- d) Costo de la proporción correspondiente a reparaciones adicionales de locomotoras y carros por tipo de línea y por unidad de tiempo.
- e) Costo por consumo de combustible y lubricantes tanto en el tránsito efectivo como en las esperas normales de encuentros y rebases.
- f) Costo por conservación de equipo tractivo y de arrastre por tonelada bruta transportada punto a punto.
- g) Costo proporcional por tonelada bruta del cargo de conservación de línea y riel, considerando el tipo de línea en que se efectúa la transportación.

### 3.10.1.1. Costo de Amortización de Fuerza Tractiva

El costo de amortización de la locomotora se calcula de la siguiente manera:

$$C_{an} = \frac{C_{cl} F_{rf} (1 + t/100)^n t/100}{365 * 24 F_{un} [(1 + t/100)^n - 1]}$$

En la que:

$C_{an}$  = Costo de amortización normal por hora (constante durante la vida útil de la locomotora).

$C_{cl}$  = Costo de compra de la locomotora (costo del año de compra).  $F_{rf}$  = Factor de reserva de fuerza tractiva (1.15 normal).

$t$  = Tasa de interés del capital invertido.

$n$  = Años de vida útil de la locomotora (20 años normal).

$F_{un}$  = Factor de utilización de la fuerza (0.6 del tiempo).

365 = Número de días del año.

24 = Número de horas del día.

El costo anterior es imputable solamente al horario normal asignado al tren, tanto en tránsito como en espera.

El factor  $F_{rf}$  de reserva de fuerza, considera la fuerza adicional utilizada para que las locomotoras puedan desprenderse del servicio de transportación, para recibir la atención que requieran en talleres.

El factor  $F_{un}$  considera todo el tiempo que la locomotora no este conectada a un tren sino simplemente en disponibilidad. Se considera que un ferrocarril regularmente manejado puede obtener factores de utilización de fuerza de 60% ó  $F_{un} = 0.6$ .

### 3.10.2. Costo de Amortización de Equipo de Arrastre

El costo de amortización de carros, tiene una base similar a la de la locomotora, consistente en una cantidad de recuperación del capital con una tasa de interés mínimo considerada. Así la ecuación para un tipo medio de carro será:

$$C_{ac} = \frac{C_{cc} (1 + t/100)^n t/100}{365 \cdot 24 [(1 + t/100)^n - 1]}$$

En donde:

$C_{ac}$  = Costo de amortización del carro por hora.

$C_{cc}$  = Costo de compra del carro.

$t$  = Tasa de interés considerada.

$n$  = Años de vida media del carro (20 años normal).

Como los carros se compran en distintas épocas y a costos muy diferentes, es difícil computar el costo que deba tener el carro medio, por lo que deberá tomarse como base el valor de compra del carro en el momento de efectuar el análisis.

### 3.10.3. Costo de tripulaciones.

El costo directo de tripulaciones comprende los salarios normales de todo el personal del tren, incluyendo las prestaciones directas que tal personal recibe y los sobrecostos generados por situaciones especiales contractuales; tal costo puede ser computado tomando en cuenta las condiciones siguientes:

Pago de kilometraje adicional en distritos de longitud mayor a 160 km., el cual se computa como sigue:

$$\text{Longitud del distrito} - 160 = KA$$

Como el kilometraje adicional KA deberá pagarse doble, entonces en la fórmula quedara así:

$$(160 + 2KA)$$

Pago de kilometraje adicional en distritos de longitud menor de 160 km. pero mayor de 80 km.

En estos casos deberán pagarse los 160 km. completos.

Pago de kilometraje adicional en distritos de longitud menor de 80 km.

Para esta condición tendrá que considerarse el viaje redondo de la tripulación pagándose 160 km. completos.

Las condiciones en que se computan los kilometrajes adicionales a pagar, es considerando la óptima ventaja obtenible de la situación contractual.

El costo pagado por kilometraje por todos los trenes y por año será el siguiente:

$$C_{kt} = 365 D_{td} N_{td} C_{kt}$$

$$C_{tt} = C_{kt} F_a$$

En las que:

$C_{kt}$  = Costo anual por kilometraje

$C_{tt}$  = Costo total pagado durante el año por tripulaciones en trenes.

$D_{td}$  = Distancia total a recorrer por los trenes directos (tomando en cuenta las consideraciones de kilometraje adicionales).

$N_{td}$  = Número de trenes directos por día.

$C_{kt}$  = Cuota por kilómetro de tripulación correspondiente a la División.

$F_a$  = Factor de inclusión de prestaciones directas. 365 = Días considerados en el año.

Para el cálculo del factor  $F_a$ , es necesario considerar los pagos por vacaciones y séptimo día, como sigue:

$$C_{vt} = 39 \cdot 160 C_{kt} (365 N_{td} D_{td} / 6 \cdot 160 \cdot 52.142) \quad C_{vt} = 45.50 D_{td} N_{td} C_{kt}$$

En las que:

$C_{vt}$  = Pago anual por concepto de vacaciones a tripulaciones.

39 = 30 Días + 30% de 30 días por concepto de vacaciones.

160 = kilometraje jornada.

$C_{kt}$  = Cuota de tripulación por kilómetro.

365 = Días del año.  $N_{td}$  = Número de trenes directos por día.

$D_{td}$  = Distancia total a recorrer por los trenes directos (en este caso se considera el kilometraje exacto recorrido).

52.142 = Semanas del año.

45.50 = Factor que resume todas las constantes consideradas. Base de pago del séptimo día.

$$C_{sd} = 9730 N_{td} T_{dt} C_{kt}$$

En la que:

$C_{sd}$  = Costo anual por pago del séptimo día a tripulaciones.

9730 = Resultado de multiplicar la proporción del séptimo día (0.1666) por los días del año (365) por el kilometraje jornada (160).

$N_{td}$  = Número diario de trenes directos.

$T_{dt}$  = Número total de distritos.

$C_{kt}$  = Cuota por kilómetro de tripulación.

Entonces el factor  $F_a$  será igual a:

$$F_a = (1.5 C_{kl} + C_{vt} + C_{sd}) / C_{kl}$$

En donde el 1.5 representa el 50% de protección por otros pagos no considerados aquí, como el fondo de ahorro que representa por si solo el 30%; además de cuotas al Seguro Social, INFONAVIT, etc.

El valor de  $C_{kt}$  se determina sumando las cuotas por kilómetro de cada uno de los miembros de la tripulación, considerando la jornada MIXTA. Además debe considerarse que para trenes de longitud mayor a 45 unidades (carros), aumenta un garrotero por cada 15 carros o fracción.

La tripulación normal de un tren compuesto por 2 locomotoras y 45 carros o menos, se compone de: 1 Maquinista. 1 Ayudante de maquinista. 1 Conductor y 3 Garroteros.

Por último el costo total por hora de tripulaciones se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$C_{th} = C_{tt} / (365 N_{td} T_{te})$$

En donde:

$C_{th}$  = Costo total por hora de tripulación.

$C_{tt}$  = Costo total anual por tripulaciones de trenes.

$N_{td}$  = Número de trenes directos por día.

$T_{te}$  = Tiempo de tránsito y encuentros.

365 = Días considerados por año.

#### 3.10.1.4. Costo de Reparaciones adicionales

El costo de locomotoras y equipo rodante por reparaciones adicionales, es un costo que no comprende el factor de costo indirecto y que varía de acuerdo con la longitud del tren y el tipo de desarrollo de la línea; tiene como base la contribución de todos los trenes para el pago de desperfectos de equipo por descarrilamiento, seccionamiento, ruedas, etc. y se ha tomado una comparación física de la siguiente manera:

$$C_{ra} = (C_{rl} F_f P_{mhp} N_{lc}) + (C_{rc} F_f N_{ct}^2 / 50)$$

En donde:

$C_{ra}$  = Costo por reparaciones adicionales por tren en pesos por hora.

$C_{rl}$  = Costo de referencia para locomotoras (\$200.00 por cada 1000 H.P.).

$C_{rc}$  = Costo de referencia para carros (\$30.00 por carros-hora).  $P_{mhp}$  = Potencia de la locomotora en miles de H.P.

$N_{lc}$  = Número de locomotoras conectadas al tren.

$N_{ct}$  = Número de carros arrastrados por el tren.

$F_f$  = Factor de forma de la topografía de la línea.

### 3.10.1.5. Costo por consumo de combustible y lubricantes

El costo por consumo de combustible y lubricante tiene dos aspectos principales: el primero comprende la condición de tránsito a plena carga y el segundo la condición de holgando. El consumo a plena carga se aplica al horario de tránsito resultante en relación a la utilización de la pendiente media de ascenso, para la velocidad de igualación de la fuerza tractiva útil y la resistencia correspondiente de los carros arrastrados y el consumo en condición de holgando, se aplica al tiempo que tomaría el tren para realizar los encuentros correspondientes al número de trenes por día calculados para el tráfico y para una distribución uniforme de los mismos durante el día, suponiendo la capacidad de la línea suficiente para absorber el crecimiento durante la vida económica del proyecto estudiado.

La ecuación usada para el cálculo de consumos es como sigue:

$$C_{cl} = (L_{hc} T_{tr} + L_{hh} T_{es}) (C_{rc} + C_{rl} / R_{cl})$$

En la que:

$C_{cl}$  = Costo total de combustible y lubricante.

$L_{hc}$  = Litros consumidos por hora a plena carga para el tipo de locomotora.

$T_{tr}$  = Tiempo de tránsito del tren para la pendiente media del tramo.

$L_{hh}$  = Litros consumidos por hora en condiciones de holgando.

$T_{es}$  = Tiempo de esperas por encuentros y demoras.

$C_{rc}$  = Costo de referencia usado para combustible en pesos por litro.

$C_{rl}$  = Costo de referencia usado para lubricante en pesos por litro.

$R_{cl}$  = Relación de consumo combustible - lubricante (para locomotoras diesel,

$R_{cl} = 130$ ).

Con la fórmula anterior, cuando se trata de computar un costo transitando por hora, para el renglón de combustibles y lubricantes, se sustituirá en la ecuación  $T_{tr} = 1$  y  $T_{es} = 0$  y se tendrá  $C_{cl}$  = Costo de combustible y lubricante por hora transitando. Análogamente, para determinar el costo holgando se tomará  $T_{tr} = 0$  y  $T_{es} = 1$  y se tendrá  $C_{cl}$  = Costo de combustible y lubricante por hora en condición de holgando.

### 3.10.1.6. Costo de conservación de equipo

El costo por concepto de conservación de equipo, considera la parte proporcional de conservación de locomotoras y carros correspondiente al recorrido del tren y al tipo de terreno por el que circula; este costo se computa por tonelada bruta transportada punto a punto y se calcula con la siguiente expresión:

$$C_{ce} = 711 B F_f$$

En donde:

7.11 = Costo promedio por tonelada bruta por concepto de conservación de equipo.

B = Longitud del tramo en estudio.

F<sub>f</sub> = Factor de forma de la topografía de la línea.

### 3.10.1.7. Costo de Conservación de vía

Los cargos al tren por concepto de conservación de vía se tomarán por tonelada bruta punto a punto, y se consideran dos componentes que son: los costos fijos y los costos variables.

$$C_{fcv} = 5.49 F_f B$$

$$C_{vcv} = 3.81 B F_f$$

En las que:

C<sub>fcv</sub> = Costo fijo de conservación de vía por T.B.

C<sub>vcv</sub> = Costo variable de conservación de vía por T.B.

C<sub>fv</sub> = Cargo fijo de conservación de vía por año y por kilometro. F<sub>f</sub> = Factor de forma de la topografía de la línea.

B = Longitud del tramo en estudio.

### 3.10.1.6. Costo de conservación de equipo

El costo por concepto de conservación de equipo, considera la parte proporcional de conservación de locomotoras y carros correspondiente al recorrido del tren y al tipo de terreno por el que circula; este costo se computa por tonelada bruta transportada punto a punto y se calcula con la siguiente expresión:

$$C_{ce} = 7.11 B F_f$$

En donde:

7.11 = Costo promedio por tonelada bruta por concepto de conservación de equipo.

B = Longitud del tramo en estudio.

F<sub>f</sub> = Factor de forma de la topografía de la línea.

### 3.10.1.7. Costo de Conservación de vía

Los cargos al tren por concepto de conservación de vía se tomarán por tonelada bruta punto a punto, y se consideran dos componentes que son: los costos fijos y los costos variables.

$$C_{fcv} = 5.49 F_f B$$

$$C_{vcv} = 3.81 B F_f$$

En las que:

C<sub>fcv</sub> = Costo fijo de conservación de vía por T.B.

C<sub>vcv</sub> = Costo variable de conservación de vía por T.B.

C<sub>f</sub> = Cargo fijo de conservación de vía por año y por kilómetro. F<sub>f</sub> = Factor de forma de la topografía de la línea.

B = Longitud del tramo en estudio.

### **3.10.1.8. Integración de los costos del tren**

Considerando todos los conceptos enumerados en los puntos anteriores, se determinarán los diferentes costos del tren para cada una de las formaciones utilizadas a lo largo de la ruta durante la transportación, tanto para la condición actual como para las condiciones del proyecto, como sigue:

a).- Costos por cada hora - tren transitando a plena carga.

- 1.- Amortización de fuerza completa.
- 2.- Amortización de carros completa.
- 3.- Tripulación por hora media de ruta.
- 4.- Reparaciones adicionales.
- 5.- Consumo de combustible transitando.

b).- Costos por cada hora - tren esperando durante los encuentros o las inspecciones (tiempos normales de espera referidos al tráfico medio).

- 1.- Amortización de fuerza completa.
- 2.- Amortización de carros completa.
- 3.- Tripulación por hora media de ruta.
- 4.- Reparaciones adicionales.
- 5.- Consumo de combustible en condición de holgando.

Cuando los trenes que se diseñan no tengan el tonelaje completo que moverían a plena carga y no puedan desarrollar la velocidad media que les permita toda la utilización de la fuerza tractiva, por limitaciones de horario o de otra índole, solamente se considerará la proporción de combustible relativa a la carga movida directamente de la relación de velocidades obtenible y teórica y los tiempos de tránsito y espera se referirán a la velocidad media obtenible.

Una vez determinado el costo total por tramo y por tren, deberá calcularse el costo por tonelada bruta transportada y sumarle los costos por conservación de equipo y de vía y estructuras.

Una vez determinados los costos del tren para cada tramo recorrido por una composición de fuerza diferente y determinados los horarios teóricos a los que pueden ser aplicados los costos por hora - tren ya calculados, se obtendrán los costos totales del tren por cada una de las alternativas de ruta que puedan ser usadas, considerando en cada caso la condición actual y la mejorada de cada alternativa. El análisis indicará que es lo que conviene hacer, particularmente si se complementa el estudio con una evaluación económica de los resultados a largo plazo.

Desde luego, no será necesario practicar un análisis a largo plazo para todas las alternativas, sino solamente para la más atractiva en el costo del tren y comparando condiciones actuales contra condiciones mejoradas.

Los resultados de los diferentes análisis de rutas alternas, con y sin mejoras y la evaluación del beneficio durante la vida económica del proyecto correspondiente a la alternativa más atractiva, proporcionan suficientes elementos de juicio para estar en posibilidad de tomar decisiones respecto a la ejecución, aplazamiento o suspensión definitiva del proyecto de que se trate.

En lo referente al estudio de costos del corredor ferroviario Manzanillo-Nuevo Laredo, se presentan a continuación las tablas donde se muestran los cálculos realizados. Al final de cada tabla, puede verse, para cada tramo, el costo por tonelada bruta y el costo total por tramo.

## CORREDOR FERROVIARIO MANZANILLO - NUEVO LAREDO

## METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 1

## DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N U M E R O	R E F E R E N C I A	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	MANZANILLO COLIMA (ACTUAL)	MANZANILLO COLIMA (C.T.C.)	COLIMA EL CASTILLO (ACTUAL)	COLIMA EL CASTILLO (C.T.C.)	COLIMA EL CASTILLO (DESVIO)
1	A	Tonelaje diario de referencia (Año de 1995)	Estadística o Proyecto	N: 17,434	17,434	31,663	31,663	31,663
				S: 8,061	8,061	13,304	13,304	13,304
2	B	Longitud del Tramo (Km.)	Actual y/o Proyecto	95.40	95.40	271.60	271.60	254.40
3	C	Tonelaje del tren Sent. dom.	Propuesto (T:B)	3,340	3,340	3,340	3,340	3,340
4	D	Pend. de Cal. Gob y Media (Z) Sent. dom.	Calculadas y Compensadas	1.80	1.80	2.00	2.00	2.00
				0.70	0.70	0.75	0.75	0.75
5	E	Vel. de calculo Minima y media Sent. dom.	Calculadas (Km./hr)	25.00	25.00	30.00	30.00	30.00
				55.00	55.00	65.00	65.00	65.00
6	F	Fza. tracc. a las pend. gob. y med. Sent. dom.	Calculadas	71349.0	71349.0	75800.4	75800.4	75800.4
				32438.4	32438.4	35225.0	35225.0	35225.0
7	G	Resist. de 100 carros cargados Sent. dom.	Calculadas	149039.0	149039.0	164868.9	164868.9	164868.9
				71175.2	71175.2	76961.5	76961.5	76961.5
8	H	Carros arrastrados Sent. dom.	H = (F/G)100	48	48	46	46	46
				46	46	46	46	46
ACLARACIONES Y NOTAS			Num. de locs.	3	3	4	4	4
			Num. de carros	45	45	46	46	46

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 2

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRANOS A RECTIFICAR

N	R	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	MANZANILLO (ACTUAL)	MANZANILLO (C.T.C.)	COLIMA (ACTUAL)	COLIMA (C.T.C.)	COLIMA (DESUDIO)
9	I	Vel. corregidas: Minima y media Sent. dom.	$V = (H/Nc)Evc$	26.67	26.67	30.67	30.67	30.67
				56.22	56.22	66.44	66.44	65.44
10	J	Velocidad Maxima por horario	Actual y Proyecto (km./hr.)	52.10	52.10	49.40	49.40	50.00
11	K	% de carga de la fuerza Sent. dom.	(1) $K = (J/Ia)100$ (2)	93	93	74	74	75
12	L	Tiempo de ensito (hrs.) Sent. dom.	(2) $L = B/Ia$	1.83	1.83	5.50	5.50	5.09
		Conelaje del tren Sent. cont.	$M = (Acont/Adoal)C$	1,544	1,544	1,403	1,403	1,403
14	M	Pend. media y l. de calc. Sent. cont.	Calculadas	0.45	0.45	0.60	0.60	0.60
				70	70	70	70	70
15	P	Fuerza tractiva: la pend. media Sent. cont.	Calculadas	25616.7	25616.7	33165.6	33165.6	33165.6
16	Q	Resist. de 100 carros cargados Sent. cont.	Calculadas	30714.7	30714.7	34343.7	34343.7	34343.7

DECLARACIONES Y NOTAS

(1) Cuando  $J/I > 1$  entonces  $K=100\%$

(2) Cuando  $K < 100\%$  entonces  $L=B/J$

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 3

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N	R	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	MANZANILLO COLIMA (ACTUAL)	MANZANILLO COLIMA (C.T.C.)	COLIMA EL CASTILLO (ACTUAL)	COLIMA EL CASTILLO (C.T.C.)	COLIMA EL CASTILLO (DESVID)
17	R	Carros arrastrados Sent. cont.	$R=(P/Q)100$	83	83	97	97	97
18	S	Vel. media corregida Sent. cont.	$S=(R/Nc)Nvc$	129.11	129.11	150.89	150.89	150.89
19	T	Tiempo de (transito (Hrs.) Sent. cont.	(3) $T = B/S$	1.33	1.83	5.50	5.50	5.09
20	U	% de carga de la fuerza Sent. cont.	(4) $U=(J/S)100$	40	40	33	33	33
21	V	Número de tranes directos	$V=(ADom./C)2$	10	10	18	18	18
22	W	Número de canales fijos	(5)	6	10	6	6	6
23	X	Canales totales iniciales y finales	$Xi = V+W$ $Xf = (6)$	16	20	24	24	24
24	Y	Canales para la capacidad proyecto	$Yi=(V/0.8)+W$ $Yf = (7)$	19	23	29	29	29

ACLARACIONES Y NOTAS

(3) Cuando  $U < 100\%$  entonces  $T=B/J$

(4) Cuando  $J/S > 1$  entonces  $U=100\%$

(5) Pasajeros, Mixtos, Locales y Unitarios

(6)  $Xf = ((1+Ts/100)^n)V+W$

(7)  $Yf = ((1+Ts/100)^n)V/0.8+W$

$Te = 3$

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 4

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N U M	R E F	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	MANZANILLO COLIMA (ACTUAL)	MANZANILLO COLIMA (C.T.C.)	COLIMA EL CASTILLO (ACTUAL)	COLIMA EL CASTILLO (C.T.C.)	COLIMA EL CASTILLO (DESVI0)
25	Z	Módulo necesario entre laderos	(8)	0.41	0.52	0.39	0.34	0.34
26	a	Número de laderos necesarios	$a = (L/Z)+1$	5	5	15	17	16
27	b	Horario para la capacidad final	(9)	2.66	2.16	8.00	6.63	6.15
28	c	Horario inicial	(10)	2.39	2.07	7.50	6.20	5.74
29	d	Tiempo de esperas adicionales	Cambios de tripulacion etc.	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50
30	e	Horario medio para cálculo de costos	$e=(b+c/2)-d$	2.53	2.12	8.25	6.91	6.45
31	f	Horario medio transitando y holgando	$f=e-(L+T/2)$ T H	1.83 0.70	1.83 0.29	5.50 2.75	5.50 1.41	5.09 1.36
32	g	% de carga medio de la fuerza	$g=k+U/2$	67	67	54	54	54

ACLARACIONES Y NOTAS

(8) Con O.T.  $Z=((1000/Yf)-10)/60$   
Con C.T.C.  $Z=((1152/Yf)-4)/60$

(9) Con O.T.  $b=L+(10a/60)$   
Con C.T.C.  $b=L+(4a/60)$

(10) Con O.T.  $c=L+(X1/Xf)((10a/60)$   
Con C.T.C.  $c=L+(X1/Xf)(4a/60)$

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 5

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N U M	R E F	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	MANZANILLO (ACTUAL)	MANZANILLO (C.T.C.)	COLIMA (ACTUAL)	COLIMA (C.T.C.)	COLIMA (DESVIQ)
33	h	Amortizacion de la fuerza tractiva	Calculado \$/hora	300847.50	300847.50	401130.00	401130.00	401130.00
34	i	Amortizacion de equipo de arrastre	Calculado \$/hora	94500.00	94500.00	94500.00	94500.00	94500.00
35	j	Pago de tripulaciones	Calculado \$/hora	85818.00	102449.00	95818.00	102449.00	107948.00
36	k	Reparaciones adicionales	Calculado \$/hora	2713.50	2713.50	3325.80	3325.80	3325.80
37	l	Consumo de combustible y lubricante	Calculado \$/hora	1014366.60	1014366.60	1090065.60	1090065.60	1090065.60
38	s	Costo por tramo transitando y holgando	(!!!) H	1498245.60	1514676.60	1674839.40	1691470.40	1698969.40
39	n	Costo por tramo transitando y holganco	nT = fTnT nH = fHnH	2741789.45	2772224.18	9211616.70	9303087.20	8637574.25
40	p	Costo total por tramo por tren	p = nT+nH	3115910.75	2932040.28	11005204.55	10246159.37	9554631.81

ACLARACIONES Y NOTAS

(!!!) a = h+i+j+k+l

FACTOR DE FORMA	0.90	0.90	0.92	0.92	0.92
TIPO DE CAMBIO	\$3,000.00				

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 6

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N	R	REFERENCIAS	MANZANILLO	MANZANILLO	COLIMA	COLIMA	COLIMA
U	E	DE ORIGEN	COLIMA	COLIMA	EL CASTILLO	EL CASTILLO	EL CASTILLO
M	F	O CALCULO	(ACTUAL)	(C.T.C.)	(ACTUAL)	(C.T.C.)	(DESVI0)
41	q	Costo de la tonelada bruta por tramo (12)	1,275.97	1,200.67	4,640.61	4,320.54	4,028.96
42	r	Costo por conservacion del equipo/T.B. $r=7.11R(FF)$	610.46	610.46	1,776.59	1,776.59	1,664.08
43	s	Costo fijo de conservacion de via/T.B. $s=5.49B(FF)$	471.37	471.37	1,371.80	1,371.80	1,284.92
44	t	Costo variable de conservacion de via/T.B. $t=3.81B(FF)$	327.13	327.13	952.01	952.01	891.72
45	u	Suptcia. y Despacho de Trenes $u=2.16B$	206.06	206.06	586.66	586.66	549.50
46	v	Costo por T.P. por Tramo $v=r+s+t+u$	2,991.00	2,815.70	9,327.67	9,007.50	8,419.19
47	w	Costo Total por T.B. por Tramo $w=1.083v$	3,130.95	3,049.40	10,101.86	9,755.23	9,117.98
48	x	Costo por T.B.K. $x=w/B$	32.82	31.96	37.19	35.92	35.84

ACLARACIONES Y NOTAS (12)  $q = p/((C+M)/2)$   
 FF = Factor de forma de la topografía de la línea

## CORREDOR FERROVIARIO MANZANILLO - NVO. LAREDO

## METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 1

## DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECONSTRUIR

N	R	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	EL CASTILLO (ACTUAL)	IRAPUATO (ACTUAL)	CELAYA (ACTUAL)	S. LUIS P. VANEGAS (ACTUAL)	VANEGAS B. MENDEZ (ACTUAL)
1	A	Tonelaje diario de referencia (Año de 1995)	Estadística o Proyecto	21,174	24,875	27,917	24,132	24,172
				35,610	41,877	35,284	33,721	33,815
2	B	Longitud del Tramo (Km.)	Actual y/o Proyecto	234.30	81.30	212.70	195.90	150.00
3	C	Tonelaje del tren Sent. dom.	Propuesto (T:B)	3,343	3,343	3,343	3,343	3,343
4	D	Pend. de Cal. Gob y Media (Z) Sent. dom.	Calculadas Y Compensadas	1.00	0.40	0.80	1.00	0.95
				0.35	0.30	0.50	0.45	0.30
5	E	Vel. de calculo Minima y media Sent. dom.	Calculadas (Km./hr)	30.00	55.00	35.00	30.00	30.00
				60.00	65.00	50.00	50.00	65.00
6	F	Fza. tracc. las pend. gob. y med. Sent. dom.	Calculadas	41200.2	22615.6	35419.1	41200.2	41365.2
				20700.9	19097.5	24770.6	24935.6	19097.5
7	G	Resist. de 100 carros cargados Sent. dom.	Calculadas	89458.9	48552.2	75164.7	89458.9	85688.4
				45769.6	43027.0	55145.4	51374.9	43027.0
9	H	Carros arrastrados Sent. dom.	H = (F/G)100	46	47	47	46	48
				45	44	45	49	44
ACLARACIONES Y NOTAS			Num. de locs.	2	2	2	2	2
			Num. de carros	45				

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 2

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N	R	REFERENCIAS	EL CASTILLO	IRAPUATO	CELAYA	S. LUIS P.	VANEGAS
U	E	DE ORIGEN	IRAPUATO	CELAYA	S. LUIS P.	VANEGAS	B. MENDEZ
M	F	O CALCULO	(ACTUAL)	(ACTUAL)	(ACTUAL)	(ACTUAL)	(ACTUAL)
9	I	Vel. corregidas Minima y media Sent. dom.	30.67	57.44	36.56	30.67	32.00
		$J = (H/Nc)Evc$					
10	J	Velocidad Maxima por horario	60.00	63.56	50.00	54.44	63.56
		Actual y Proyecto (km./hr.)					
11	K	% de carga de la fuerza Sent. dom.	94	100	100	100	94
		(1) $K = (J/Is)100$ (2)					
12	L	Tiempo de Transito (hrs.) Sent. dom.	4.13	0.96	4.25	3.60	2.50
		(2) $L = B/Im$					
13	M	Tonelaje del tren Sent. cont.	1,988	1,986	2,645	2,392	2,390
		$M = (Acont/Adom)C$					
14	N	Pend. media y Vel. de calc. Sent. cont.	0.40	0.35	0.50	0.35	0.50
		Calculadas					
15	P	Fuerza tractiva la la pend. media Sent. cont.	17242.8	17407.8	22285.6	17407.8	20205.9
		Calculadas					
16	Q	Resist. de 100 carros cargados Sent. cont.	34515.0	32285.0	46200.0	57148.8	43523.5
		Calculadas					

ACLARACIONES Y NOTAS

(1) Cuando  $J/1 > 1$  entonces  $K=100\%$

(2) Cuando  $K < 100\%$  entonces  $L=B/J$

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja núm. 3

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N	R	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN G CALCULO	EL CASTILLO (ACTUAL)	IRAPUATO (ACTUAL)	CELAYA (ACTUAL)	S. LUIS P. (ACTUAL)	VANEGAS (ACTUAL)	B. MENDEZ (ACTUAL)
17	R	Carros arrastrados Sent. cont.	$R=(P/Q)100$	50	54	48	47	46	
18	S	Vel. media corregida Sent. cont.	$S=(R/Nc)Nvc$	77.79	84.00	59.67	73.11	61.33	
19	T	Tiempo de (transito (Hrs.) Sent. cont.	(3) $T = B/S$	4.13	0.97	3.63	3.30	2.50	
20	U	% de carga de la fuerza Sent. cont.	(4) $U=(J/S)100$	73	75	100	81	98	
21	V	Número de trenes directos	$V=(ADom./C)2$	22	26	22	20	20	
22	W	Número de canales fijos	(5)	9	14	8	8	8	
23	X	Canales totales iniciales y finales	$Xi = V+W$ $Xf = (6)$	30	40	30	28	28	
24	Y	Canales para la capacidad proyecto	$Yi=(W/0.8)+W$ $Yf = (7)$	36	47	36	33	33	

ACLARACIONES Y NOTAS

(3) Cuando  $U < 100\%$  entonces  $T=B/J$   
 (4) Cuando  $J/S > 1$  entonces  $U=100\%$   
 (5) Pasajeros, Mixtos, Locales y Unitarios  
 (6)  $Xf = ((1+Ts/100)^n)V+W$   
 (7)  $Yf = ((1+Ts/100)^n)W/0.8+W$   
 $Ts = 3$  3.8

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

10. 4

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N U M	R E F	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	EL CASTILLO IRAPUATO (ACTUAL)	IRAPUATO CELAYA (ACTUAL)	CELAYA S. LUIS P. (ACTUAL)	S. LUIS P. VANEGAS (ACTUAL)	VANEGAS P. MENDE (ACTUAL)
25	Z	Módulo necesario entre laderos	(8)	0.36	0.26	0.33	0.37	0.2
26	a	Número de laderos necesarios	$a = (L/Z)+1$	12	5	14	11	
27	b	Horario para la capacidad final	(9)	4.93	1.30	5.19	4.33	3.
28	c	Horario inicial	(10)	4.76	1.24	4.95	4.15	2.
29	d	Tiempo de esperas adicionales	Cambios de tripulacion etc.	1.00	0.50	0.50	1.00	
30	e	Horario medio para cálculo de costos	$e=(b+c/2)+d$	5.85	1.77	5.57	5.24	3.
31	f	Horario medio transitando y holgando	$f=e-(L+T/2)$ H	4.13	0.97	3.94	3.45	2.5
32	g	% de carga medio de la fuerza	$g=K+U/2$	84	88	100	91	96
ACLARACIONES Y NOTAS				(9) Con O.T. $b=L+(10a/60)$	(10) Con O.T. $c=L+(X1/Xf)$		(9)	
(8) Con O.T. $Z=((1000/Yf)-10)/60$				Con C.T.C. $b=L+(4a/60)$		Con C.T.C. $c=L+(X1/Xf)$		(9)
Con C.T.C. $Z=((1152/Yf)-4)/60$								

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 5

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N U M	R E F	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	EL CASTILLO IRAPUATO (ACTUAL)	IRAPUATO CELAYA (ACTUAL)	CELAYA S. LUIS P. (ACTUAL)	S. LUIS P. VANEGAS (ACTUAL)	VANEGAS B. PENDEZ (ACTUAL)
33	h	Amortizacion de la fuerza tractiva	Calculado \$/hora	199485.00	199485.00	199485.00	199485.00	199485.00
34	i	Amortizacion de equipo de arrastre	Calculado \$/hora	94176.00	94176.00	94176.00	94176.00	94176.00
35	j	Pago de tripulaciones	Calculado \$/hora	67678.00	60935.00	62130.00	58643.00	56171.00
36	k	Reparaciones adicionales	Calculado \$/hora	1956.15	1932.00	2052.75	2004.45	1932.00
37	l	Consumo de combustible y lubricante	Calculado \$/hora	847828.80	888201.60	1009320.00	918481.20	968947.20
38	m	Costo por hora transitando y noigando	(11) H	1211123.95 397015.15	1244729.60 390248.00	1367163.75 391563.75	1272789.65 388028.45	1320711.20 385484.00
39	n	Costo por tramo transitando y noigando	$nI = I \cdot n$ $nH = H \cdot n$	5001941.91 562866.06	1207387.71 312198.40	5386625.18 638248.91	4391124.29 694570.93	5301778.00 566661.48
40	p	Costo total por tramo por tren	$p = nI + nH$	5684807.97	1519586.11	6024874.09	5085695.22	3869439.48
ACLARACIONES Y NOTAS			(11) $a = h+i+j+k+l$					
			FACTOR DE FORMA	0.81	0.80	0.85	0.83	0.80
			TIPO DE CAMBIO	\$3,000.00				

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja núm. 6

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N U M	R E F	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	EL CASTILLO IRAPUATO (ACTUAL)	IRAPUATO CELAYA (ACTUAL)	CELAYA S. LUIS P. (ACTUAL)	S. LUIS P. VANEGAS (ACTUAL)	VANEGAS B. MENDEZ (ACTUAL)
41	q	Costo de la tonelada bruta por tramo	(12)	2,132.74	570.31	2,012.32	1,773.56	1,349.53
42	r	Costo por conservacion de equipo/T.B.	$r=7.11B(FF)$	1,349.36	348.67	1,285.45	1,156.06	653.20
43	s	Costo fijo de conservacion de via/T.B.	$s=5.498(FF)$	1,041.91	269.23	992.56	892.66	658.80
44	t	Costo variable de conservacion de via/T.B.	$t=3.818(FF)$	723.07	186.84	688.83	619.49	457.20
45	u	Suptcia. y Despacho de Trenes	$u=2.168$	506.09	132.41	459.43	423.14	324.00
46	v	Costo por T.B. por Tramo	$v=otr+s+ttu$	5,753.17	1,507.46	5,438.60	4,964.92	3,642.73
47	w	Costo total por T.B. por Tramo	$w=1.083v$	6,230.68	1,632.58	5,890.00	5,268.71	3,945.08
48	x	Costo por T.B.K.	$x=w/B$	26.59	26.63	27.69	26.89	26.30

DECLARACIONES Y NOTAS

(12)  $q = p / ((C+M)/2)$

FF = Factor de forma de la topografia de la linea

## CORREDOR FERROVIARIO MANZANILLO - NUEVO LAREDO

## METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 1

## DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N	R	REFERENCIAS	B. MENDEZ	MONTERREY	B. MENDEZ	MONTERREY	
U	E	CONCEPTO	DE ORIGEN	MONTERREY	INVO. LAREDO	MONTERREY	
M	F		O CALCULO	(ACTUAL)	(ACTUAL)	(PROYECTO)	
				(PROYECTO)		(PROYECTO)	
1	A	Tonelaje diario: Estadística de referencia o (Año de 1995)	NI Proyecto	16,976 26,695	10,580 21,599	16,976 26,695	10,580 21,599
2	B	Longitud del Tramo (Km.)	Actual Proyecto	154.50	266.20	176.00	266.20
3	C	Tonelaje del tren Sent. dom.	Propuesto (f:B)	3,343	3,343	3,343	3,343
4	D	Pend. de Cal. 16ob y Media (%) Sent. dom.	Calculadas Y Compensadas	2.00 1.35	1.00 0.45	1.50 1.05	1.00 0.45
5	E	Vel. de calculo: Minima y media Sent. dom.	Calculadas (Km./hr)	30.00 40.00	30.00 50.00	30.00 40.00	30.00 50.00
6	F	Fza. trac. a las pend. gob. y med. Sent. dom.	Calculadas	75800.4 57529.4	41200.2 24935.6	59325.3 44632.1	41200.2 24935.6
7	G	Resist. de 100 carros cargados Sent. dom.	Calculadas	164868.9 117468.9	89458.9 51374.9	127163.9 94845.1	89458.9 51374.9
8	H	Carros arrastrados Sent. dom.	$H = (F/G)100$	46 49	46 49	47 47	46 49
DECLARACIONES Y NOTAS		Num. de locs. Num. de carros	4 45	2	3	2	

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 2

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N	R	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	B. MENDEZ MONTERREY (ACTUAL)	MONTERREY INVO. LAREDO (ACTUAL)	B. MENDEZ MONTERREY (PROYECTO)	MONTERREY INVO. LAREDO (PROYECTO)
9	I	Vel. corregidas Minima y media Sent. dom.	$I = (H/Nc)Evc$	30.67 43.56	30.67 54.44	31.33 41.78	30.67 54.44
10	J	Velocidad Maxima por horario	Actual y Proyecto (km./hr.)	46.12	60.78	55.00	65.00
11	K	% de carga de la fuerza Sent. dom.	$K = (J/I)100$ (1) (2)	100	100	100	100
12	L	Tiempo de Transito (hrs.) Sent. dom.	$L = B/Ia$ (2)	3.55	4.89	4.21	4.89
13	M	Tonelaje del tren Sent. cont.	$M = (Acont/Adom)C$	2,126	1,638	2,126	1,638
14	N	Pend. media y Vel. de calc. Sent. cont.	Calculadas	BAJADA	0.40 70.00	BAJADA	0.40 70.00
15	P	Fuerza tractiva a la pend.media Sent. cont.	Calculadas	-	17242.8	-	17242.8
16	Q	Resist. de 100 carros cargados Sent. cont.	Calculadas	-	31035.7	-	31035.7

ACLARACIONES Y NOTAS (1) Cuando  $J/I > 1$  entonces  $K=100\%$   
 (2) Cuando  $K < 100\%$  entonces  $L=B/J$

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 3

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N	R	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN D CALCULO	B. MENDEZ MONTERREY (ACTUAL)	MONTERREY INVO. LAREDO (ACTUAL)	B. MENDEZ MONTERREY (PROYECTO)	MONTERREY INVO. LAREDO (PROYECTO)
17	R	Carros arrastrados Sent. cont.	$R=(P/Q)100$	-	56	-	56
18	S	Vel. media cargada Sent. cont.	$S=(R/Mc)Nvc$	-	87.11	-	87.11
19	T	Tiempo de tránsito (Hrs.) Sent. cont.	$T = B/S$ (3)	3.35	4.38	3.20	4.10
20	U	% de carga de la fuerza Sent. cont.	$U=(J/S)100$ (4)	10	70	10	75
21	V	Número de trenes directos	$V=(ABo_w./C)2$	16	12	16	12
22	W	Número de canales fijos	(5)	8	6	8	6
23	X	Canales totales iniciales y finales	$X_i = V+W$ $X_f = (6)$	24 45	18 26	24 65	18 38
24	Y	Canales para la capacidad proyecto	$Y_i=(V/0.8)+W$ $Y_f = (7)$	28 54	21 30	28 79	21 46
ACLARACIONES Y NOTAS			(3) Cuando $U < 100\%$ entonces $T=B/J$			(6) $X_f = ((1+T_s/100)^n)V+W$	
			(4) Cuando $J/S > 1$ entonces $U=100\%$			(7) $Y_f = ((1+T_s/100)^n)V/0.8+W$	
			(5) Pasajeros, Mixtos, Locales y Unitarios			$T_s =$	4.3
							5.0

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 4

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N U M	R E F	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	B. MENDEZ MONTERREY (ACTUAL)	MONTERREY MVO. LAREDO (ACTUAL)	B. MENDEZ MONTERREY (PROYECTO)	MONTERREY MVO. LAREDO (PROYECTO)
25	Z	Módulo necesario entre laderos	(8)	0.29	0.39	DOBLE VIA	0.35
26	a	Número de laderos necesarios	$a = (L/Z)+1$	13	14	DOBLE VIA	15
27	b	Horario para la capacidad final	(9)	4.41	7.22	3.71	5.89
28	c	Horario inicial	(10)	4.01	6.50	3.71	5.36
29	d	Tiempo de esperas adicionales	Cambios de tripulacion etc.	6.00	0.50	0.50	0.50
30	e	Horario medio para cálculo de costos	$e = (b+c)/2 + d$	10.21	7.36	4.21	6.13
31	f	Horario medio transitando y holgando	$f = e - (L+T)/2$	3.45	4.63	3.71	4.49
32	g	% de carga medio de la fuerza	$g = K+U/2$	55	85	55	88

ACLARACIONES Y NOTAS

(8) Con O.T.  $Z = ((1000/Yf) - 10)/60$   
 Con C.T.C.  $Z = ((111S2/Yf) - 4)/60$

(9) Con O.T.  $b = L + (10a/60)$

Con C.T.C.  $b = L + (4a/60)$

(10) Con O.T.  $c = L + (X_i/X_f)(10a/60)$

Con C.T.C.  $c = L + (X_i/X_f)(4a/60)$

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 5

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N U M	R E F	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	B. MENDEZ MONTERREY (ACTUAL)	MONTERREY NVO. LAREDO (ACTUAL)	B. MENDEZ MONTERREY (PROYECTO)	MONTERREY NVO. LAREDO (PROYECTO)
33	h	Amortizacion de la fuerza tractiva	Calculado \$/hora	401130.00	200565.00	300847.50	200565.00
34	i	Amortizacion de equipo de arrastre	Calculado \$/hora	94176.00	94176.00	94176.00	94176.00
35	j	Pago de tripulaciones	Calculado \$/hora	58601.00	63797.00	65615.00	76598.00
36	k	Reparaciones adicionales	Calculado \$/hora	4048.80	2004.45	3075.30	2004.45
37	l	Consumo de combustible y lubricante	Calculado \$/hora	1110252.00 H	857922.00 M	832689.00	888201.60 M
38	m	Costo por hora transitando y holgando	(11)	1668207.80 H	1218464.45 H	1296402.80	1261545.05 H
39	n	Costo por tramo transitando y holgando	$nT = fTnT$ $nH = fHnH$	5755316.91	5641490.40	4809654.39	5664337.27
40	p	Costo total por tramo por tren	$p = nT+nH$	9982992.52	6717826.89	5066801.29	6331921.33
ACLARACIONES Y NOTAS			(11) $m = n(i+j)+i+1$	1.12	0.83	1.02	0.83
			FACTOR DE FORMA				
			TIPO DE CAMBIO	\$3,000.00			

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 6

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N	R	REFERENCIAS	B. MENDEZ	MONTERREY	B. MENDEZ	MONTERREY	
U	E	DE ORIGEN	MONTERREY	NVO. LAREDO	MONTERREY	NVO. LAREDO	
M	F	O CALCULO	(ACTUAL)	(ACTUAL)	(PROYECTO)	(PROYECTO)	
41	q	Costo de la tonelada bruta por tramo	(12)	3,650.76	2,697.38	1,852.92	2,542.43
42	r	Costo por conservacion de equipo/T.B.	r=7.11B(FF)	1,230.31	1,570.93	1,276.39	1,570.93
43	s	Costo fijo de conservacion de via/T.B.	s=5.49B(FF)	949.99	1,212.99	985.56	1,212.99
44	t	Costo variable de conservacion de via/T.B.	t=3.81B(FF)	659.28	841.80	683.97	841.80
45	u	Suptcia. y Despacho de Trenes	u=2.16B	333.72	574.99	380.16	574.99
46	v	Costo por T.B. por Tramo	v=0+r+s+t+u	6,824.07	6,898.10	5,179.00	6,743.15
47	w	Costo Total por T.B. por Tramo	w=1.063v	7,390.46	7,470.64	5,608.86	7,302.83
48	x	Costo por T.B.K.	x=w/B	47.83	28.06	31.87	27.43

ACLARACIONES Y NOTAS

(12) q = p/((C+M)/2)  
 FF = Factor de forma de la topografia de la linea

## CORREDOR FERROVIARIO MANZANILLO - NUEVO LAREDO

## METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 1

## DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRANOS A RECTIFICAR

N R		REFERENCIAS	EL CASTILLO	GALLARDO	EL CASTILLO	GALLARDO	
U E		DE ORIGEN	GALLARDO	VANEGAS	GALLARDO	VANEGAS	
M F		O CALCULO	(ALT. I)	(ALT. I)	(ALT. II)	(ALT. II)	
1	A	Tonelaje diario de referencia (Año de 1995)	Estadística N: 15,196	15,194	15,196	15,194	
			Proyecto S: 7,212	7,513	7,212	7,513	
2	B	Longitud del Trazo (Km.)	Actual y/o Proyecto	278.60	272.60	278.10	278.40
3	C	Tonelaje del tren Sent. dom.	Propuesto (T:B)	3,343	3,343	3,343	3,343
4	D	Pend. de Cal. (Bob y Media (%)) Sent. dom.	Calculadas Y Compensadas	1.00	1.50	1.00	1.00
				0.35	0.40	0.35	0.35
5	E	Vel. de calculo Minima y media Sent. dom.	Calculadas (Km./hr)	30.00	30.00	30.00	30.00
				60.00	70.00	60.00	60.00
6	F	Fza. tracc. las (pend. gob. y med.) Sent. dom.	Calculadas	41200.2	59325.3	41200.2	41200.2
				20700.9	25864.2	20700.9	20700.9
7	G	Resist. de 100 carros cargados Sent. dom.	Calculadas	89458.9	127163.9	89458.9	89458.9
				45769.6	51635.8	45769.6	45769.6
8	H	Carros arrastrados Sent. dom.	H = (F/G)100	46	47	46	46
				45	50	45	45
DECLARACIONES Y NOTAS		Nun. de locs.	2	3	2	2	
		Nun. de carros	45				

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 2

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRANOS A RECTIFICAR

N	R	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	EL CASTILLO GALLARDO (ALT. I)	GALLARDO VANEGAS (ALT. I)	EL CASTILLO GALLARDO (ALT. II)	GALLARDO VANEGAS (ALT. II)
9	I	Vel. corregidas; Minima y media; Sent. dom.	$V = (H/Kc)Evc$	30.67	31.33	30.67	30.67
10	J	Velocidad Maxima por horario	Actual y Proyecto (km./hr.)	56.50	56.79	60.00	60.00
11	K	% de carga de la fuerza; Sent. dom.	$K = (J/ia)100$ (%)	94	73	100	100
12	L	Tiempo de Transito (hrs.); Sent. dom.	$L = B/ia$ (2)	4.93	4.80	4.64	4.64
13	M	Tonelaje del tren; Sent. cont.	$M=(Acont/Adoa)C$	1,587	1,653	1,587	1,653
	N	Pend. media y Vel. de calc.; Sent. cont.	Calculadas	0.35	0.35	0.35	0.35
15	P	Fuerza tractiva a la pend.media; Sent. cont.	Calculadas	17407.9	26111.7	17407.8	17407.8
16	Q	Resist. de 100 carros cargados; Sent. cont.	Calculadas	29094.7	29094.7	29094.7	29094.7

ACLARACIONES Y NOTAS

- (1) Cuando  $J/1 > 1$  entonces  $K=100\%$
- (2) Cuando  $K < 100\%$  entonces  $L=B/J$

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 3

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N	R	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	EL CASTILLO GALLARDO (ALT. I)	GALLARDO VANEGAS (ALT. I)	EL CASTILLO GALLARDO (ALT. II)	GALLARDO VANEGAS (ALT. II)
17	R	Carros arrastrados Sent. cont.	$R=(P/Q)100$	60	90	60	60
18	S	Vel. media corregida Sent. cont.	$S=(R/Mc)Nvc$	93.33	140.00	93.33	93.33
19	T	Tiempo de tránsito (Hrs.) Sent. cont.	$T = B/S$ (3)	4.93	4.80	4.64	4.64
20	U	% de carga de la fuerza Sent. cont.	$U=(J/S)100$ (4)	61	41	64	64
21	V	Número de trenes directos	$V=(ADoa./C)2$	10	10	10	10
22	W	Número de canales fijos	(5)	5	6	6	6
23	X	Canales totales: iniciales y finales	$Xi = V+W$ $Xf = (6)$	15	16	16	16
24	Y	Canales para la capacidad proyecto	$Yi=(V/O.S)+W$ $Yf = (7)$	19	19	19	19

ACLARACIONES Y NOTAS (3) Cuando  $U < 100\%$  entonces  $T = B/J$  (6)  $Xf = ((1+Ts/100)^n)V+W$   
 (4) Cuando  $J/S > 1$  entonces  $U = 100\%$  (7)  $Yf = ((1+Ts/100)^n)V/O.S+W$   
 (5) Pasajeros, Mixtos, Locales y Unitarios  $Ts = 2.5$

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 4

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N U M	R E F	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	EL CASTILLO GALLARDO (ALT. I)	GALLARDO VANEGAS (ALT. I)	EL CASTILLO GALLARDO (ALT. II)	GALLARDO VANEGAS (ALT. II)
25	Z	Módulo necesario entre laderos	(8)	0.47	0.47	0.47	0.47
26	a	Número de laderos necesarios	$a = (L/Z)+1$	11	11	11	11
27	b	Horario para la capacidad final	(9)	6.76	6.63	6.47	6.47
28	c	Horario inicial	(10)	6.26	6.13	5.97	5.97
29	d	Tiempo de esperas adicionales	Cambios de tripulacion etc.	1.00	1.00	1.00	1.00
30	e	Horario medio para cálculo de costos	$e=(b+c/2)+d$	7.51	7.39	7.22	7.22
31	f	Horario medio transitando y volgando	$f=e-(L+T/2)$	4.93	4.80	4.64	4.64
			H	2.58	2.58	2.58	2.58
32	g	% de carga medio de la fuerza	$g=K*U/2$	73	57	82	82

ACLARACIONES Y NOTAS

(8) Con D.T.  $Z=(11000/Yf)-101/60$   
Con C.T.C.  $Z=(1152/Yf)-41/60$

(9) Con D.T.  $b=L*(10a/60)$   
Con C.T.C.  $b=L*(4a/60)$

(10) Con D.T.  $c=L*(Xi/Xf)(10a/60)$   
Con C.T.C.  $c=L*(Xi/Xf)(4a/60)$

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 5

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

N. U. M.	R. E. F.	CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	EL CASTILLO GALLARDO (ALT. I)	GALLARDO VANEGAS (ALT. I)	EL CASTILLO GALLARDO (ALT. II)	GALLARDO VANEGAS (ALT. II)
33	h	Amortizacion de la fuerza tractiva	Calculado \$/hora	200565.00	300847.50	200565.00	200565.00
34	i	Amortizacion de equipo de arrastre	Calculado \$/hora	94176.00	94176.00	94176.00	94176.00
35	j	Pago de tripulaciones	Calculado \$/hora	66333.00	77599.00	68838.00	68934.00
36	k	Reparaciones adicionales	Calculado \$/hora	1956.15	2472.30	1956.15	1956.15
37	l	Consumo de combustible y lubricante	Calculado \$/hora	T 797269.60 H 33720.00	862968.60 50580.00	827642.40 33720.00	827642.40 33720.00
38	m	Costo por hora transitando y holgando	(II)	T 1150299.75 H 396750.15	1338063.40 525674.80	1193177.55 399255.15	1193273.55 399351.15
39	n	Costo por tramo transitando y holgando	$nT = fT \cdot nT$ $nH = fH \cdot nH$	5670977.77 1023615.39	6422704.32 1356240.98	5536343.83 1030078.29	5536789.27 1030325.97
40	p	Costo total por tramo por tren	$p = nT + nH$	6694593.15	7778945.30	6566422.12	6567115.24

DECLARACIONES Y NOTAS (II)  $m = h+i+j+k+l$   
 FACTOR DE FORMA 0.81 0.82 0.81 0.81  
 TIPO DE CAMBIO \$3,000.00

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE BENEFICIOS

Hoja num. 6

DATOS DE LINEA PARA EL ANALISIS ECONOMICO DE TRAMOS A RECTIFICAR

CONCEPTO	REFERENCIAS DE ORIGEN O CALCULO	EL CASTILLO GALLARDO (ALT. I)	GALLARDO VANEGAS (ALT. I)	EL CASTILLO GALLARDO (ALT. II)	GALLARDO VANEGAS (ALT. II)
Costo de la medida bruta por tramo	(12)	2,715.86	3,114.07	2,663.86	2,628.95
Costo por distribucion del equilibrio T.B.	$r=7.119(FF)$	1,604.49	1,589.31	1,601.61	1,603.33
Costo de distribucion de via/T.B.	$s=5.493(FF)$	1,238.91	1,227.19	1,236.68	1,238.02
Costo variable de distribucion de via/T.B.	$t=1.3(FF)$	859.79	851.66	858.24	859.17
Costo de via/T.B.	$u=2.168$	601.78	588.82	600.70	601.34
Costo por T.B. por Tramo	$v=q+r+s+t+u$	7,020.82	7,371.05	6,961.09	6,930.81
Costo Total por T.B. por Tramo	$w=1.0838$	7,603.54	7,982.84	7,538.86	7,506.07
Costo por T.B.	$x=w/B$	27.29	29.28	27.11	26.96
Y VANEGAS	(12) $q = p / ((C+M)/2)$ FF = Factor de forma de la topografia de la linea				

### 3.11. ESTUDIO DE BENEFICIOS

La metodología que se llevó a cabo con el fin de evaluar los beneficios que generarán la implantación de los proyectos que se consideran, se divide en dos partes, una referente al cálculo de los beneficios para la evaluación económica y otra para la evaluación financiera, ya que cada una requiere un enfoque distinto.

Para el caso del estudio de beneficios para la evaluación financiera, se consideraron dos tipos de beneficios: los beneficios de operación y los beneficios por tráfico derivado. La metodología seguida fue la siguiente:

a) Del estudio del pronóstico del tráfico de carga, realizado anteriormente, se calculó la tasa media de crecimiento anual y se determinó el pronóstico de tráfico anual para cada uno de los tramos en estudio.

b) Se calculó el tráfico manejado por Ferrocarril, que, cuando la línea no se satura, es el mismo que el que proporciona el pronóstico, pero en caso contrario, se supone que el tráfico se estima constante a partir del año de saturación. El tráfico restante es absorbido por el Autotransporte.

c) Se calcularon los beneficios por tráfico derivado, considerando que, gracias a la implantación del estudio en cuestión, el tráfico que había absorbido el autotransporte seguirá manejándose por Ferrocarril, ya que, bajo estas condiciones, la capacidad de la línea se incrementa. El beneficio se obtiene restando el costo por tonelada bruta transportada en autotransporte por el correspondiente al del Ferrocarril. Esta diferencia de costos, multiplicada por el número de toneladas brutas anuales, representará un beneficio a la economía en su conjunto.

d) Se calculó el beneficio por operación correspondiente a la diferencia de costos de operación y mantenimiento de transportar una tonelada bruta bajo las condiciones actuales y las del proyecto. Esta cantidad, multiplicada por el número de toneladas brutas, nos proporciona el beneficio anual por operación.

e) Finalmente, se calcularon los beneficios totales como la suma de los beneficios inducidos y de los beneficios de operación.

Para el estudio de los beneficios utilizados en la evaluación financiera, se considera que el proyecto realmente se lleva a cabo. Para ello, se siguió la siguiente metodología:

a) Se procedió, como en el caso anterior, a realizar el pronóstico de carga en toneladas brutas anuales.

b) A partir de los diez artículos más significativos que se mueven en el corredor, y que fueron descritos en el Pronóstico de Carga por artículos mencionado anteriormente, se calculó el ingreso medio por tonelada bruta transportada. Para ello, se obtuvo información del informe E-2 de los Ferrocarriles Nacionales de México del ingreso total percibido por cada artículo considerado en el año de 1990 y el total de toneladas brutas-kilómetro recorridas. El ingreso medio se calculó haciendo un promedio pesado de la participación de los artículos en la carga total por su respectivo ingreso. Para el renglón de los productos no significativos, se usó el ingreso medio total sistematizado.

c) El ingreso medio por tonelada bruta-kilómetro calculado, multiplicado por el número de toneladas brutas pronosticadas anualmente, nos proporciona el beneficio total para el concepto de Evaluación financiera.

A continuación se muestran los cálculos de beneficios para la evaluación tanto económica, como financiera, para cada uno de los tramos en estudio.



CALCULO DE BENEFICIOS PARA EL TRAMO: COLIMA-EL CASTILLO (SIN DESVIO)

ARO	PRONOSTICO DE CARGA (T.B.)	TRAFFICO MANEJ. POR FC.	TRAFFICO DERIVADO	BENEFICIOS DE OPERACION	BENEFICIOS DERIVADOS	BENEFICIOS TOTALES
1995	16,187,500.0	12,372,600.0	3,814,900.0	\$4,288,714,338	\$23,645,216,352	\$27,933,930,690
1996	16,592,093.9	12,372,600.0	4,219,493.9	\$4,288,714,338	\$26,152,930,954	\$30,441,653,292
1997	17,006,800.4	12,372,600.0	4,634,200.4	\$4,288,714,338	\$28,723,340,126	\$33,012,054,464
1998	17,431,872.1	12,372,600.0	5,059,272.1	\$4,288,714,338	\$31,357,986,469	\$35,646,700,807
1999	17,867,568.1	12,372,600.0	5,494,968.1	\$4,288,714,338	\$34,058,483,741	\$38,347,198,079
2000	18,314,154.0	12,372,600.0	5,941,554.0	\$4,288,714,338	\$36,826,477,634	\$41,115,192,172
2001	18,771,902.0	12,372,600.0	6,399,302.0	\$4,288,714,338	\$39,663,655,779	\$43,952,370,117
2002	19,241,091.0	12,372,600.0	6,868,491.0	\$4,288,714,338	\$42,571,746,772	\$46,860,461,110
2003	19,722,007.1	12,372,600.0	7,349,407.1	\$4,288,714,338	\$45,552,623,230	\$49,841,237,568
2004	20,214,943.3	12,372,600.0	7,842,343.3	\$4,288,714,338	\$48,607,801,869	\$52,896,516,297
2005	20,720,200.0	12,372,600.0	8,347,600.0	\$4,288,714,338	\$51,739,444,613	\$56,023,159,151
2006	21,238,085.2	12,372,600.0	8,865,485.2	\$4,288,714,338	\$54,949,360,728	\$59,218,075,066
2007	21,768,914.6	12,372,600.0	9,396,314.6	\$4,288,714,338	\$58,239,505,956	\$62,528,220,324
2008	22,313,011.6	12,372,600.0	9,940,411.6	\$4,288,714,338	\$61,611,295,556	\$65,900,600,194
2009	22,870,707.9	12,372,600.0	10,499,107.9	\$4,288,714,338	\$65,066,655,729	\$69,357,270,067
2010	23,442,343.4	12,372,600.0	11,069,743.4	\$4,288,714,338	\$68,611,622,367	\$72,900,336,705
2011	24,028,266.5	12,372,600.0	11,655,666.5	\$4,288,714,338	\$72,243,245,191	\$76,531,959,529
2012	24,628,834.3	12,372,600.0	12,256,234.3	\$4,288,714,338	\$75,965,637,593	\$80,254,351,531
2013	25,244,412.8	12,372,600.0	12,871,812.8	\$4,288,714,338	\$79,781,068,297	\$84,069,782,625
2014	25,875,377.1	12,372,600.0	13,502,777.1	\$4,288,714,338	\$83,691,862,653	\$87,980,577,031
2015	26,522,112.0	12,372,600.0	14,149,512.0	\$4,288,714,338	\$87,700,404,354	\$91,989,118,692
2016	27,185,011.5	12,372,600.0	14,812,411.5	\$4,288,714,338	\$91,809,136,394	\$96,097,850,722
2017	27,864,479.6	12,372,600.0	15,491,879.6	\$4,288,714,338	\$95,920,362,954	\$100,309,277,302
2018	28,560,930.6	12,372,600.0	16,188,330.6	\$4,288,714,338	\$100,137,250,865	\$104,625,965,293
2019	29,274,788.7	12,372,600.0	16,892,188.7	\$4,288,714,338	\$104,461,331,110	\$109,050,545,346
2020	30,006,469.2	12,372,600.0	17,613,869.2	\$4,288,714,338	\$108,897,000,093	\$113,585,714,421
2021	30,756,478.0	12,372,600.0	18,353,878.0	\$4,288,714,338	\$113,445,322,167	\$118,234,236,505
2022	31,525,212.2	12,372,600.0	19,112,612.2	\$4,288,714,338	\$118,110,230,432	\$122,998,944,770
2023	32,313,160.2	12,372,600.0	19,890,560.2	\$4,288,714,338	\$122,894,029,861	\$127,982,743,199
2024	33,120,802.4	12,372,600.0	20,748,202.4	\$4,288,714,338	\$127,789,294,020	\$132,886,608,358
2025	33,948,631.0	12,372,600.0	21,576,031.0	\$4,288,714,338	\$132,790,876,871	\$138,019,591,209

COSTO POR FFCC ACTUAL:	\$10,101.9
COSTO POR FFCC PROYECTO:	\$9,755.2
BENEFICIOS POR DIF. DE COSTOS:	\$346.5
COSTO DEL AUTOTRANSPORTE:	\$15,953.4
BENEFICIOS POR TRAFICO DERIVADO:	\$6,199.1
ARO DE SATURACION:	1992
TRAFFICO DEL ARO DE SATURACION:	12,372,600.0

Calculo de Beneficios para el Tramo: Colina-El Castillo (con desvío)

AÑO	PRONOSTICO DE CARGA (T.B.)	TRAFICO MANEJ. POR FC	TRAFICO DERIVADO	BENEFICIOS DE OPERACION	BENEFICIOS DERIVADOS	BENEFICIOS TOTALES
1995	16,187,500.0	12,372,600.0	3,814,900.0	\$12,173,153,688	\$26,076,261,377	\$38,249,415,065
1996	16,592,093.9	12,372,600.0	4,219,493.9	\$12,173,153,688	\$28,841,811,460	\$41,014,965,148
1997	17,006,800.4	12,372,600.0	4,634,200.4	\$12,173,153,688	\$31,676,484,309	\$43,849,637,997
1998	17,431,872.1	12,372,600.0	5,059,272.1	\$12,173,153,688	\$34,582,007,593	\$46,755,161,281
1999	17,867,568.1	12,372,600.0	5,494,968.1	\$12,173,153,688	\$37,560,152,164	\$49,733,305,852
2000	18,314,154.0	12,372,600.0	5,941,554.0	\$12,173,153,688	\$40,612,733,134	\$52,795,886,822
2001	18,771,902.0	12,372,600.0	6,399,302.0	\$12,173,153,688	\$43,741,610,982	\$55,914,764,670
2002	19,241,091.0	12,372,600.0	6,868,491.0	\$12,173,153,688	\$46,948,692,691	\$59,121,846,379
2003	19,722,007.1	12,372,600.0	7,349,407.1	\$12,173,153,688	\$50,235,932,903	\$62,409,086,591
2004	20,214,943.3	12,372,600.0	7,842,343.3	\$12,173,153,688	\$53,605,335,119	\$65,778,498,807
2005	20,720,200.0	12,372,600.0	8,347,600.0	\$12,173,153,688	\$57,068,952,513	\$69,232,106,601
2006	21,238,085.2	12,372,600.0	8,865,485.2	\$12,173,153,688	\$60,620,891,139	\$72,772,044,876
2007	21,768,914.6	12,372,600.0	9,396,314.6	\$12,173,153,688	\$64,267,707,458	\$76,400,461,146
2008	22,313,011.6	12,372,600.0	9,940,411.6	\$12,173,153,688	\$67,996,413,160	\$80,119,566,348
2009	22,870,707.9	12,372,600.0	10,498,107.9	\$12,173,153,688	\$71,798,475,004	\$83,931,628,694
2010	23,442,343.4	12,372,600.0	11,069,743.4	\$12,173,153,688	\$75,665,916,363	\$87,938,970,051
2011	24,028,266.5	12,372,600.0	11,655,666.5	\$12,173,153,688	\$79,600,818,667	\$91,843,972,355
2012	24,628,834.3	12,372,600.0	12,256,234.3	\$12,173,153,688	\$83,705,922,878	\$95,949,076,566
2013	25,244,412.8	12,372,600.0	12,871,812.8	\$12,173,153,688	\$87,993,630,965	\$100,156,784,653
2014	25,875,377.1	12,372,600.0	13,502,777.1	\$12,173,153,688	\$92,396,507,430	\$104,469,661,118
2015	26,522,112.0	12,372,600.0	14,149,512.0	\$12,173,153,688	\$96,917,180,877	\$108,890,334,565
2016	27,185,011.5	12,372,600.0	14,812,411.5	\$12,173,153,688	\$101,548,345,606	\$113,421,499,294
2017	27,864,479.6	12,372,600.0	15,491,879.6	\$12,173,153,688	\$106,292,763,261	\$118,065,916,949
2018	28,560,530.6	12,372,600.0	16,188,930.6	\$12,173,153,688	\$111,157,254,510	\$122,826,418,198
2019	29,274,798.7	12,372,600.0	16,902,198.7	\$12,173,153,688	\$116,132,750,772	\$127,705,904,460
2020	30,006,489.2	12,372,600.0	17,633,889.2	\$12,173,153,688	\$121,234,195,995	\$132,707,349,675
2021	30,756,478.0	12,372,600.0	18,383,878.0	\$12,173,153,688	\$126,460,548,417	\$137,933,802,195
2022	31,525,212.2	12,372,600.0	19,152,612.2	\$12,173,153,688	\$131,815,232,525	\$143,088,396,214
2023	32,313,160.2	12,372,600.0	19,940,560.2	\$12,173,153,688	\$137,301,150,844	\$148,474,304,552
2024	33,120,302.4	12,372,600.0	20,748,702.4	\$12,173,153,688	\$142,921,696,027	\$153,994,839,715
2025	33,948,631.0	12,372,600.0	21,576,031.0	\$12,173,153,688	\$148,680,202,657	\$159,683,356,345

COSTO POR FFCC ACTUAL:	\$10,101.9
COSTO POR FFCC PROYECTO:	\$9,118.0
BENEFICIOS POR DIF. DE COSTOS:	\$983.9
COSTO DEL AUTOTRANSPORTE:	\$15,953.4
BENEFICIOS POR TRAFICO DERIVADO:	\$4,635.4
AÑO DE SATURACION:	1992
TRAFICO DEL AÑO DE SATURACION:	12,372,600.0

CALCULO DE BENEFICIOS PARA EL TRAMO: EL CASTILLO-VANEGAS

ANO	PRONOSTICO DE CARGA (T.B.)	TRAFICO MANEJ. POR FC	TRAFICO DERIVADO	BENEFICIOS DE OPERACION	BENEFICIOS DERIVADOS	BENEFICIOS TOTALES
1995	9,828,500.0	9,828,500.0	0.0	\$33,766,696,315	\$0	\$33,766,696,315
1996	10,091,241.1	9,828,500.0	262,741.1	\$33,766,696,315	\$4,430,318,223	\$38,197,014,538
1997	10,361,006.0	9,828,500.0	532,506.0	\$33,766,696,315	\$8,979,070,262	\$42,745,766,577
1998	10,637,982.4	9,828,500.0	809,482.4	\$33,766,696,315	\$13,649,422,160	\$47,416,118,475
1999	10,922,363.0	9,828,500.0	1,093,863.0	\$33,766,696,315	\$18,444,624,594	\$52,211,320,909
2000	11,214,345.9	9,828,500.0	1,385,845.9	\$33,766,696,315	\$23,366,015,139	\$57,134,711,454
2001	11,514,134.3	9,828,500.0	1,685,634.3	\$33,766,696,315	\$29,423,020,595	\$62,189,716,910
2002	11,821,936.7	9,828,500.0	1,995,436.7	\$33,766,696,315	\$33,613,159,366	\$67,379,855,681
2003	12,137,967.6	9,828,500.0	2,309,467.6	\$33,766,696,315	\$38,942,043,915	\$72,708,740,230
2004	12,462,446.7	9,828,500.0	2,633,946.7	\$33,766,696,315	\$44,413,393,275	\$78,180,079,506
2005	12,795,600.0	9,828,500.0	2,967,100.0	\$33,766,696,315	\$50,030,995,625	\$83,797,681,940
2006	13,137,659.3	9,828,500.0	3,309,159.3	\$33,766,696,315	\$55,798,760,957	\$89,565,457,272
2007	13,488,862.8	9,828,500.0	3,660,362.8	\$33,766,696,315	\$61,720,723,790	\$95,487,420,095
2008	13,849,454.9	9,828,500.0	4,020,954.9	\$33,766,696,315	\$67,800,995,921	\$101,567,692,236
2009	14,219,686.5	9,828,500.0	4,391,186.5	\$33,766,696,315	\$74,043,509,398	\$107,810,505,713
2010	14,599,815.3	9,828,500.0	4,771,315.3	\$33,766,696,315	\$80,453,509,359	\$114,220,205,674
2011	14,990,106.0	9,828,500.0	5,161,606.0	\$33,766,696,315	\$87,034,557,109	\$120,801,253,423
2012	15,390,830.1	9,828,500.0	5,562,330.1	\$33,766,696,315	\$93,791,533,215	\$127,558,229,530
2013	15,802,266.6	9,828,500.0	5,973,766.6	\$33,766,696,315	\$100,729,140,697	\$134,495,837,012
2014	16,224,701.9	9,828,500.0	6,396,201.9	\$33,766,696,315	\$107,852,208,296	\$141,618,904,611
2015	16,658,430.0	9,828,500.0	6,829,930.0	\$33,766,696,315	\$115,165,693,838	\$148,932,390,153
2016	17,103,752.8	9,828,500.0	7,275,252.8	\$33,766,696,315	\$122,674,687,686	\$156,441,384,001
2017	17,560,980.1	9,828,500.0	7,732,480.1	\$33,766,696,315	\$130,384,416,280	\$164,151,112,595
2018	18,030,430.3	9,828,500.0	8,201,930.3	\$33,766,696,315	\$138,300,245,778	\$172,066,942,093
2019	18,512,430.2	9,828,500.0	8,683,930.2	\$33,766,696,315	\$146,427,685,736	\$180,194,382,101
2020	19,007,315.1	9,828,500.0	9,178,815.1	\$33,766,696,315	\$154,772,393,200	\$188,539,089,515
2021	19,515,429.6	9,828,500.0	9,686,929.6	\$33,766,696,315	\$163,340,176,136	\$197,106,872,451
2022	20,037,127.3	9,828,500.0	10,208,627.3	\$33,766,696,315	\$172,136,997,978	\$205,903,694,293
2023	20,572,771.3	9,828,500.0	10,744,271.3	\$33,766,696,315	\$181,168,991,525	\$214,935,677,840
2024	21,122,734.5	9,828,500.0	11,294,234.5	\$33,766,696,315	\$190,442,413,256	\$224,209,109,571
2025	21,687,399.6	9,828,500.0	11,858,899.6	\$33,766,696,315	\$199,963,747,702	\$233,730,444,017

COSTO POR FFCC ACTUAL:	\$17,022.0
COSTO POR FFCC PROYECTO:	\$15,586.4
BENEFICIOS POR DIF. DE COSTOS:	\$3,435.6
COSTO DEL AUTOTRANSPORTE:	\$32,448.3
BENEFICIOS POR TRAFICO DERIVADO:	\$16,861.9
ANO DE SATURACION:	1995
TRAFICO DEL AÑO DE SATURACION:	9,828,500.0

CALCULO DE BENEFICIOS PARA EL TRAMO: BENJAMIN MENDEZ-MONTERREY

ARO	PRONOSTICO DE CARGA (T.B.)	TRAFICO MANEJ. POR FC	TRAFICO DERIVADO	BENEFICIOS DE OPERACION	BENEFICIOS DERIVADOS	BENEFICIOS TOTALES
1995	21,649,800.0	21,649,800.0	0.0	\$38,571,283,680	\$0	\$38,571,283,680
1996	22,509,996.5	22,509,996.5	0.0	\$40,103,809,744	\$0	\$40,103,809,744
1997	23,404,370.6	23,404,370.6	0.0	\$41,697,226,603	\$0	\$41,697,226,603
1998	24,334,280.2	24,334,280.2	0.0	\$43,353,953,589	\$0	\$43,353,953,589
1999	25,301,137.3	24,334,280.2	966,857.1	\$43,353,953,589	\$3,370,770,078	\$46,724,723,668
2000	26,306,409.8	24,334,280.2	1,972,129.6	\$43,353,953,589	\$6,875,468,626	\$50,229,422,216
2001	27,351,624.1	24,334,280.2	3,017,344.0	\$43,353,953,589	\$10,519,416,931	\$53,873,370,520
2002	28,438,367.3	24,334,280.2	4,104,087.1	\$43,353,953,589	\$14,308,147,707	\$57,662,101,296
2003	29,568,289.2	24,334,280.2	5,274,009.0	\$43,353,953,589	\$18,247,412,495	\$61,601,367,084
2004	30,743,105.5	24,334,280.2	6,408,825.3	\$43,353,953,589	\$22,343,195,399	\$65,597,148,997
2005	31,964,600.0	24,334,280.2	7,630,319.8	\$43,353,953,589	\$26,661,712,163	\$69,955,665,752
2006	33,234,627.3	24,334,280.2	8,900,347.1	\$43,353,953,589	\$31,029,429,622	\$74,383,383,211
2007	34,555,115.7	24,334,280.2	10,220,835.5	\$43,353,953,589	\$35,633,670,507	\$78,987,624,097
2008	35,928,070.1	24,334,280.2	11,593,789.9	\$43,353,953,589	\$40,419,624,663	\$83,773,578,253
2009	37,355,575.2	24,334,280.2	13,021,295.0	\$43,353,953,589	\$45,396,359,656	\$88,750,313,245
2010	38,839,798.4	24,334,280.2	14,505,518.2	\$43,353,953,589	\$50,570,831,808	\$93,924,785,398
2011	40,382,993.2	24,334,280.2	16,048,713.0	\$43,353,953,589	\$55,950,897,674	\$99,304,851,264
2012	41,987,502.6	24,334,280.2	17,653,222.4	\$43,353,953,589	\$61,544,725,966	\$104,898,679,556
2013	43,655,762.9	24,334,280.2	19,321,482.7	\$43,353,953,589	\$67,360,809,958	\$110,714,763,547
2014	45,390,307.1	24,334,280.2	21,056,026.9	\$43,353,953,589	\$73,407,990,391	\$116,761,933,970
2015	47,193,768.7	24,334,280.2	22,859,488.5	\$43,353,953,589	\$79,695,418,833	\$123,049,372,422
2016	49,068,886.0	24,334,280.2	24,734,605.8	\$43,353,953,589	\$86,232,671,716	\$129,586,625,305
2017	51,018,506.0	24,334,280.2	26,684,225.8	\$43,353,953,589	\$93,029,464,754	\$136,383,618,224
2018	53,045,588.9	24,334,280.2	29,711,308.7	\$43,353,953,589	\$100,096,717,962	\$143,450,671,552
2019	55,153,212.5	24,334,280.2	30,819,832.5	\$43,353,953,589	\$107,444,561,515	\$150,798,515,104
2020	57,344,576.8	24,334,280.2	33,010,296.6	\$43,353,953,589	\$115,094,351,839	\$158,438,305,429
2021	59,623,009.1	24,334,280.2	35,288,728.9	\$43,353,953,589	\$123,027,688,654	\$166,381,642,244
2022	61,991,968.8	24,334,280.2	37,657,698.6	\$43,353,953,589	\$131,286,632,562	\$174,640,586,151
2023	64,455,052.7	24,334,280.2	40,120,772.5	\$43,353,953,589	\$139,873,723,360	\$183,227,676,950
2024	67,016,000.6	24,334,280.2	42,681,720.4	\$43,353,953,589	\$148,801,999,082	\$192,155,952,671
2025	69,678,700.9	24,334,280.2	45,344,420.7	\$43,353,953,589	\$158,055,015,790	\$201,438,969,379

COSTO POR FFCC ACTUAL:	\$7,390.5
COSTO POR FFCC PROYECTO:	\$5,608.9
BENEFICIOS POR DIF. DE COSTOS:	\$1,781.6
COSTE DEL AUTOTRANSPORTE:	\$9,095.2
BENEFICIOS POR TRAFICO DERIVADO:	\$3,486.3
ARO DE SATURACION:	1998
TRAFICO DEL AÑO DE SATURACION:	24,334,280.2

CALCULO DE BENEFICIOS PARA EL TRAMO: MONTERREY- NUEVO LAREDO

ARO	PROMOSTICO DE CARGA (T.B.)	TRAFFICO MAKEJ. POR FC	TRAFFICO DERIVADO	BENEFICIOS DE OPERACION	BENEFICIOS DERIVADOS	BENEFICIOS TOTALES
1995	11,556,700.0	11,556,700.0	0.0	\$1,939,329,827	\$0	\$1,939,329,827
1996	12,125,645.8	12,125,645.8	0.0	\$2,034,804,626	\$0	\$2,034,804,626
1997	12,722,601.3	12,722,601.3	0.0	\$2,134,979,729	\$0	\$2,134,979,729
1998	13,348,945.4	13,348,945.4	0.0	\$2,240,086,533	\$0	\$2,240,086,533
1999	14,006,125.0	14,006,125.0	0.0	\$2,350,367,832	\$0	\$2,350,367,832
2000	14,695,658.0	14,006,125.0	689,533.0	\$2,350,367,832	\$5,769,960,399	\$8,120,348,231
2001	15,419,137.3	14,006,125.0	1,413,012.3	\$2,350,367,832	\$11,824,021,670	\$14,174,389,502
2002	16,178,234.1	14,006,125.0	2,172,109.1	\$2,350,367,832	\$18,176,198,363	\$20,526,476,195
2003	16,974,761.8	14,006,125.0	2,958,576.8	\$2,350,367,832	\$24,840,913,492	\$27,191,281,330
2004	17,810,380.4	14,006,125.0	3,804,255.4	\$2,350,367,832	\$31,833,832,461	\$34,184,200,293
2005	18,687,200.0	14,006,125.0	4,621,075.0	\$2,350,367,832	\$39,171,019,565	\$41,521,386,397
2006	19,607,186.2	14,006,125.0	5,601,061.2	\$2,350,367,832	\$46,869,420,364	\$49,219,788,197
2007	20,572,464.1	14,006,125.0	6,566,339.1	\$2,350,367,832	\$54,946,920,804	\$57,297,188,636
2008	21,585,263.4	14,006,125.0	7,579,138.4	\$2,350,367,832	\$63,421,678,298	\$65,772,246,131
2009	22,647,923.6	14,006,125.0	8,641,798.6	\$2,350,367,832	\$72,314,169,830	\$74,664,537,662
2010	23,762,899.5	14,006,125.0	9,756,774.5	\$2,350,367,832	\$81,644,236,174	\$83,994,604,006
2011	24,932,766.5	14,006,125.0	10,926,641.5	\$2,350,367,832	\$91,433,629,343	\$93,783,997,176
2012	26,160,227.1	14,006,125.0	12,154,102.1	\$2,350,367,832	\$101,704,962,375	\$104,055,330,207
2013	27,449,116.5	14,006,125.0	13,441,991.6	\$2,350,367,832	\$112,481,961,565	\$114,832,329,395
2014	28,799,409.8	14,006,125.0	14,793,284.9	\$2,350,367,832	\$123,789,521,268	\$126,139,889,100
2015	30,217,228.4	14,006,125.0	16,211,103.5	\$2,350,367,832	\$135,653,761,420	\$138,004,129,253
2016	31,704,947.4	14,006,125.0	17,698,722.4	\$2,350,367,832	\$148,102,087,955	\$150,452,455,687
2017	33,265,703.1	14,006,125.0	19,259,578.1	\$2,350,367,832	\$161,153,255,619	\$163,513,623,451
2018	34,903,460.9	14,006,125.0	20,897,276.0	\$2,350,367,832	\$174,867,435,394	\$177,217,803,226
2019	36,621,724.0	14,006,125.0	22,615,599.0	\$2,350,367,832	\$189,246,293,139	\$191,596,651,821
2020	38,424,641.5	14,006,125.0	24,418,516.6	\$2,350,367,832	\$204,333,013,465	\$206,663,381,297
2021	40,316,318.2	14,006,125.0	26,310,193.2	\$2,350,367,832	\$220,162,475,358	\$222,512,843,690
2022	42,301,123.6	14,006,125.0	28,294,998.7	\$2,350,367,832	\$236,771,235,678	\$238,121,603,511
2023	44,383,642.7	14,006,125.0	30,377,517.7	\$2,350,367,832	\$254,197,658,390	\$256,548,026,212
2024	46,568,685.9	14,006,125.0	32,562,560.9	\$2,350,367,832	\$272,481,998,176	\$274,832,366,008
2025	48,861,300.5	14,006,125.0	34,855,175.5	\$2,350,367,832	\$291,666,491,030	\$294,016,858,863

COSTO POR FFCC ACTUAL:	\$7,470.6
COSTO POR FFCC PROYECTO:	\$7,302.8
BENEFICIOS POR DIF. DE COSTOS:	\$167.8
COSTO DEL AUTOTRANSPORTE:	\$15,670.8
BENEFICIOS POR TRAFICO DERIVADO:	\$8,366.0
ARO DE SATURACION:	1999
TRAFICO DEL ARO DE SATURACION:	14,006,125.0



CALCULO DE BENEFICIOS PARA EL TRAMO: COLIMA-EL CASTILLO (SIN DESVIO)

ARO	PRONOSTICO DE CARGA (T.B.)	TONELADAS-KILOMETRO	INGRESOS TOTALES	COSTOS TOTALES	BENEFICIOS TOTALES
1995	16,187,500.0	4,386,812,500	\$147,126,399,679	\$157,912,300,000	(\$10,785,900,321)
1996	16,592,093.9	4,496,457,454	\$150,803,709,203	\$161,859,194,684	(\$11,055,485,481)
1997	17,006,800.4	4,608,842,899	\$154,572,930,209	\$165,904,738,921	(\$11,331,808,711)
1998	17,431,872.1	4,724,037,330	\$158,436,359,952	\$170,051,398,377	(\$11,615,038,425)
1999	17,867,568.1	4,842,110,956	\$162,396,353,106	\$174,301,700,351	(\$11,905,347,245)
2000	18,314,154.0	4,963,135,740	\$166,455,323,197	\$178,658,235,304	(\$12,202,912,107)
2001	18,771,902.0	5,087,185,444	\$170,615,744,078	\$183,123,658,449	(\$12,507,914,370)
2002	19,241,091.0	5,214,335,673	\$174,880,151,432	\$187,700,691,359	(\$12,820,539,927)
2003	19,722,007.1	5,344,663,923	\$179,251,144,319	\$192,392,123,655	(\$13,140,979,316)
2004	20,214,943.3	5,478,249,626	\$183,731,386,762	\$197,200,814,599	(\$13,469,427,837)
2005	20,720,200.0	5,615,174,200	\$188,323,609,367	\$202,129,695,040	(\$13,806,065,673)
2006	21,238,085.2	5,755,521,096	\$193,030,610,992	\$207,181,769,001	(\$14,151,158,008)
2007	21,768,914.6	5,899,375,854	\$197,855,260,449	\$212,360,115,607	(\$14,504,855,157)
2008	22,313,011.6	6,046,826,149	\$202,800,498,253	\$217,667,890,944	(\$14,867,392,691)
2009	22,870,707.9	6,197,961,849	\$207,869,338,417	\$223,108,329,983	(\$15,238,991,567)
2010	23,442,343.4	6,352,875,067	\$213,064,870,284	\$228,684,748,550	(\$15,619,878,266)
2011	24,028,266.5	6,511,660,221	\$218,390,260,414	\$234,400,545,346	(\$16,010,284,932)
2012	24,628,834.3	6,674,414,086	\$223,848,754,515	\$240,259,204,022	(\$16,410,449,507)
2013	25,244,412.8	6,841,235,856	\$229,443,679,414	\$246,264,295,299	(\$16,820,615,884)
2014	25,875,377.1	7,012,227,207	\$235,178,445,095	\$252,419,479,145	(\$17,241,034,049)
2015	26,522,112.0	7,187,492,353	\$241,056,546,768	\$258,726,507,007	(\$17,671,960,238)
2016	27,185,011.5	7,367,138,114	\$247,081,567,004	\$265,195,224,095	(\$18,113,657,091)
2017	27,864,479.6	7,551,273,961	\$253,257,177,919	\$271,823,571,731	(\$18,566,393,812)
2018	28,560,930.6	7,740,012,160	\$259,587,143,408	\$278,617,589,741	(\$19,030,446,334)
2019	29,274,788.7	7,933,467,743	\$266,075,321,443	\$285,591,416,929	(\$19,506,097,486)
2020	30,006,489.2	8,131,758,577	\$272,725,666,425	\$292,719,303,593	(\$19,993,637,168)
2021	30,756,478.0	8,335,005,536	\$279,542,231,589	\$300,035,594,112	(\$20,493,362,523)
2022	31,525,212.2	8,543,332,494	\$286,529,171,478	\$307,534,749,802	(\$21,005,578,124)
2023	32,313,160.2	8,756,666,421	\$293,690,744,476	\$315,221,240,630	(\$21,530,596,154)
2024	33,120,802.4	8,975,737,462	\$301,031,315,402	\$323,100,052,001	(\$22,068,736,600)
2025	33,948,631.0	9,200,079,014	\$308,555,358,168	\$331,175,665,614	(\$22,620,327,446)
			COSTO POR FFCC PROYECTO :	\$9,755.20	
			INGRESO MEDIO POR T-KM.8 :	\$33.5383	



CALCULO DE BENEFICIOS PARA EL TRAMO: EL CASTILLO-VAREGAS

ARO	PRONOSTICO DE CARGA (T.B.)	TONELADAS-KILOMETRO	INGRESOS TOTALES	COSTOS TOTALES	BENEFICIOS TOTALES
1995	9,828,500.0	5,417,465,200	\$181,692,912,284	\$153,187,001,000	\$28,505,911,284
1996	10,091,241.1	5,562,292,105	\$186,550,031,811	\$157,282,084,096	\$29,267,947,714
1997	10,361,006.0	5,710,986,500	\$191,536,994,653	\$161,486,639,312	\$30,050,355,342
1998	10,637,982.4	5,863,655,879	\$196,657,271,857	\$165,803,593,117	\$30,853,678,740
1999	10,922,363.0	6,020,406,503	\$201,914,427,259	\$170,235,950,217	\$31,678,477,041
2000	11,214,345.9	6,181,347,476	\$207,312,119,965	\$174,786,795,639	\$32,525,324,326
2001	11,514,134.3	6,346,590,615	\$212,854,106,900	\$179,459,296,880	\$33,394,810,020
2002	11,821,936.7	6,516,251,534	\$218,544,245,420	\$184,256,706,114	\$34,287,539,306
2003	12,137,967.6	6,690,447,721	\$224,386,495,999	\$189,182,362,454	\$35,204,133,545
2004	12,462,446.7	6,869,300,621	\$230,384,924,983	\$194,239,694,274	\$36,145,230,709
2005	12,795,606.0	7,052,934,720	\$236,543,707,424	\$199,432,221,600	\$37,111,485,824
2006	13,137,659.3	7,241,477,631	\$242,867,129,983	\$204,763,358,556	\$38,103,571,427
2007	13,488,662.8	7,435,061,135	\$249,359,593,914	\$210,237,415,880	\$39,122,178,034
2008	13,849,454.9	7,633,819,521	\$256,025,618,128	\$215,857,603,509	\$40,166,014,619
2009	14,219,686.5	7,837,691,179	\$262,869,642,339	\$221,628,033,230	\$41,241,609,109
2010	14,599,815.3	8,047,418,198	\$269,897,030,292	\$227,552,721,400	\$42,344,308,892
2011	14,990,106.0	8,262,546,414	\$277,112,073,078	\$233,635,791,744	\$43,476,281,334
2012	15,390,830.1	8,483,425,561	\$284,519,992,542	\$239,881,476,227	\$44,638,514,315
2013	15,802,266.6	8,710,269,377	\$292,125,944,773	\$246,294,127,996	\$45,831,816,777
2014	16,224,701.9	8,943,055,708	\$299,935,223,698	\$252,678,204,411	\$47,057,019,287
2015	16,658,430.0	9,182,126,622	\$307,953,264,763	\$259,636,290,147	\$48,314,974,616
2016	17,103,752.8	9,427,588,517	\$316,185,646,717	\$266,579,090,386	\$49,606,556,331
2017	17,560,980.1	9,679,612,240	\$324,638,105,498	\$273,705,436,092	\$50,932,669,406
2018	18,030,430.3	9,938,373,297	\$333,316,518,220	\$281,022,287,375	\$52,294,230,845
2019	18,512,430.2	10,204,051,521	\$342,226,927,266	\$288,534,736,938	\$53,692,190,328
2020	19,007,315.1	10,476,832,106	\$351,375,534,497	\$296,248,013,623	\$55,127,520,869
2021	19,515,429.6	10,756,904,807	\$360,768,707,563	\$304,167,486,070	\$56,601,221,492
2022	20,037,127.3	11,044,464,579	\$370,412,984,338	\$312,298,666,409	\$58,114,317,929
2023	20,572,771.3	11,339,711,564	\$380,315,077,472	\$320,647,214,141	\$59,667,863,331
2024	21,122,734.5	11,642,651,261	\$390,481,879,061	\$329,218,940,058	\$61,262,939,003
2025	21,687,399.6	11,954,094,664	\$400,920,465,442	\$338,019,810,286	\$62,900,655,156

COSTO POR FFCC PROYECTO : \$15,565.00  
 INGRESO MEDIO POR T-KM.8 : \$33,5383

CALCULO DE BENEFICIOS PARA EL TRAMO: BENJAMIN MENDEZ-MONTERREY

ARO	PRONOSTICO DE CARGA (T.B.)	TONELADAS-KILOMETRO	INGRESOS TOTALES	COSTOS TOTALES	BENEFICIOS TOTALES
1995	21,649,800.0	3,344,894,100	\$112,182,189,375	\$121,431,563,220	(\$9,249,374,845)
1996	22,509,996.5	3,477,794,457	\$116,639,445,464	\$126,256,319,305	(\$9,616,873,841)
1997	23,404,370.6	3,615,975,253	\$121,273,799,657	\$131,272,774,076	(\$9,998,974,420)
1998	24,334,280.2	3,759,646,290	\$126,092,287,431	\$136,488,544,167	(\$10,396,256,736)
1999	25,301,137.3	3,909,025,708	\$131,102,224,838	\$141,911,548,833	(\$10,809,323,994)
2000	26,306,409.8	4,064,340,316	\$136,311,218,614	\$147,550,021,982	(\$11,238,803,368)
2001	27,351,624.1	4,225,825,931	\$141,727,177,727	\$153,412,524,675	(\$11,685,346,948)
2002	28,439,367.3	4,393,727,742	\$147,358,325,387	\$159,507,958,121	(\$12,149,632,734)
2003	29,568,289.2	4,568,300,679	\$153,213,211,532	\$165,845,577,197	(\$12,632,365,665)
2004	30,743,105.5	4,749,809,801	\$159,300,725,307	\$172,435,004,496	(\$13,134,278,689)
2005	31,964,600.0	4,938,530,700	\$165,630,111,065	\$179,286,244,940	(\$13,656,133,875)
2006	33,234,627.3	5,134,749,915	\$172,210,977,398	\$186,409,700,969	(\$14,198,723,571)
2007	34,555,115.7	5,338,765,373	\$179,053,316,729	\$193,616,188,336	(\$14,762,871,608)
2008	35,928,070.1	5,550,886,834	\$186,167,517,983	\$201,516,952,529	(\$15,349,434,547)
2009	37,355,575.2	5,771,436,371	\$193,564,382,861	\$209,523,665,646	(\$15,959,302,984)
2010	38,839,798.4	6,000,748,850	\$201,255,142,242	\$217,848,545,144	(\$16,593,402,901)
2011	40,382,993.2	6,239,172,442	\$209,251,473,232	\$226,504,170,302	(\$17,252,697,071)
2012	41,987,502.6	6,487,069,154	\$217,565,516,894	\$235,503,703,413	(\$17,938,186,518)
2013	43,655,762.9	6,744,815,374	\$226,209,896,688	\$244,860,808,731	(\$18,650,912,042)
2014	45,390,307.1	7,012,802,445	\$235,197,737,629	\$254,589,693,425	(\$19,391,955,796)
2015	47,193,768.7	7,291,437,261	\$244,542,686,221	\$264,705,129,147	(\$20,162,442,926)
2016	49,068,886.0	7,581,142,881	\$254,258,931,174	\$275,222,474,462	(\$20,963,543,288)
2017	51,018,506.0	7,882,359,173	\$264,361,224,949	\$286,157,698,163	(\$21,796,473,214)
2018	53,045,588.9	8,195,543,483	\$274,864,906,157	\$297,527,403,524	(\$22,662,497,368)
2019	55,153,212.5	8,521,171,329	\$285,785,922,845	\$309,348,853,503	(\$23,562,930,659)
2020	57,344,576.8	8,859,737,120	\$297,140,856,715	\$321,639,996,956	(\$24,499,140,241)
2021	59,623,009.1	9,211,754,910	\$308,946,548,298	\$334,419,495,867	(\$25,472,547,569)
2022	61,991,968.8	9,577,759,179	\$321,222,123,129	\$347,706,753,796	(\$26,484,630,666)
2023	64,455,052.7	9,958,305,642	\$333,985,018,969	\$361,521,945,087	(\$27,536,926,118)
2024	67,016,000.6	10,353,972,094	\$347,255,014,098	\$375,826,045,804	(\$28,631,031,706)
2025	69,678,700.9	10,765,359,286	\$361,052,256,740	\$390,820,865,372	(\$29,768,608,632)
COSTO POR FFCC PROYECTO :				\$5,608.90	
INGRESO MEDIO POR T-KM.8 :				\$33.5383	

CALCULO DE BENEFICIOS PARA EL TRAMO: MONTERREY-NUEVO LAREDO

AÑO	PRONOSTICO DE CARGA (T.D.)	TONELADAS-KILOMETRO	INGRESOS TOTALES	COSTOS TOTALES	BENEFICIOS TOTALES
1995	11,556,700.0	3,076,393,540	\$103,177,125,883	\$84,396,268,760	\$18,780,857,123
1996	12,125,645.8	3,227,846,919	\$108,256,620,490	\$88,551,166,353	\$19,705,454,136
1997	12,722,601.3	3,386,756,473	\$113,586,182,786	\$92,910,612,966	\$20,675,569,820
1998	13,348,945.4	3,553,489,274	\$119,178,123,810	\$97,484,678,714	\$21,693,445,095
1999	14,006,125.0	3,728,430,469	\$125,045,360,680	\$102,283,929,474	\$22,761,431,206
2000	14,695,658.0	3,911,984,161	\$131,201,446,438	\$107,319,451,289	\$23,881,995,149
2001	15,419,137.3	4,104,574,353	\$137,660,601,352	\$112,602,875,976	\$25,057,725,376
2002	16,178,234.1	4,306,645,918	\$144,437,745,764	\$118,146,407,998	\$26,291,337,766
2003	16,974,701.6	4,518,665,632	\$151,548,534,560	\$123,962,852,652	\$27,585,681,907
2004	17,810,380.4	4,741,123,250	\$159,009,393,325	\$130,065,645,651	\$28,943,747,673
2005	18,687,200.0	4,974,532,640	\$166,837,556,292	\$136,468,884,160	\$30,368,672,132
2006	19,607,186.2	5,219,432,966	\$175,051,106,148	\$143,187,359,357	\$31,863,746,791
2007	20,572,464.1	5,476,389,935	\$183,669,015,806	\$150,236,599,603	\$33,432,415,203
2008	21,585,263.4	5,745,997,107	\$192,711,192,231	\$157,632,861,290	\$35,078,330,941
2009	22,647,923.6	6,028,877,262	\$202,198,522,424	\$165,393,256,455	\$36,805,265,969
2010	23,762,899.5	6,325,683,839	\$212,152,921,671	\$173,535,702,244	\$38,617,219,427
2011	24,932,766.5	6,637,102,447	\$222,597,384,165	\$182,079,007,324	\$40,518,376,841
2012	26,160,227.1	6,963,852,449	\$233,556,036,121	\$191,042,906,326	\$42,513,129,795
2013	27,448,116.5	7,306,688,622	\$245,054,191,510	\$200,448,105,435	\$44,606,086,075
2014	28,799,409.8	7,666,402,901	\$257,118,410,527	\$210,316,330,217	\$46,802,080,310
2015	30,217,228.4	8,043,826,209	\$269,776,560,950	\$220,670,375,806	\$49,106,185,144
2016	31,704,847.4	8,439,830,377	\$283,057,882,510	\$231,554,159,559	\$51,503,722,951
2017	33,265,703.1	8,855,330,154	\$296,993,054,433	\$242,932,776,304	\$54,060,278,129
2018	34,903,400.9	9,291,265,327	\$311,614,266,309	\$254,892,556,309	\$56,721,710,000
2019	36,621,724.0	9,746,762,932	\$326,955,292,449	\$267,441,126,102	\$59,514,166,347
2020	38,424,641.5	10,228,639,580	\$343,051,569,899	\$280,607,472,237	\$62,444,097,662
2021	40,316,318.2	10,732,293,903	\$359,940,280,302	\$294,422,008,503	\$65,518,271,799
2022	42,301,123.6	11,260,559,111	\$377,660,435,783	\$308,916,665,673	\$68,743,770,110
2023	44,383,642.7	11,814,925,681	\$396,252,969,064	\$324,124,665,739	\$72,128,103,325
2024	46,568,665.8	12,396,584,171	\$415,760,828,022	\$340,081,798,959	\$75,679,029,063
2025	48,861,300.5	13,006,878,186	\$436,229,074,890	\$356,824,305,101	\$79,404,769,789

COSTO POR FFCC PROYECTO : \$7,302.80  
 INGRESO MEDIO POR T-KM.B : \$33.5383

### 3.12. EVALUACION ECONOMICA

La evaluación económica es realizada con la información obtenida del estudio de costos de operación, de costos de inversión y de beneficios, descritas anteriormente. Los modelos financieros que se estudian son la tasa interna de retorno, el valor presente neto, la relación beneficio costo y el costo anual equivalente. Para estos tres últimos indicadores, se utilizó como tasa mínima de recuperación la que sugiere el Banco Mundial para este tipo de proyectos, y que es, a saber, del doce por ciento.

Los resultados de la evaluación, se muestra en las tablas que se presentan a continuación. A partir de ello se llega a las siguientes conclusiones:

- a) Tramo Manzanillo-El Castillo (sin desvío). Este proyecto es ampliamente rentable. En general, y como se verá en los otros estudios de implantación de C.T.C., este tipo de proyectos, son muy rentables. En este caso se tuvo una tasa interna de retorno de 61.10% y un valor presente neto actualizado de 356,910 millones de pesos, valor muy superior a la inversión inicial ( 54,000 millones).
- b) Tramo Manzanillo.El Castillo (con desvío). Este proyecto es menos rentable que el anterior, debido a la presencia del costo adicional del desvío de Tlajomulco al Castillo. Sin embargo, la tasa interna de retorno es muy atractiva (46.13%).
- c) Tramo El Castillo-Vanegas. Este proyecto incluye la obra que presenta el costo más elevado del corredor, la construcción de la nueva línea El Castillo-Encarnación. Por ello, el costo de inversión se eleva, y con ello se tiene una tasa interna de retorno de 13.68%, apenas superior a la tasa de recuperación considerada. La relación Beneficio-Costo es de 1.19%.
- d) Tramo Benjamín Méndez-Monterrey. Este proyecto presenta el problema de que, al construirse los libramientos, se obtienen beneficios como el desviar el tráfico ferroviario de las zonas urbanas y disminuir accidentes. Este beneficio se menciona sólo cualitativamente. Sin embargo, los costos de operación se incrementan, ya que, para el mismo tráfico, se recorre una distancia mayor. Aún así, la tasa interna de retorno que se obtiene es de

14.75%, superior a la considerada mínima de recuperación. Por ello, y aunado a los beneficios cualitativos mencionados, la obra puede considerarse rentable.

- e) Tramo Monterrey-Nuevo Laredo. Este tramo presenta una tasa interna de retorno menor a la implantación de C.T.C. en el tramo Manzanillo-Colima. Ella es de 26.85%. Sin embargo, se considera este proyecto muy rentable.

Como conclusión, se puede mencionar que, como prioridad, debe construirse primero los Sistemas de C.T.C., posteriormente las obras de Benjamín Méndez a Monterrey y al final la construcción de las obras de El Castillo a Vanegas que, como ya se mencionó, es la que requiere mayor inversión.

Finalmente, se presenta un análisis de sensibilidad mostrando, para cada proyecto, el efecto que tendría el modificar la tasa mínima de recuperación, o bien, de que los pronósticos de tráfico no se cumplan, considerando una desviación de 10%.

CALCULO DE INDICADORES ECONOMICOS  
MANZANILLO-EL CASTILLO (SIN DESVIO)

AÑO	COSTOS DE INVERSION	BENEFICIOS ESPERADOS	FLUJO DE EFECTIVO
1994	(\$53,999,566,251)		(\$53,999,566,251)
1995		\$28,682,437,365	\$28,682,437,365
1996		\$31,208,189,773	\$31,208,189,773
1997		\$33,797,055,048	\$33,797,055,048
1998		\$36,450,610,251	\$36,450,610,251
1999		\$39,170,471,854	\$39,170,471,854
2000		\$41,958,296,721	\$41,958,296,721
2001		\$44,815,783,118	\$44,815,783,118
2002		\$47,744,671,746	\$47,744,671,746
2003		\$50,746,746,807	\$50,746,746,807
2004		\$53,823,837,083	\$53,823,837,083
2005		\$56,977,817,056	\$56,977,817,056
2006		\$60,210,608,048	\$60,210,608,048
2007		\$63,524,179,391	\$63,524,179,391
2008		\$66,920,549,627	\$66,920,549,627
2009		\$70,401,787,738	\$70,401,787,738
2010		\$73,970,014,407	\$73,970,014,407
2011		\$77,627,403,309	\$77,627,403,309
2012		\$81,376,182,434	\$81,376,182,434
2013		\$85,218,635,448	\$85,218,635,448
2014		\$89,157,103,079	\$89,157,103,079
2015		\$93,193,984,549	\$93,193,984,549
2016		\$97,331,739,029	\$97,331,739,029
2017		\$101,572,887,144	\$101,572,887,144
2018		\$105,920,012,502	\$105,920,012,502
2019		\$110,375,763,274	\$110,375,763,274
2020		\$114,942,853,801	\$114,942,853,801
2021		\$120,587,213,563	\$120,587,213,563
2022		\$126,371,746,947	\$126,371,746,947
2023		\$132,299,935,739	\$132,299,935,739
2024		\$138,375,348,225	\$138,375,348,225
2025		\$144,601,641,342	\$144,601,641,342
TASA INTERNA DE RETORNO :			61.10%
VALOR PRESENTE NETO :			\$356,910,130,269
RELACION BENEFICIO/COSTO :			7.61
ANUALIDAD EQUIVALENTE :			\$44,144,806,702
TASA MINIMA DE RECUPERACION :			12.00%

CALCULO DE INDICADORES ECONOMICOS  
MANZANILLO-EL CASTILLO (CON DESVIO)

ANO	COSTOS DE INVERSION	BENEFICIOS ESPERADOS	FLUJO DE EFECTIVO
1994	\$98,366,332,522		(\$98,366,332,522)
1995		\$38,997,921,740	\$38,997,921,740
1996		\$41,781,501,629	\$41,781,501,629
1997		\$44,634,638,580	\$44,634,638,580
1998		\$47,559,070,725	\$47,559,070,725
1999		\$50,556,579,627	\$50,556,579,627
2000		\$53,628,991,371	\$53,628,991,371
2001		\$56,778,177,671	\$56,778,177,671
2002		\$60,006,057,015	\$60,006,057,015
2003		\$63,314,595,830	\$63,314,595,830
2004		\$66,705,809,682	\$66,705,809,682
2005		\$70,181,764,506	\$70,181,764,506
2006		\$73,744,577,858	\$73,744,577,858
2007		\$77,396,420,213	\$77,396,420,213
2008		\$81,139,516,281	\$81,139,516,281
2009		\$84,976,146,365	\$84,976,146,365
2010		\$88,908,647,753	\$88,908,647,753
2011		\$92,939,416,135	\$92,939,416,135
2012		\$97,070,907,070	\$97,070,907,070
2013		\$101,305,637,476	\$101,305,637,476
2014		\$105,646,187,166	\$105,646,187,166
2015		\$110,095,200,422	\$110,095,200,422
2016		\$114,655,387,602	\$114,655,387,602
2017		\$119,329,526,791	\$119,329,526,791
2018		\$124,120,465,498	\$124,120,465,498
2019		\$129,031,122,386	\$129,031,122,386
2020		\$134,064,489,054	\$134,064,489,054
2021		\$140,186,779,163	\$140,186,779,163
2022		\$146,461,188,392	\$146,461,188,392
2023		\$152,891,497,092	\$152,891,497,092
2024		\$159,481,579,583	\$159,481,579,583
2025		\$166,235,406,478	\$166,235,406,478
TASA INTERNA DE RETORNO :			46.13%
VALOR PRESENTE NETO :			\$414,165,040,091
RELACION BENEFICIO/COSTO :			5.21
ANUALIDAD EQUIVALENTE :			\$51,226,440,739
TASA MINIMA DE RECUPERACION :			12.00%

CALCULO DE INDICADORES ECONOMICOS  
EL CASTILLO-VANEGAS

ANO	COSTOS DE INVERSION	BENEFICIOS ESPERADOS	FLUJO DE EFECTIVO
1994	\$495,199,018,684		(\$495,199,018,684)
1995		\$33,766,696,315	\$33,766,696,315
1996		\$38,197,014,538	\$38,197,014,538
1997		\$42,745,766,577	\$42,745,766,577
1998		\$47,416,118,475	\$47,416,118,475
1999		\$52,211,320,909	\$52,211,320,909
2000		\$57,134,711,454	\$57,134,711,454
2001		\$62,189,716,910	\$62,189,716,910
2002		\$67,379,855,681	\$67,379,855,681
2003		\$72,708,740,230	\$72,708,740,230
2004		\$78,180,079,588	\$78,180,079,588
2005		\$83,797,681,940	\$83,797,681,940
2006		\$89,565,457,272	\$89,565,457,272
2007		\$95,487,420,095	\$95,487,420,095
2008		\$101,567,692,236	\$101,567,692,236
2009		\$107,810,505,713	\$107,810,505,713
2010		\$114,220,205,674	\$114,220,205,674
2011		\$120,801,253,423	\$120,801,253,423
2012		\$127,558,229,530	\$127,558,229,530
2013		\$134,495,837,012	\$134,495,837,012
2014		\$141,618,904,611	\$141,618,904,611
2015		\$148,932,390,153	\$148,932,390,153
2016		\$156,441,384,001	\$156,441,384,001
2017		\$164,151,112,595	\$164,151,112,595
2018		\$172,066,942,093	\$172,066,942,093
2019		\$180,194,382,101	\$180,194,382,101
2020		\$188,539,089,515	\$188,539,089,515
2021		\$197,106,872,451	\$197,106,872,451
2022		\$205,903,694,293	\$205,903,694,293
2023		\$214,935,677,840	\$214,935,677,840
2024		\$224,209,109,571	\$224,209,109,571
2025		\$233,730,444,017	\$233,730,444,017
TASA INTERNA DE RETORNO :			13.68%
VALOR PRESENTE NETO :			\$94,833,027,825
RELACION BENEFICIO/COSTO :			1.19
ANUALIDAD EQUIVALENTE :			\$11,729,523,281
TASA MINIMA DE RECUPERACION :			12.00%

CALCULO DE INDICADORES ECONOMICOS  
BENJAMIN MENDEZ-MONTERREY

ANO	COSTOS DE INVERSION	BENEFICIOS ESPERADOS	FLUJO DE EFECTIVO
1984	\$412,107,852,969		(\$412,107,852,969)
1995		\$38,571,283,680	\$38,571,283,680
1996		\$40,103,809,744	\$40,103,809,744
1997		\$41,697,226,603	\$41,697,226,603
1998		\$43,353,953,589	\$43,353,953,589
1999		\$46,724,723,668	\$46,724,723,668
2000		\$50,229,422,216	\$50,229,422,216
2001		\$53,873,370,520	\$53,873,370,520
2002		\$57,662,101,296	\$57,662,101,296
2003		\$61,601,367,084	\$61,601,367,084
2004		\$65,697,148,987	\$65,697,148,987
2005		\$69,955,665,753	\$69,955,665,753
2006		\$74,383,383,211	\$74,383,383,211
2007		\$78,987,024,097	\$78,987,024,097
2008		\$83,773,578,253	\$83,773,578,253
2009		\$88,750,313,245	\$88,750,313,245
2010		\$93,924,785,398	\$93,924,785,398
2011		\$99,304,851,264	\$99,304,851,264
2012		\$104,898,679,555	\$104,898,679,555
2013		\$110,714,763,547	\$110,714,763,547
2014		\$116,761,933,970	\$116,761,933,970
2015		\$123,049,372,422	\$123,049,372,422
2016		\$129,586,625,305	\$129,586,625,305
2017		\$136,383,618,324	\$136,383,618,324
2018		\$143,450,671,552	\$143,450,671,552
2019		\$150,798,515,104	\$150,798,515,104
2020		\$158,438,305,429	\$158,438,305,429
2021		\$166,381,642,244	\$166,381,642,244
2022		\$174,640,586,151	\$174,640,586,151
2023		\$183,227,676,950	\$183,227,676,950
2024		\$192,155,952,671	\$192,155,952,671
2025		\$201,438,969,379	\$201,438,969,379

TASA INTERNA DE RETORNO :	14.35%
VALOR PRESENTE NETO :	\$106,749,577,293
RELACION BENEFICIO/COSTO :	1.26
ANUALIDAD EQUIVALENTE :	\$13,203,434,297

TASA MINIMA DE RECUPERACION : 12.00%

CALCULO DE INDICADORES ECONOMICOS  
MONTERREY-NUEVO LAREDO

AÑO	COSTOS DE INVERSION	BENEFICIOS ESPERADOS	FLUJO DE EFECTIVO
1994	\$44,975,082,698		(\$44,975,082,698)
1995		\$1,939,329,827	\$1,939,329,827
1996		\$2,034,804,626	\$2,034,804,626
1997		\$2,134,979,729	\$2,134,979,729
1998		\$2,240,086,533	\$2,240,086,533
1999		\$2,350,367,832	\$2,350,367,832
2000		\$8,120,348,231	\$8,120,348,231
2001		\$14,174,389,502	\$14,174,389,502
2002		\$20,526,476,195	\$20,526,476,195
2003		\$27,191,281,330	\$27,191,281,330
2004		\$34,184,200,293	\$34,184,200,293
2005		\$41,521,386,397	\$41,521,386,397
2006		\$49,219,788,197	\$49,219,788,197
2007		\$57,297,188,636	\$57,297,188,636
2008		\$65,772,246,131	\$65,772,246,131
2009		\$74,664,537,662	\$74,664,537,662
2010		\$83,994,604,006	\$83,994,604,006
2011		\$93,783,997,176	\$93,783,997,176
2012		\$104,055,330,207	\$104,055,330,207
2013		\$114,832,329,395	\$114,832,329,395
2014		\$126,139,889,100	\$126,139,889,100
2015		\$138,004,129,253	\$138,004,129,253
2016		\$150,452,455,687	\$150,452,455,687
2017		\$163,513,623,451	\$163,513,623,451
2018		\$177,217,803,226	\$177,217,803,226
2019		\$191,596,651,021	\$191,596,651,021
2020		\$206,683,381,297	\$206,683,381,297
2021		\$222,512,843,690	\$222,512,843,690
2022		\$239,121,603,511	\$239,121,603,511
2023		\$256,548,026,212	\$256,548,026,212
2024		\$274,832,366,008	\$274,832,366,008
2025		\$294,016,858,863	\$294,016,858,863

TASA INTERNA DE RETORNO :	26.85%
VALOR PRESENTE NETO :	\$253,430,848,541
RELACION BENEFICIO/COSTO :	6.63
ANUALIDAD EQUIVALENTE :	\$31,345,862,368

TASA MINIMA DE RECUPERACION : 12.00%

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

(MILLONES DE \$)

	TIR	VPN	B/C	A	
MANZANILLO-EL CASTILLO (SIN DESVIO)					
	i = 8%	61.10%	599,867	12.11	52,853
	i = 10%	61.10%	457,260	9.47	48,239
*	i = 12%	61.10%	356,910	7.61	44,145
	i = 14%	61.10%	284,430	6.27	40,518
	i = 16%	61.10%	230,759	5.27	37,296
	i = 18%	61.10%	190,075	4.52	34,417
	i = 20%	61.10%	158,553	3.94	31,822
	-10% carga	44.43%	257,285	5.76	24,822
*	carga	61.10%	356,910	7.61	44,145
	+10% carga	78.60%	456,534	9.45	56,467
MANZANILLO-EL CASTILLO (CON DESVIO)					
	i = 8%	46.13%	705,941	8.18	62,199
	i = 10%	46.13%	535,020	6.44	56,443
*	i = 12%	46.13%	414,165	5.21	51,226
	i = 14%	46.13%	326,439	4.32	46,502
	i = 16%	46.13%	261,151	3.65	42,208
	i = 18%	46.13%	211,411	3.15	38,280
	i = 20%	46.13%	172,685	2.76	34,659
	-10% carga	35.93%	304,378	4.09	37,647
*	carga	46.13%	414,165	5.21	51,226
	+10% carga	56.71%	523,952	6.33	64,806
EL CASTILLO-VANEGAS					
	i = 8%	13.68%	469,711	1.95	41,385
	i = 10%	13.68%	248,910	1.50	26,259
*	i = 12%	13.68%	94,833	1.19	11,730
	i = 14%	13.68%	(15,467)	0.97	(2,203)
	-10% carga	12.65%	35,829	1.07	4,432
*	carga	13.68%	94,833	1.19	11,730
	+10% carga	14.66%	153,836	1.31	19,028

## ANALISIS DE SENSIBILIDAD

(MILLONES DE \$)

	TIR	VPN	B/C	A
BENJAMIN MENDEZ-MONTERREY				
i = 8%	14.35%	422,478	2.03	37,223
i = 10%	14.35%	236,637	1.57	24,964
* i = 12%	14.35%	106,750	1.26	13,203
i = 14%	14.35%	13,560	1.03	1,931
i = 16%	14.35%	(55,006)	0.87	8,890
-10% carga	13.23%	54,864	1.13	6,786
* carga	14.35%	106,750	1.26	13,203
+10% carga	15.43%	158,635	1.30	19,621
MONTERREY-NUEVO LAREDO				
i = 8%	26.85%	555,627	13.35	48,955
i = 10%	26.85%	373,514	9.30	39,404
* i = 12%	26.85%	253,431	6.63	31,346
i = 14%	26.85%	172,589	4.84	24,586
i = 16%	26.85%	117,851	3.60	18,918
i = 18%	26.85%	78,135	2.74	14,148
i = 20%	26.85%	50,344	2.12	10,104
-10% carga	25.78%	223,590	5.97	27,655
* carga	26.85%	253,431	6.63	31,346
+10% carga	27.85%	283,271	7.30	35,037

### 3.13. EVALUACION FINANCIERA

La evaluación financiera no presentó resultados favorables para el proyecto. Esto se debe principalmente a que el Ferrocarril trabaja con pérdidas, ocasionadas por una inadecuada política de tarifas y por los altos costos de operación, resultantes de un escaso programa de mantenimiento de la infraestructura y del equipo.

El proyecto del tramo entre Manzanillo y El Castillo, sin incluir el desvío del Castillo a Tlajomulco, presentó una tasa interna de retorno negativa (-195.22%). Ello implica que el proyecto no es rentable. El valor presente neto es de -\$150,944 millones de pesos.

El proyecto del mismo tramo, pero incluyendo el desvío mencionado, presenta una tasa interna de retorno de -7.21%, mayor que la anterior, debido a que dicho acortamiento disminuye las distancias y con ello los costos. El valor presente neto es de -93,747 millones de pesos, casi 60,000 millones de pesos menos que el anterior.

El proyecto de El Castillo a Vanegas presenta una tasa interna de retorno positiva de 6.67%, debido principalmente al ahorro en distancia. Sin embargo, considerando una tasa mínima de recuperación de 12%, el valor presente neto sigue siendo negativo (-210,198 millones de pesos).

El proyecto del tramo Benjamín Méndez-Monterrey presenta una tasa interna de retorno negativa y muy baja (-190.08%). Esto es ocasionado por las obras de los libramientos de Saltillo y de Monterrey, que incrementan la distancia y con ella los costos de la situación actual.

Finalmente, el tramo Monterrey-Nuevo Laredo es el único proyecto realmente rentable bajo el prisma de la evaluación financiera. Dicho proyecto presenta una T.I.R. de 46.68%, un valor presente neto de 185,322 millones de pesos y una relación Beneficio/Costo de 5.12%.

Se anexan los cálculos de la evaluación financiera a continuación.

CALCULO DE INDICADORES FINANCIEROS  
MANZANILLO-EL CASTILLO (SIN DESVIO)

ANO	COSTOS DE INVERSION	BENEFICIOS ESPERADOS	FLUJO DE EFECTIVO
1994	\$53,999,566,251		(\$53,999,566,251)
1995		(\$9,838,644,635)	(\$9,838,644,635)
1996		(\$10,085,412,582)	(\$10,085,412,582)
1997		(\$10,338,368,985)	(\$10,338,368,985)
1998		(\$10,597,669,019)	(\$10,597,669,019)
1999		(\$10,863,471,747)	(\$10,863,471,747)
2000		(\$11,135,940,222)	(\$11,135,940,222)
2001		(\$11,415,241,584)	(\$11,415,241,584)
2002		(\$11,701,547,164)	(\$11,701,547,164)
2003		(\$11,995,032,588)	(\$11,995,032,588)
2004		(\$12,295,877,886)	(\$12,295,877,886)
2005		(\$12,604,267,599)	(\$12,604,267,599)
2006		(\$12,920,390,899)	(\$12,920,390,899)
2007		(\$13,244,441,696)	(\$13,244,441,696)
2008		(\$13,576,618,765)	(\$13,576,618,765)
2009		(\$13,917,125,863)	(\$13,917,125,863)
2010		(\$14,266,171,855)	(\$14,266,171,855)
2011		(\$14,623,970,843)	(\$14,623,970,843)
2012		(\$14,990,742,298)	(\$14,990,742,298)
2013		(\$15,366,711,189)	(\$15,366,711,189)
2014		(\$15,752,108,131)	(\$15,752,108,131)
2015		(\$16,147,169,516)	(\$16,147,169,516)
2016		(\$16,552,137,663)	(\$16,552,137,663)
2017		(\$16,967,260,969)	(\$16,967,260,969)
2018		(\$17,392,794,055)	(\$17,392,794,055)
2019		(\$17,828,997,927)	(\$17,828,997,927)
2020		(\$18,276,140,133)	(\$18,276,140,133)
2021		(\$18,734,494,931)	(\$18,734,494,931)
2022		(\$19,204,343,453)	(\$19,204,343,453)
2023		(\$19,685,973,878)	(\$19,685,973,878)
2024		(\$20,179,681,611)	(\$20,179,681,611)
2025		(\$20,685,769,463)	(\$20,685,769,463)

TASA INTERNA DE RETORNO : -195.22%  
 VALOR PRESENTE NETO : (\$150,994,797,552)  
 RELACION BENEFICIO/COSTO : (1.80)  
 ANUALIDAD EQUIVALENTE : (\$18,675,951,131)

TASA MINIMA DE RECUPERACION : 12.00%

CALCULO DE INDICADORES FINANCIEROS  
COLIMA-EL CASTILLO (CON DESVIO)

ANO	COSTOS DE INVERSION	BENEFICIOS ESPERADOS	FLUJO DE EFECTIVO
1994	\$98,366,332,522		(\$98,366,332,522)
1995		\$476,030,365	\$476,030,365
1996		\$487,069,669	\$487,069,669
1997		\$498,364,207	\$498,364,207
1998		\$509,919,862	\$509,919,862
1999		\$521,742,648	\$521,742,648
2000		\$533,838,720	\$533,838,720
2001		\$546,214,374	\$546,214,374
2002		\$558,876,050	\$558,876,050
2003		\$571,830,334	\$571,830,334
2004		\$585,083,967	\$585,083,967
2005		\$598,643,841	\$598,643,841
2006		\$612,517,008	\$612,517,008
2007		\$626,710,681	\$626,710,681
2008		\$641,232,239	\$641,232,239
2009		\$656,089,229	\$656,089,229
2010		\$671,289,374	\$671,289,374
2011		\$686,840,570	\$686,840,570
2012		\$702,750,896	\$702,750,896
2013		\$719,028,617	\$719,028,617
2014		\$735,682,187	\$735,682,187
2015		\$752,720,252	\$752,720,252
2016		\$770,151,659	\$770,151,659
2017		\$787,985,454	\$787,985,454
2018		\$806,230,894	\$806,230,894
2019		\$824,897,446	\$824,897,446
2020		\$843,994,795	\$843,994,795
2021		\$863,532,846	\$863,532,846
2022		\$883,521,731	\$883,521,731
2023		\$903,971,818	\$903,971,818
2024		\$924,893,706	\$924,893,706
2025		\$946,298,242	\$946,298,242
TASA INTERNA DE RETORNO :			-7.21%
VALOR PRESENTE NETO :			(\$93,747,861,184)
RELACION BENEFICIO/COSTO :			0.05
ANUALIDAD EQUIVALENTE :			(\$11,595,303,298)
TASA MINIMA DE RECUPERACION :			12.00%

CALCULO DE INDICADORES FINANCIEROS  
EL CASTILLO-VANEGAS

ANO	COSTOS DE INVERSION	BENEFICIOS ESPERADOS	FLUJO DE EFECTIVO
1994	\$495,199,018,684		(\$495,199,018,684)
1995		\$28,505,911,284	\$28,505,911,284
1996		\$29,267,947,714	\$29,267,947,714
1997		\$30,050,355,342	\$30,050,355,342
1998		\$30,853,678,740	\$30,853,678,740
1999		\$31,678,477,041	\$31,678,477,041
2000		\$32,525,324,326	\$32,525,324,326
2001		\$33,394,810,020	\$33,394,810,020
2002		\$34,287,539,306	\$34,287,539,306
2003		\$35,204,133,545	\$35,204,133,545
2004		\$36,145,230,709	\$36,145,230,709
2005		\$37,111,485,824	\$37,111,485,824
2006		\$38,103,571,427	\$38,103,571,427
2007		\$39,122,178,034	\$39,122,178,034
2008		\$40,168,014,619	\$40,168,014,619
2009		\$41,241,809,109	\$41,241,809,109
2010		\$42,344,308,892	\$42,344,308,892
2011		\$43,476,281,334	\$43,476,281,334
2012		\$44,638,514,315	\$44,638,514,315
2013		\$45,831,816,777	\$45,831,816,777
2014		\$47,057,019,287	\$47,057,019,287
2015		\$48,314,974,616	\$48,314,974,616
2016		\$49,606,558,331	\$49,606,558,331
2017		\$50,932,669,406	\$50,932,669,406
2018		\$52,294,230,845	\$52,294,230,845
2019		\$53,692,190,328	\$53,692,190,328
2020		\$55,127,520,869	\$55,127,520,869
2021		\$56,601,221,492	\$56,601,221,492
2022		\$58,114,317,929	\$58,114,317,929
2023		\$59,667,863,331	\$59,667,863,331
2024		\$61,262,939,003	\$61,262,939,003
2025		\$62,900,655,156	\$62,900,655,156

TASA INTERNA DE RETORNO : 6.67%  
 VALOR PRESENTE NETO : (\$210,198,629,536)  
 RELACION BENEFICIO/COSTO : 0.58  
 ANUALIDAD EQUIVALENTE : (\$25,998,639,666)

TASA MINIMA DE RECUPERACION : 12.00%

CALCULO DE INDICADORES FINANCIEROS  
BENJAMIN MENDEZ-MONTERREY

AÑO	COSTOS DE INVERSION	BENEFICIOS ESPERADOS	FLUJO DE EFECTIVO
1994	\$412,107,852,969		(\$412,107,852,969)
1995		(\$9,249,374,845)	(\$9,249,374,845)
1996		(\$9,616,873,841)	(\$9,616,873,841)
1997		(\$9,998,974,420)	(\$9,998,974,420)
1998		(\$10,396,256,736)	(\$10,396,256,736)
1999		(\$10,809,323,994)	(\$10,809,323,994)
2000		(\$11,238,803,368)	(\$11,238,803,368)
2001		(\$11,685,346,948)	(\$11,685,346,948)
2002		(\$12,149,632,734)	(\$12,149,632,734)
2003		(\$12,632,365,665)	(\$12,632,365,665)
2004		(\$13,134,278,689)	(\$13,134,278,689)
2005		(\$13,656,133,875)	(\$13,656,133,875)
2006		(\$14,198,723,571)	(\$14,198,723,571)
2007		(\$14,762,871,608)	(\$14,762,871,608)
2008		(\$15,349,434,547)	(\$15,349,434,547)
2009		(\$15,959,302,984)	(\$15,959,302,984)
2010		(\$16,593,402,901)	(\$16,593,402,901)
2011		(\$17,252,697,071)	(\$17,252,697,071)
2012		(\$17,938,186,518)	(\$17,938,186,518)
2013		(\$18,650,912,042)	(\$18,650,912,042)
2014		(\$19,391,955,796)	(\$19,391,955,796)
2015		(\$20,162,442,926)	(\$20,162,442,926)
2016		(\$20,963,543,288)	(\$20,963,543,288)
2017		(\$21,796,473,214)	(\$21,796,473,214)
2018		(\$22,662,497,368)	(\$22,662,497,368)
2019		(\$23,562,930,659)	(\$23,562,930,659)
2020		(\$24,499,140,241)	(\$24,499,140,241)
2021		(\$25,472,547,589)	(\$25,472,547,589)
2022		(\$26,484,630,656)	(\$26,484,630,656)
2023		(\$27,536,926,118)	(\$27,536,926,118)
2024		(\$28,631,031,706)	(\$28,631,031,706)
2025		(\$29,768,608,632)	(\$29,768,608,632)

TASA INTERNA DE RETORNO : -190.08%  
 VALOR PRESENTE NETO : (\$515,847,851,779)  
 RELACION BENEFICIO/COSTO : (0.25)  
 ANUALIDAD EQUIVALENTE : (\$63,803,186,777)

TASA MINIMA DE RECUPERACION : 12.00%

CALCULO DE INDICADORES FINANCIEROS  
MONTERREY-NUEVO LAREDO

AÑO	COSTOS DE INVERSION	BENEFICIOS ESPERADOS	FLUJO DE EFECTIVO
1994	\$44,975,082,698		(\$44,975,082,698)
1995		\$18,780,857,123	\$18,780,857,123
1996		\$19,705,454,136	\$19,705,454,136
1997		\$20,675,569,820	\$20,675,569,820
1998		\$21,693,445,095	\$21,693,445,095
1999		\$22,761,431,206	\$22,761,431,206
2000		\$23,881,995,149	\$23,881,995,149
2001		\$25,057,725,376	\$25,057,725,376
2002		\$26,291,337,766	\$26,291,337,766
2003		\$27,585,681,907	\$27,585,681,907
2004		\$28,943,747,673	\$28,943,747,673
2005		\$30,368,672,132	\$30,368,672,132
2006		\$31,863,746,791	\$31,863,746,791
2007		\$33,432,425,203	\$33,432,425,203
2008		\$35,078,330,941	\$35,078,330,941
2009		\$36,805,265,969	\$36,805,265,969
2010		\$38,617,219,427	\$38,617,219,427
2011		\$40,518,376,841	\$40,518,376,841
2012		\$42,513,129,795	\$42,513,129,795
2013		\$44,606,086,075	\$44,606,086,075
2014		\$46,802,080,310	\$46,802,080,310
2015		\$49,106,185,144	\$49,106,185,144
2016		\$51,523,722,951	\$51,523,722,951
2017		\$54,060,278,129	\$54,060,278,129
2018		\$56,721,710,000	\$56,721,710,000
2019		\$59,514,166,347	\$59,514,166,347
2020		\$62,444,097,612	\$62,444,097,612
2021		\$65,518,271,799	\$65,518,271,799
2022		\$68,743,790,105	\$68,743,790,105
2023		\$72,128,103,325	\$72,128,103,325
2024		\$75,679,029,063	\$75,679,029,063
2025		\$79,404,769,790	\$79,404,769,790

TASA INTERNA DE RETORNO : 46.68%  
 VALOR PRESENTE NETO : \$185,322,330,017  
 RELACION BENEFICIO/COSTO : 5.12  
 ANUALIDAD EQUIVALENTE : \$22,921,788,266

TASA MINIMA DE RECUPERACION : 12.00%

### 3.14. EVALUACION SOCIAL

Con el fin de realizar la Evaluación Social, se tomaron las razones de precios de cuenta que proporcionó NAFINSA (ver Bibliografía). Dichas razones de precios de cuenta fueron calculados para las grandes ramas de actividad. Por no contar con información mas precisa, se utilizaron dichos factores, que son, a saber, los siguientes:

Rama de Actividad	RPC
Petróleo y Derivados	1.205
Equipo para transportes	0.793
Construcción	0.773
Mano de Obra	0.772
Transporte	0.792
RPC estándar	0.772

Estos factores fueron empleados para los diversos conceptos de beneficios y costos que se utilizaron en la evaluación económica. Posteriormente, se determinaron los parámetros financieros para determinar la rentabilidad del proyecto bajo el esquema de la Evaluación Social. Dichos parámetros se muestran a continuación:

Se omiten las tablas de cálculo de beneficio y costo, debido a que tienen una estructura similar a las de la Evaluación Económica.

TRAMO	T.I.R.	V.P.N.	B/C	A
MANZANILLO-EL CASTILLO (SIN DESVIO)	77.99%	360,667	10.12	47,083
MANZANILLO-EL CASTILLO (CON DESVIO)	57.62%	440,279	6.79	54,456
EL CASTILLO-VANEGAS	15.82%	180,609	1.47	22,339
BENJAMIN MENDEZ-MONTERREY	15.22%	122,525	1.38	15,155
MONTERREY-NUEVO LAREDO	28.24%	231,468	7.66	28,629

NOTA: i = 12%

#### 4. CONCLUSIONES

El Proceso de Planeación y la Evaluación de Proyectos no han sido debidamente explotados en la Ingeniería Civil. Sin embargo, se ha mostrado en este documento la utilidad práctica de los conceptos anteriores en la evaluación del corredor ferroviario Manzanillo-Nuevo Laredo, para identificar la rentabilidad económica, financiera y social de los proyectos en cuestión, o bien, para jerarquizarlos.

Analizando los resultados de las evaluaciones, puede observarse que, en general, los proyectos de C.T.C. dan como resultado una tasa interna de retorno alta para la evaluación económica. Así, el proyecto mas rentable es el de Manzanillo-El Castillo sin desvío y a continuación el mismo proyecto pero con desvío. Posteriormente el proyecto de C.T.C. de Monterrey a Nuevo Laredo. A continuación del tramo de Benjamín Méndez a Monterrey. Finalmente, el proyecto El Castillo-Vanegas, que presenta costos de construcción altos, presenta la tasa interna de retorno mas baja. Bajo la perspectiva de la evaluación financiera, los altos costos de operación contra los bajos ingresos implicó una muy baja, o incluso nula, rentabilidad de los proyectos. Solamente los proyectos para los tramos El Castillo-Vanegas y Monterrey-Nuevo Laredo presentaron tasas de retorno positivas. Sin embargo, es importante considerar que los flujos de efectivo para condiciones del proyecto son mayores que las actuales, por lo que los proyectos reducen la pérdida. Finalmente, bajo la evaluación social, el proyecto mas rentable es el del tramo Manzanillo-El Castillo, con desvío y posteriormente, en orden, los proyectos Manzanillo-El Castillo sin desvío, Monterrey-Nuevo Laredo, El Castillo-Vanegas y Benjamín Méndez Monterrey.

Con lo anterior se seleccionará la mejor alternativa según el criterio de decisión que se considere prioritario. Se puede utilizar algún método para evaluar proyectos con objetivos múltiples. Puede incluso tratarse métodos para seleccionar inversiones con presupuesto fijo o bajo condiciones de riesgo e incertidumbre, apoyados en modelos de Investigación de Operaciones y Planeación. Sin embargo, estos métodos salen del alcance de esta tesis. Lo importante es mostrar la bondad de la Planeación dentro del ejercicio de la Ingeniería Civil que, espero, se cumpla con la realización de este trabajo.

## **5. BIBLIOGRAFIA**

**El enfoque de Sistemas en la solución de problemas**

**Arturo Fuentes Zenón**

**División de Estudios de Postgrado, Fac. Ingeniería, U.N.A.M.**

**México, 1990**

**Papel de la Planeación en el Proceso de Conducción**

**Gonzalo de J. Negroe P.**

**División de Estudios de Postgrado, Fac. Ingeniería, U.N.A.M.**

**México, 1980**

**Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión I**

**División de Educación Continua, Fac. Ingeniería, U.N.A.M.**

**México, 1989**

**Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión II**

**División de Educación Continua, Fac. Ingeniería, U.N.A.M.**

**México, 1989**

**Guía para la Evaluación de Proyectos**

**I.L.P.E.S.**

**Ed. Siglo XXI**

**México, 1985**

**Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión**

**Raúl Coss Bú**

**Ed. Limusa**

**México, 1988**

**La Evaluación de las alternativas de Inversión**

**Consejo Económico y Social, O.N.U.**

**Santiago de Chile, 1976**

**Ingeniería Económica**

**George A. Taylor**

**Ed. Limusa**

**México, 1985**

**Algunos Modelos para la selección de Inversiones**  
**Alberto Moreno, Francisco J. Jauffred**  
**División de Estudios de Postgrado, Fac. Ingeniería, U.N.A.M.**  
**México, 1990**

**Los precios de cuenta en México 1986**  
**Nacional Financiera S.N.C.**  
**México, 1986**

**Geografía Económica de México**  
**Angel Bassols B.**  
**Ed. Trillas**  
**México, 1987**

**Ferrocarriles**  
**Francisco M. Togno**  
**Representaciones y Servicios de Ingeniería**  
**México, 1982**

**Breve reseña histórica de los Ferrocarriles Nacionales**  
**Gerencia de Relaciones Públicas**  
**Ferrocarriles Nacionales de México**  
**México, 1987**

**Estudio de Mediano y Largo Plazo de los F.N.M.**  
**Subdirección General de Planeación y Sistemas**  
**Ferrocarriles Nacionales de México**  
**México, 1988**

**Plan Maestro de Patios y Terminales**  
**Ferrocarriles Nacionales de México**  
**Gerencia de Planeación y Evaluación de Proyectos**  
**México, 1985**

**Riel Tendido**  
**Gerencia de Vía y Estructuras**  
**Ferrocarriles Nacionales de México**  
**México, 1988**

**Diversos documentos e informes de los Ferrocarriles Nacionales de México**