



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**LA INGENIERIA INDUSTRIAL Y
EL TRANSPORTE DE CARGA EN MEXICO
(CASO PRACTICO: ESTUDIO DE INGENIERIA DE
COSTOS AL AUTOTRANSPORTE
FEDERAL DE CARGA)**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
P R E S E N T A :
BENITO ZATARAIN SORDO**

DIRECTOR: M. en I. ALBERTO PIMENTEL HENKEL
CODIRECTOR: ING. ADOLFO VELASCO REYES

México, D. F.

1993

**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

I	INTRODUCCION	3
II	LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE DE CARGA	7
III	PANORAMA GENERAL DE LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE DE CARGA EN MEXICO	16
IV	RELACION ENTRE LA INGENIERIA INDUSTRIAL Y LA INDUSTRIA MEXICANA DEL TRANSPORTE DE CARGA	30
V	LA INGENIERIA DE COSTOS Y LA INDUSTRIA MEXICANA DEL TRANSPORTE DE CARGA	47
VI	EL MODELO QUE DETERMINA LOS COSTOS DE OPERACION DE LOS VEHICULOS QUE TRANSPORTAN CARGA POR CARRETERA	58
VII	CASO PRACTICO: APLICACION DEL MODELO VOC-HDMI AL AUTOTRANSPORTE FEDERAL INTERURBANO DE CARGA EN MEXICO	73
VIII	CONCLUSIONES	103
ANEXO A:	INFORMACION ESTADISTICA DEL TRANSPORTE DE CARGA EN MEXICO 1970-1990	109
ANEXO B:	RELACIONES FUNCIONALES ENTRE LOS DATOS DE ENTRADA Y LOS RESULTADOS DEL MODELO VOC-HDMI	113
ANEXO C:	INFORMACION ESTADISTICA DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA	123
ANEXO D:	ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA	126
	BIBLIOGRAFIA	143

CAPITULO I

CAPITULO I - INTRODUCCION

La comunidad internacional, en estos últimos años del siglo XX, está avanzando hacia una globalización en todas las actividades económicas de tal forma que la interdependencia entre las distintas sociedades humanas se intensifica cada vez más

Las naciones están tendiendo a integrarse entre sí para constituir zonas o bloques geoeconómicos comunes en los cuales podrán comercializarse prácticamente sin restricciones los satisfactores provenientes de cada uno de los países miembros. Esta situación permite que cada nación, en la medida en que sus productos y servicios sean competitivos, podrá incrementar las exportaciones de éstos hacia el resto de los países de la zona geoeconómica a la que pertenece pudiendo así captar un mayor número de divisas las cuales, bien administradas, representan una oportunidad de elevar el nivel de vida de su población

En el caso particular de México el fenómeno de la globalización económica se observa principalmente en el ingreso de nuestro país en 1986 al Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT), en la muy probable ratificación en 1993 de un Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá y en las actuales perspectivas de incremento del comercio de nuestro país con otras naciones latinoamericanas y con los países de la Cuenca del Pacífico

Para que México se beneficie realmente ante estas nuevas circunstancias se tendrán que abandonar los modos de producir poco competitivos derivados del proteccionismo industrial que caracterizó a nuestra economía durante varios años para adoptar una cultura más orientada hacia la competitividad en la producción y distribución de los bienes y servicios nacionales. Ello representa un reto de cambio estructural válido para todos los sectores productivos mexicanos

La industria mexicana del transporte de carga se encuentra inmersa en este contexto y por tanto deberá afrontar su propio reto de competitividad y eficiencia. Ello será necesario ya que la actual apertura económica de nuestro país implica que las empresas transportistas mexicanas irán enfrentando gradualmente una competencia directa con empresas extranjeras principalmente de Estados Unidos y de Canadá. El transporte de carga mexicano, en consecuencia, deberá estar preparado para movilizar mercancías satisfaciendo estándares internacionales de calidad y de costo y para ello será necesario el desarrollo de formas más eficientes y

competitivas de brindar este servicio en nuestro país

Este hecho me motivó a elegir como tema de tesis profesional la identificación del papel que puede desempeñar actualmente la Ingeniería Industrial en la movilización de carga en nuestro país. El principal objetivo de este trabajo será por tanto, aportar elementos que permitan afirmar que la Ingeniería Industrial es una profesión de gran utilidad para lograr el cambio estructural que requiere el transporte mexicano de mercancías

Con esa intención se mencionarán algunas aplicaciones de dicha profesión al transporte de carga mexicano en las áreas de Distribución de Planta, Manejo de Materiales, Diseño de Vehículos, Planeación, Mercadotecnia, Estudio del Trabajo, Mantenimiento, Seguridad Industrial, Relaciones Laborales, Evaluación de Proyectos, Investigación de Operaciones, Control Total de la Calidad e Ingeniería de Costos

De estas áreas se seleccionó a la Ingeniería de Costos con el fin de destacar en forma más amplia su utilidad para eficientar los traslados de mercancía en la República Mexicana. Para tal efecto se utilizará como herramienta de apoyo al modelo VOC-HDMIII desarrollado por el Banco Mundial con el propósito de proveer a los países en vías de desarrollo de un instrumento útil para el cálculo de los costos de operación de los vehículos del autotransporte. Mediante dicho modelo se simulará la operación interurbana de los principales vehículos del Autotransporte Federal de Carga al transitar por una ruta representativa de la red carretera mexicana con lo cual podrán efectuarse varios análisis ilustrativos de Ingeniería de Costos

El trabajo realizado en esta tesis se encuentra estructurado en la siguiente forma:

En el capítulo II se desarrolla una presentación de la industria del transporte de carga enfatizando el papel preponderante que desempeña en el desarrollo socioeconómico de las naciones y describiendo los aspectos más importantes que la caracterizan

Una vez establecido este marco de referencia se procede en el capítulo III a presentar un panorama general del transporte de carga en la República Mexicana en el cual se muestra su evolución durante las dos últimas décadas y se mencionan las perspectivas y retos para los próximos años

El capítulo IV destaca tanto la posibilidad como la conveniencia de utilizar el enfoque de la Ingeniería Industrial para

eficientar la operación de la industria mexicana del transporte de mercancías. En este capítulo se mencionan algunas áreas propias de dicha profesión aplicables a tal industria

En el capítulo V se presentan más detalladamente los principales objetivos y conceptos de una de tales áreas, la cual es conocida como Ingeniería de Costos. La razón de ello es que el caso práctico desarrollado en esta tesis es una aplicación de dicha área al Autotransporte Federal de Carga en México

El capítulo VI tiene como finalidad realizar una exposición teórico-técnica del modelo "Vehicle Speeds and Operating Costs" (VOC-HDMIII) el cual será utilizado en este trabajo para efectuar análisis ilustrativos de Ingeniería de Costos. En este capítulo se presentan las relaciones funcionales en que se fundamenta dicho modelo con la profundidad suficiente para que sea comprensible su esquema básico de operación. Tanto el análisis detallado como la validación de tales relaciones funcionales rebasan los alcances fijados para esta tesis pero de ser necesaria su realización se recomienda acudir a la documentación específica publicada por el Banco Mundial, la cual se menciona en la bibliografía de este trabajo

En el capítulo VII se presenta el caso práctico desarrollado en esta tesis el cual incluye varias aplicaciones del modelo VOC-HDMIII a las condiciones de operación interurbana de los vehículos del Autotransporte Federal de Carga en México pudiéndose apreciar con ello la utilidad de la Ingeniería de Costos para una eficaz toma de decisiones en la industria mexicana del transporte de carga por carretera

Finalmente, en el capítulo VIII se presentan las conclusiones principales derivadas del trabajo realizado en esta tesis

CAPITULO II

CAPITULO II - LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE DE CARGA

En este capítulo se presentan los aspectos relevantes de la industria del transporte de carga enfatizando el papel preponderante que desempeña en el desarrollo socioeconómico de las naciones

EL OBJETIVO Y LA NECESIDAD DEL TRANSPORTE DE CARGA

El objetivo de movilizar carga de un lugar a otro es situar a ésta en una ubicación más deseable de tal manera que pueda ser aprovechada para algún fin específico. Puede afirmarse que todo transporte de mercancía está fundamentado en el hecho de que tal mercancía se encuentra en un lugar pero se necesita en otro

Esta necesidad de modificar la localización de un bien económico tiene su origen en los siguientes factores:

1) DIFERENTE UBICACION DE LAS MATERIAS PRIMAS Y DE LOS CENTROS DE PRODUCCION

Durante el proceso de producción de un satisfactor es muy improbable que coincidan geográficamente los lugares de obtención de las materias primas necesarias con el lugar donde se producirá el satisfactor. Tal situación obliga al traslado de las materias primas hacia el centro de producción

2) DIFERENTE UBICACION DE LOS CENTROS DE PRODUCCION Y DE LOS POLOS DE DEMANDA

Los centros de demanda de un satisfactor no siempre coinciden geográficamente con los lugares donde se produce éste. Tal hecho hace necesaria la movilización del satisfactor ya elaborado hacia cada uno de los sitios de consumo

Por lo tanto el patrón general del movimiento de carga que se efectúa en un país estará determinado por la distribución territorial de los sitios de abasto de materia prima, los centros de producción y los diferentes polos de demanda

DEFINICIONES DE TRANSPORTE DE CARGA

El transporte de carga ha sido definido como:

" El conjunto de recursos materiales, tecnológicos, humanos y financieros destinados a satisfacer la necesidad de cambio de localización de los bienes económicos "

(Institute of Traffic Engineers, E.U.A., 1984)

" El sistema productivo integrado por personas, materiales, equipo y energía que tiene como finalidad el traslado de mercancías desde un lugar llamado Origen hasta otro llamado Destino "

(Enciclopedia Británica, 1985)

" La serie de operaciones y el conjunto de medios destinados a movilizar objetos de un lugar a otro "

(Diccionario de Términos Científicos y Técnicos, 1987)

La definición que se empleará para propósitos de esta tesis es la adoptada por el Institute of Traffic Engineers de los Estados Unidos de América por considerársele la más precisa

CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE DE CARGA

Existen diferentes sistemas de transporte de carga presentándose a continuación los criterios más importantes para su clasificación:

POR EL MEDIO	TRANSPORTE TERRESTRE
	- Ferroviario - Carretero
EN EL QUE SE	TRANSPORTE ACUATICO
	- Marítimo - Fluvial
DESARROLLA	TRANSPORTE AEREO
	TRANSPORTE POR DUCTO (traslado de fluidos por medio de tuberías)

POR LA POSICION	TRANSPORTE URBANO (Origen y Destino en la misma ciudad)
	TRANSPORTE INTERURBANO (Origen y Destino en distintas ciudades)
RELATIVA ENTRE	TRANSPORTE INTERNACIONAL (Origen y Destino en distintos paises)
	TRANSPORTE ESPACIAL (Origen y/o Destino fuera del planeta Tierra)
ORIGEN Y DESTINO	
POR LA NATURALEZA DE LA EMPRESA QUE LO SUMINISTRA	TRANSPORTE PUBLICO (suministrado por empresas estatales)
	TRANSPORTE PRIVADO (suministrado por empresas particulares)
POR LAS CARACTERISTICAS DEL PROPIETARIO DEL VEHICULO UTILIZADO	TRANSPORTE CONTRATADO (el usuario no es propietario del vehiculo)
	TRANSPORTE PROPIO (el usuario es a la vez el dueño del vehiculo)

CRITERIOS PARA LA SELECCION DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE CARGA

Se observa en la clasificación anterior que el usuario de los sistemas de transporte de carga puede seleccionar entre varias opciones a su alcance, aquélla que satisfaga en forma más efectiva sus necesidades particulares

Los principales criterios recomendados para que dicho usuario compare las opciones de transporte de carga existentes y así pueda elegir la más adecuada para sus requisitos específicos son:

- 1) Cobertura. Es el número de lugares o áreas importantes servidos por el sistema
- 2) Calidad. El sistema debe ser adecuado en aspectos tales como velocidad, regularidad, facilidad de carga y descarga y seguridad entre otros

- 3) Capacidad. Se refiere al nivel de saturación del sistema y da una idea de si se producirán congestiones y la magnitud y frecuencia de éstas
- 4) Transbordos. Son las conexiones entre distintas modalidades de transporte y su grado de eficiencia
- 5) Medio Ambiente. Se refiere al deterioro que el sistema puede producir en su medio ambiente circundante
- 6) Costo. Se refiere a los recursos económicos necesarios para utilizar el sistema

IMPORTANCIA DEL TRANSPORTE DE CARGA

La industria del transporte de carga de una nación comprende a todas las formas de traslado de mercancía existentes en la misma. Dicha industria desempeña varias funciones de gran trascendencia para el desarrollo económico, social y político de cada nación

La principal función que realiza esta industria es la de:

- Posibilitar y sustentar la actividad económica de un país al abastecer de insumos a sus diferentes industrias, al proveer de bienes de consumo a su población y al transportar mercancías para exportación e importación

En la medida en que esta función básica se efectúe satisfactoriamente podrán ser producidos y comercializados un mayor número de bienes y servicios con la consecuente generación de riqueza para la nación

El transporte de carga desempeña además otras funciones que impactan social y económicamente a las naciones y que surgen como una consecuencia de la función básica mencionada. Estas funciones son:

- Generar directa e indirectamente empleos con la consecuente derrama de recursos económicos entre la población
- Impulsar la producción de equipo, materiales, refacciones y combustibles lo cual tiene un efecto multiplicador en la economía
- Contribuir a estructurar los procesos de expansión industrial, de desarrollo urbano y de distribución territorial de las

actividades económicas

En el ámbito político el transporte de carga también desempeña un papel fundamental puesto que realiza las siguientes funciones:

- Integrar al territorio de un país colaborando al desarrollo de un sentido de unidad entre su población y fortaleciendo así el concepto mismo de nacionalidad
- Facilitar la protección de la soberanía y el patrimonio de una nación

Por estas razones se concluye que el transporte de carga es una de las industrias de mayor importancia para las sociedades modernas cuya operación eficiente es un requisito necesario para que un país pueda desarrollarse integralmente

CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE DE CARGA

El transporte de carga es una industria de servicio en donde el objetivo es proporcionar al usuario un traslado eficiente y oportuno de sus mercancías

A semejanza de las demás industrias, el transporte de carga requiere de capital, infraestructura, materiales, mano de obra y tecnología para su operación y posee un esquema peculiar de funcionamiento que le es propio. Con el fin de mostrar las particularidades de esta industria se mencionarán a continuación algunas de sus principales características:

1) MAGNITUD

El transporte de carga es una industria de grandes proporciones ya que:

- Abarca a todo el territorio de un país enlazando los puntos de interés económico y demográfico del mismo
- Todos los sectores productivos de una nación requieren de este servicio para lograr sus objetivos

Las naciones destinan un gran número de instalaciones, vehículos, habilidades humanas y recursos financieros para poder suministrar el servicio del transporte de carga. La operación de esta industria impacta, en última instancia, a

todos los sectores sociales y económicos de un país

2) CALIDAD DE SERVICIO INTERMEDIARIO

Al transportar una mercancía no se le está agregando valor a la misma pero sí se está influyendo favorablemente en ella al situarla en el lugar donde se le requiere para un fin específico. Los traslados de carga se efectúan con la intención de obtener alguna ventaja derivada de la presencia de la carga en un cierto lugar. Ningún movimiento de carga se realiza simplemente por el desplazamiento en sí. Por lo tanto se considera al transporte de carga como un servicio intermediario, como un medio para un fin y no como un fin en sí mismo

3) UNIDAD DE MEDIDA

Con el objeto de poder cuantificar el volumen de carga transportado se emplea el concepto de Tonelada-Kilómetro el cual hace referencia a la movilización de una tonelada de mercancía a lo largo de un kilómetro

4) DISTINCION ENTRE INFRAESTRUCTURA FIJA E INFRAESTRUCTURA MOVIL

En otras industrias por infraestructura se entiende al conjunto de instalaciones y equipos fijos que posibilitan la creación de satisfactores. Es rasgo característico del transporte de carga que parte de su equipo sea móvil y por lo tanto se distingue una infraestructura fija y una infraestructura móvil

La infraestructura fija comprende a todas las instalaciones necesarias para el suministro del servicio como lo son las carreteras, puentes, vías férreas, estaciones, puertos, esclusas y aeropuertos mientras que la infraestructura móvil del transporte de carga está integrada por los camiones, trenes, barcos y aviones destinados al traslado de mercancías

Ambos tipos de infraestructura poseen ciertos atributos que las caracterizan:

INFRAESTRUCTURA FIJA	INFRAESTRUCTURA MOVIL
a) Costos iniciales altos	a) Costos iniciales relativamente bajos
b) Vida útil de larga duración	b) Vida útil de mediana duración
c) Poca flexibilidad para usos alternativos	c) Flexibilidad para usos alternativos
d) Costos de mantenimiento y funcionamiento relativamente bajos	d) Costos de mantenimiento y funcionamiento relativamente altos
e) Respuesta tardía a cambios en la demanda	e) Rápida respuesta a cambios en la demanda

5) PELIGROSIDAD

El transporte de carga puede ser una industria altamente peligrosa ya que en ella pueden originarse gran número de accidentes los cuales generalmente involucran daños y pérdidas tanto humanas como materiales. Por tanto es necesario que una autoridad pública exija a las empresas transportistas el cumplimiento de ciertos requisitos que posibiliten traslados de mercancía efectuados de la manera más segura posible

6) IMPACTO AMBIENTAL

El transporte de carga produce un importante impacto ambiental y esto es así básicamente porque se trata de una industria que opera en lugares públicos

Esta industria puede generar contaminación ambiental, ruido, olor, vibraciones y cambios en las características estéticas de una región. Por tanto conviene impulsar el desarrollo de sistemas de transporte que sean "limpios" en su operación de tal forma que se logre una armonía entre ellos y los diferentes ecosistemas afectados

COMENTARIOS FINALES RESPECTO
A LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE DE CARGA

Puede concluirse de todo lo expuesto en este capítulo que el transporte de carga es una industria indispensable para que pueda desarrollarse integralmente una nación ya que constituye el soporte de la actividad económica de la misma

Tan es así que de no existir medios adecuados para movilizar carga en un país no podrían ser producidos ni comercializados los bienes y servicios que demandaría su población sino en formas muy rudimentarias y a escalas muy locales. De hecho, es imposible concebir una nación moderna sin la presencia de sistemas eficientes de transporte de mercancías

Esta trascendencia socioeconómica de la industria del transporte de carga en las naciones modernas es más que suficiente para justificar todos los esfuerzos necesarios para comprender y optimizar su funcionamiento

CAPITULO III

CAPITULO III - PANORAMA GENERAL DE LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE DE CARGA EN MEXICO

En el capítulo anterior se enfatizó el papel preponderante que desempeña el transporte de carga para el progreso social y económico de las naciones modernas

Una vez establecido este concepto se procederá en este capítulo a presentar un panorama general del transporte de carga en la República Mexicana mencionando sus perspectivas y retos para los próximos años

RETOS Y PERSPECTIVAS DEL TRANSPORTE MEXICANO DE CARGA

La Industria del Transporte de Carga en México tiene varios objetivos fundamentales, entre los que destacan:

- Asegurar el abasto oportuno de insumos para la producción
- Garantizar el suministro de bienes de consumo a la población
- Trasladar eficazmente productos de exportación e importación

Para poder lograrlos en forma eficiente es imprescindible contar con instalaciones carreteras, ferroviarias, portuarias y aeroportuarias apropiadas así como con el número suficiente de camiones, ferrocarriles, barcos y aviones de carga idóneos y en buen estado

Si bien es cierto que nuestro país posee importantes obras de infraestructura del transporte y parques de vehículos de carga considerables, también es una realidad que hoy en día ambos resultan insuficientes para satisfacer adecuadamente la demanda tanto actual como futura del servicio

Por lo tanto tendrán que realizarse, entre otras tareas, las siguientes:

- Construcción de infraestructura del transporte acorde con las necesidades de la sociedad mexicana
- Ampliación y mantenimiento de la infraestructura existente

- Adquisición de vehículos nuevos con el fin de aumentar y renovar las flotas tanto estatales como privadas existentes
- Optimización integral de los recursos materiales, humanos y financieros destinados a movilizar mercancías

Dichas tareas cobran mayor relevancia en el contexto de la paulatina apertura comercial en el que ya está inmerso el país. Su ingreso al Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT) y la muy probable ratificación del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá están impulsando al aparato productivo nacional a ofrecer bienes y servicios de alta calidad y a precios competitivos internacionalmente

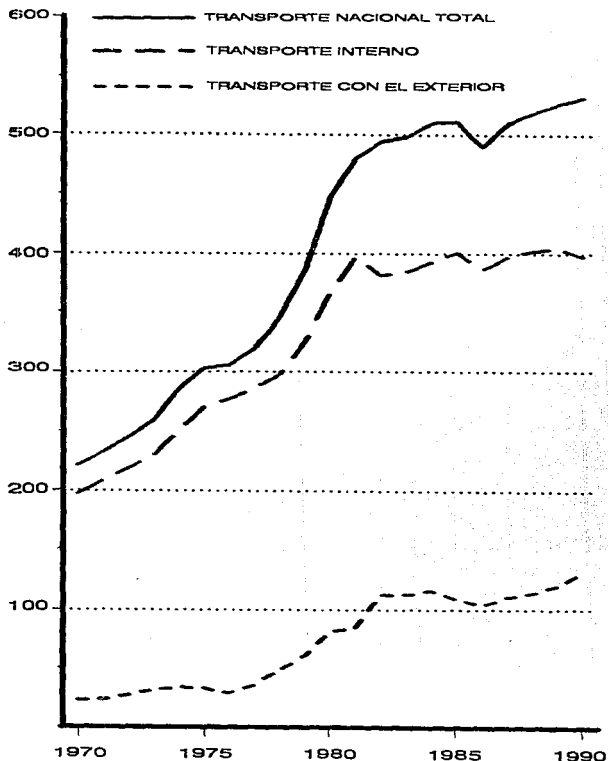
Por lo que toca a los bienes y productos nacionales, una porción importante de su precio final está compuesta por el costo del transporte desde el lugar de su producción al lugar de su venta. Con el objeto de lograr los niveles de competitividad internacional deseados es esencial optimizar este costo de traslado de productos para lo cual es fundamental disponer de infraestructuras y vehículos adecuados en cada modo de transporte

En cuanto a los servicios como tales, la actual apertura comercial de la economía mexicana está generando una competencia directa con empresas extranjeras principalmente de E.U.A. y Canadá. Dicha competencia, en el caso del servicio del transporte, estará constituida por empresas autotransportistas, ferroviarias, aéreas y marítimas que operarán en suelo mexicano y sólo podrá ser enfrentada exitosamente por las compañías nacionales si se logran alcanzar niveles de servicio semejantes a los de dichos países

Aunado a lo anterior, el creciente intercambio comercial entre México y los Estados Unidos de América ha generado la necesidad de mejorar los entronques entre sus respectivas infraestructuras carreteras y ferroviarias para poder así sustentar verdaderos "corredores comerciales" entre los dos países los cuales operen como "ejes" bilaterales de comunicación y transporte

Por lo que toca a los sistemas marítimos y aéreos mexicanos de transporte de carga es evidente que éstos deberán desarrollar niveles de eficiencia comparables con los obtenidos por los sistemas homólogos de los principales socios comerciales de nuestro país

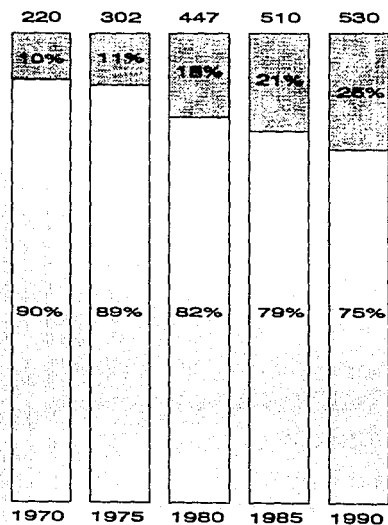
CARGA ANUAL TRANSPORTADA
(MILLONES DE TONELADAS)



Fuente: Segundo Informe de Gobierno, CSQ, 1990

GRAFICA III-1a
TRANSPORTE NACIONAL TOTAL DE CARGA
1970-1990

Cifras en millones de toneladas



TRANSPORTE INTERNO
 TRANSPORTE CON EL EXTERIOR

GRAFICA III-1b
ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL
TRANSPORTE NACIONAL TOTAL
DE CARGA, 1970-1990

Debido a todo lo expuesto, se comprende que el transporte de carga en México sea hoy objeto de una mayor atención que en épocas anteriores, puesto que se le reconoce como un factor decisivo de competitividad y permanencia en los mercados, sean éstos domésticos o internacionales

ANALISIS GENERAL DEL TRANSPORTE NACIONAL DE CARGA

Con la finalidad de mostrar una visión de conjunto de la industria mexicana del transporte de carga se presenta a continuación un análisis estadístico de su evolución durante las dos últimas décadas. Dicho análisis se realizó a partir de datos publicados en el Anexo Estadístico del Segundo Informe de Gobierno del C. Presidente Carlos Salinas de Gortari en 1990 y cuya fuente original es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

El citado análisis se integra de la siguiente forma:

- A) ANALISIS DEL TRANSPORTE NACIONAL TOTAL DE CARGA
- B) ANALISIS DEL TRANSPORTE DE CARGA EN EL INTERIOR DEL PAIS
- C) ANALISIS DEL INTERCAMBIO DE CARGA CON EL EXTERIOR

La información empleada en la elaboración de este análisis estadístico se presenta a detalle en el Anexo A de este trabajo

A) ANALISIS DEL TRANSPORTE NACIONAL TOTAL DE CARGA

El Transporte Nacional Total de Carga incluye todas las movilizaciones de mercancía que se efectúan con el fin de posibilitar tanto la actividad económica interna del país como el intercambio comercial con el exterior

De acuerdo a lo anterior dicho transporte abarcará a todos aquellos movimientos de carga donde el Origen y/o el Destino del traslado están localizados dentro del territorio mexicano

Como se aprecia en la gráfica III-1a el volumen de la carga total anual transportada en la República Mexicana se ha incrementado a lo largo de los últimos 20 años a excepción hecha del año 1986 en donde hubo una ligera baja, ubicándose su valor para 1990 en alrededor de 530 Millones de Toneladas

La tasa de crecimiento anual de dicha carga total fué de 7.3% para la década de los 70's reduciéndose entre 1980 y 1990 donde registró un valor de 1.7%

Se observa en la gráfica III-1b que el transporte de mercancías con el exterior ha ido cobrando mayor importancia relativa pasando de un 10% del total nacional en 1970 a un 25% para 1990. Es en la década de los 80's cuando este intercambio de mercancías con otros países se intensifica claramente y puede preverse razonablemente que continuará aumentando en términos absolutos debido a la apertura comercial que se está presentando en la economía mexicana

El Transporte Nacional Total de Carga está constituido por tres modalidades principales:

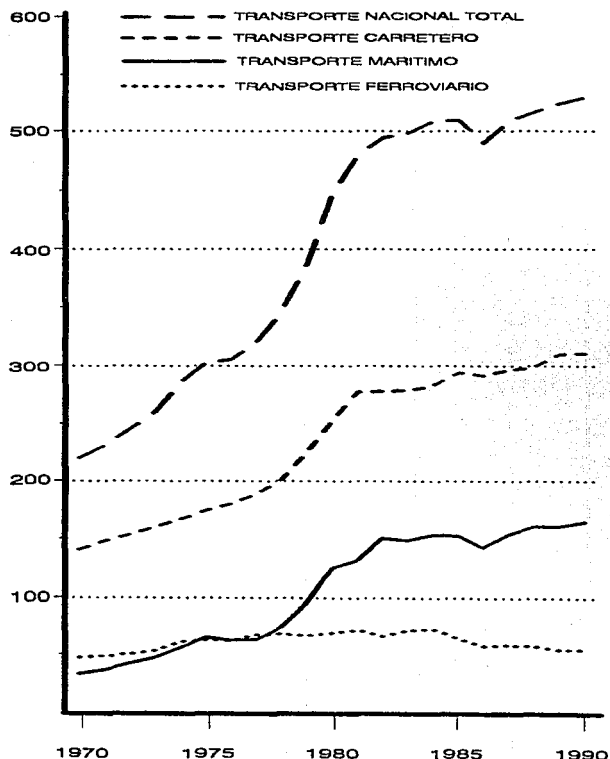
- Carretera o Autotransporte
- Ferrocarril
- Vía Marítima (incluye cabotaje y altura)

en este análisis no se considera al servicio de carga aérea pues representa menos del 0.1% del tonelaje nacional movilizado

Se aprecia en las gráficas III-2a y III-2b que el autotransporte es la modalidad más empleada en la movilización de mercancías ya que en 1990 el 59% de la carga total nacional se transportó por este medio. Esta participación mayoritaria se ha mantenido prácticamente constante desde 1975

El transporte de carga por vía marítima ha presentado un incremento en su participación en el total nacional pasando de 15% en 1970 a un 31% en 1990 de tal forma que se ha convertido en la segunda modalidad en importancia desplazando al ferrocarril el cual ha disminuido sensiblemente su participación en el total nacional desde un 21% registrado en 1970 hasta un 10% en 1990

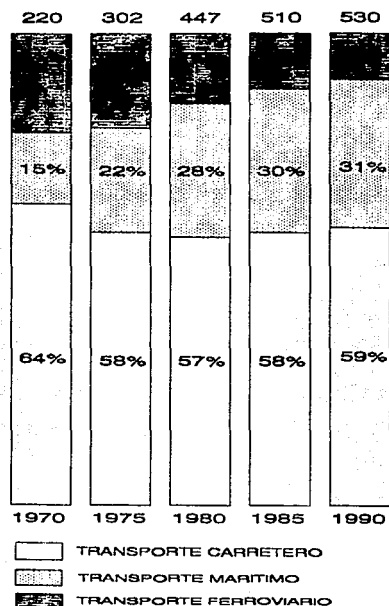
CARGA ANUAL TRANSPORTADA
(MILLONES DE TONELADAS)



Fuente: Segundo Informe de Gobierno, CSG, 1990

GRAFICA III-2a
TRANSPORTE NACIONAL TOTAL DE CARGA
FOR MODALIDAD, 1970-1990

Cifras en millones de toneladas



GRAFICA III-2b
ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL
TRANSPORTE NACIONAL TOTAL
DE CARGA POR MODALIDAD
1970-1990

B) ANALISIS DEL TRANSPORTE DE CARGA EN EL INTERIOR DEL PAIS

Bajo este apartado genérico se incluyen todos los desplazamientos de carga cuyo Origen y Destino están localizados dentro del territorio nacional. Dicho movimiento de carga constituye el soporte de la actividad económica interna mexicana

Como se observa en la gráfica III-3a el comportamiento del volumen de carga transportada en el interior del país ha sido marcadamente diferente en cada una de las dos décadas analizadas. Entre 1970 y 1980 se presentó una clara tendencia ascendente cuya tasa anual de crecimiento fué del 6.4% para tenerse posteriormente un virtual estancamiento entre 1980 y 1990 con una tasa anual de crecimiento del 0.8%

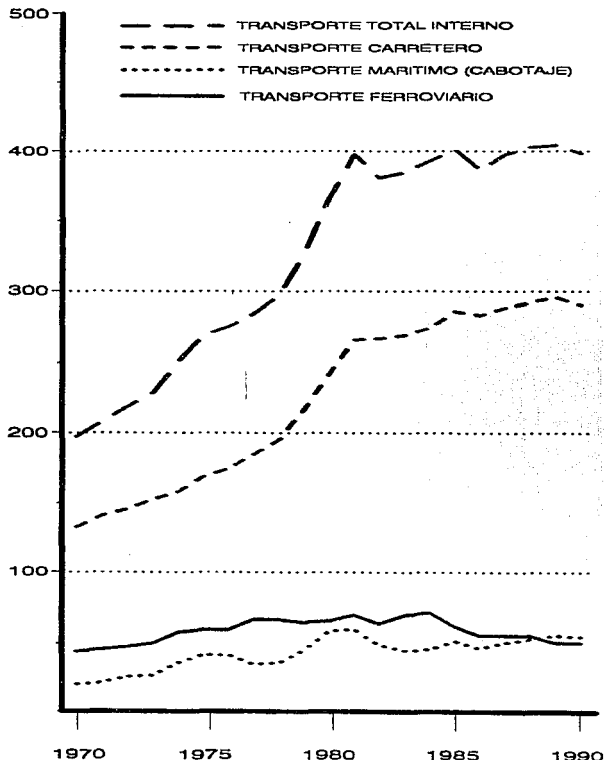
El monto de la carga movilizada en el interior del país se situó en 1990 prácticamente en los 400 Millones de Toneladas significando el 75% del total nacional

Se aprecia en la gráfica III-3b que el autotransporte presenta una participación mayoritaria y con tendencia a la alza en el volumen total de carga movilizada en el interior del país evolucionando desde un 68% en 1970 hasta un 73% en 1990

El transporte marítimo de carga entre puertos mexicanos (cabotaje) ha ido cobrando mayor importancia de tal forma que su participación en el total de carga movilizada en el interior del país ha crecido desde un 10% en 1970 hasta un 14% para 1990

Por lo que toca al ferrocarril puede afirmarse que está cediendo mercado doméstico en favor de los otros dos modos existentes disminuyendo su participación de un 22% para 1970 hasta un 13% en 1990

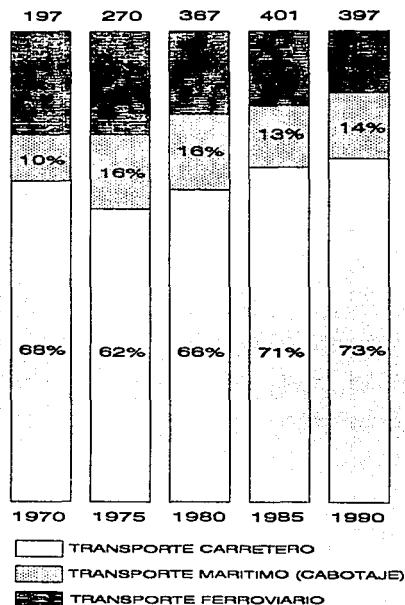
CARGA ANUAL TRANSPORTADA
(MILLONES DE TONELADAS)



Fuente: Segundo Informe de Gobierno, CSG, 1990

GRAFICA III-3a
TRANSPORTE DE CARGA EN EL INTERIOR
DEL PAIS POR MODALIDAD, 1970-1990

Cifras en millones de toneladas



GRAFICA III-3b
ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL
TRANSPORTE DE CARGA EN EL
INTERIOR DEL PAIS POR MODALIDAD
1970-1990

C) ANALISIS DEL INTERCAMBIO DE CARGA CON EL EXTERIOR

Esta denominación incluye dos clases de movimientos de carga:

- Para Exportación: El Origen se localiza en la República Mexicana y el Destino se encuentra fuera de sus fronteras
- Para Importación: El Origen no pertenece a nuestro país pero el Destino correspondiente está ubicado en suelo mexicano

Dichos movimientos de carga posibilitan las relaciones comerciales de México con el resto del mundo

Como se observa en la gráfica III-4a el intercambio anual de carga con el exterior presenta una marcada tendencia ascendente en nuestro país ubicándose en 1990 en alrededor de 133 Millones de Toneladas significando el 25% del total nacional

La tasa de crecimiento anual de dicho intercambio fué de 13.3% durante la década de los 70's decreciendo sensiblemente en la década de los 80's hasta alcanzar un valor promedio del 5.2%

En la gráfica III-4b se aprecia que la exportación ha ido cobrando mayor importancia relativa pasando de un 62% del comercio exterior nacional en 1970 a un 83% para 1990

Puede preverse que tanto la actividad importadora como la exportadora aumentarán en los próximos años debido a la apertura comercial gradual de la economía mexicana

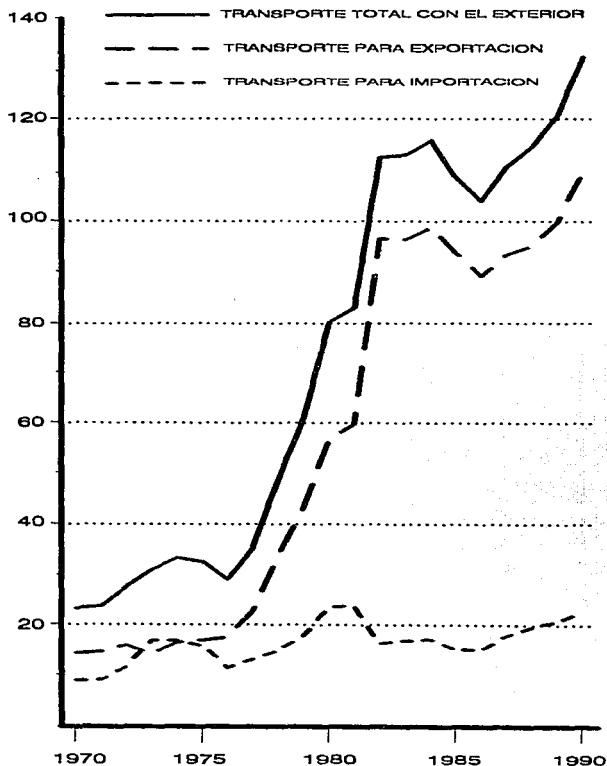
Por otra parte se observa en las gráficas III-5a y III-5b que la navegación de altura es la modalidad más empleada en el intercambio de mercancías con el exterior ya que el 82% del mismo se realiza por este medio. Esta participación del transporte por vía marítima en el comercio exterior ha sido siempre mayoritaria durante los últimos 20 años

El autotransporte participa en el intercambio de mercancías con el exterior en forma moderada, atendiendo en 1990 al 15% de la demanda total

Por lo que toca al ferrocarril, se aprecia que su importancia para efectuar intercambios de mercancía con el exterior es reducida ya que su participación en los mismos fué de un 3% en 1990

CARGA ANUAL TRANSPORTADA

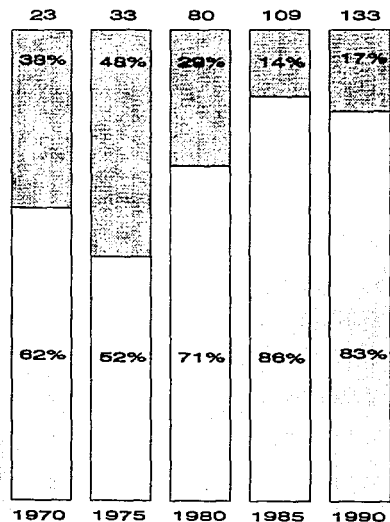
(MILLONES DE TONELADAS)



Fuente: Segundo Informe de Gobierno, CSQ, 1990

GRAFICA III-4a
INTERCAMBIO NACIONAL DE CARGA
CON EL EXTERIOR, 1970-1990

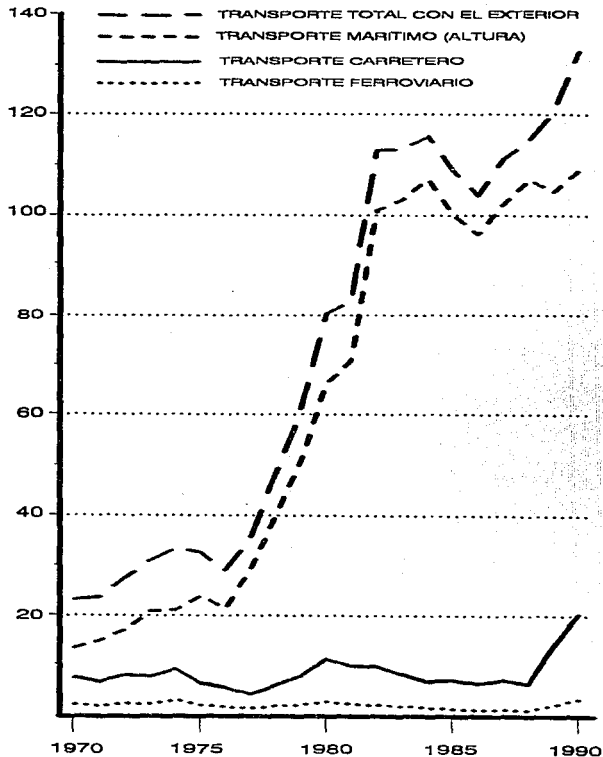
Cifras en millones de toneladas



TRANSPORTE PARA EXPORTACION
 TRANSPORTE PARA IMPORTACION

GRAFICA III-4b
ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL
INTERCAMBIO NACIONAL DE CARGA
CON EL EXTERIOR, 1970-1990

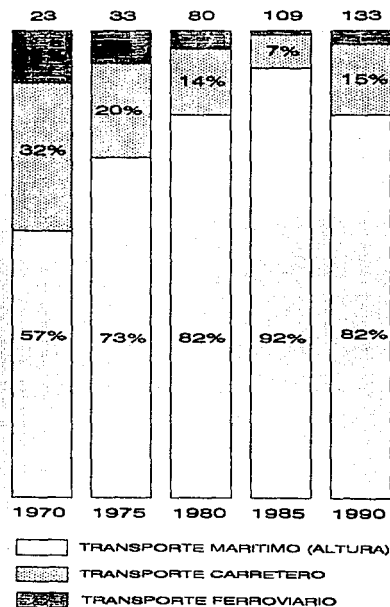
CARGA ANUAL TRANSPORTADA
(MILLONES DE TONELADAS)



Fuente: Segundo Informe de Gobierno, CSG, 1980

GRAFICA III-5a
INTERCAMBIO NACIONAL DE CARGA
CON EL EXTERIOR POR MODALIDAD
1970-1990

Cifras en millones de toneladas



GRAFICA III-5b
ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL
INTERCAMBIO NACIONAL DE CARGA
CON EL EXTERIOR POR MODALIDAD
1970-1990

COMENTARIOS FINALES RESPECTO A LA INDUSTRIA
DEL TRANSPORTE DE CARGA EN MEXICO

En las series históricas que se han mostrado en este capítulo se observa que en la década pasada se presentaron problemas económicos en México los cuales desaceleraron el desarrollo de la industria del transporte de carga en todas sus modalidades

Las perspectivas para la década de los 90's en cuanto a la economía mexicana en su conjunto son más optimistas puesto que aunque aún persisten varias causas y efectos de la crisis económica nacional, ya pueden apreciarse algunos indicios de cambio estructural que permiten suponer un desarrollo económico futuro más sano para el país

Dentro de dichos cambios destaca la gradual apertura de la economía mexicana. Con ella se pretende colocar a nuestro país en una posición internacional más ventajosa, y esto, bien manejado, debiera repercutir en una mejoría de la calidad de vida de todos los mexicanos en un mediano plazo

Sin embargo, para que México salga realmente beneficiado con esta política de apertura comercial, el aparato productivo nacional en su conjunto tendrá que abandonar los modos de producir poco competitivos derivados del proteccionismo industrial que caracterizó a nuestra economía durante muchos años para adoptar una cultura más orientada hacia la calidad, la productividad y la eficiencia en la producción de bienes y servicios

Esta necesidad apremiante de eficientar al aparato productivo nacional se intensifica en el caso de la Industria del Transporte de Carga ya que dicha industria deberá seguir siendo el soporte de la actividad económica del país aún dentro de las nuevas condiciones de apertura de mercado existentes

Ante esta situación, la oferta nacional del servicio, la cual se integra básicamente por los sistemas carretero, marítimo y ferroviario de carga, deberá estar en condiciones tales que pueda movilizar un mayor número de toneladas satisfaciendo estándares internacionales de calidad y de costo

Para lograr lo anterior se requerirán esfuerzos coordinados del Sector Transportes en su totalidad orientados a eficientar y modernizar a cada uno de los tres modos de transporte de carga considerados y para tal efecto se requerirán las aportaciones de profesionistas de muy diversas ramas entre las que destaca la Ingeniería Industrial

CAPITULO IV

CAPITULO IV - RELACION ENTRE LA INGENIERIA INDUSTRIAL Y LA INDUSTRIA MEXICANA DEL TRANSPORTE DE CARGA

En el capítulo anterior se presentaron algunos elementos de análisis útiles para comprender el estado actual de la industria del transporte de carga en la República Mexicana. También se mencionó la necesidad de eficientar y modernizar dicha industria con el fin de que continúe siendo el soporte de la actividad económica del país dentro de las nuevas condiciones de apertura comercial que se están presentando en los 90's

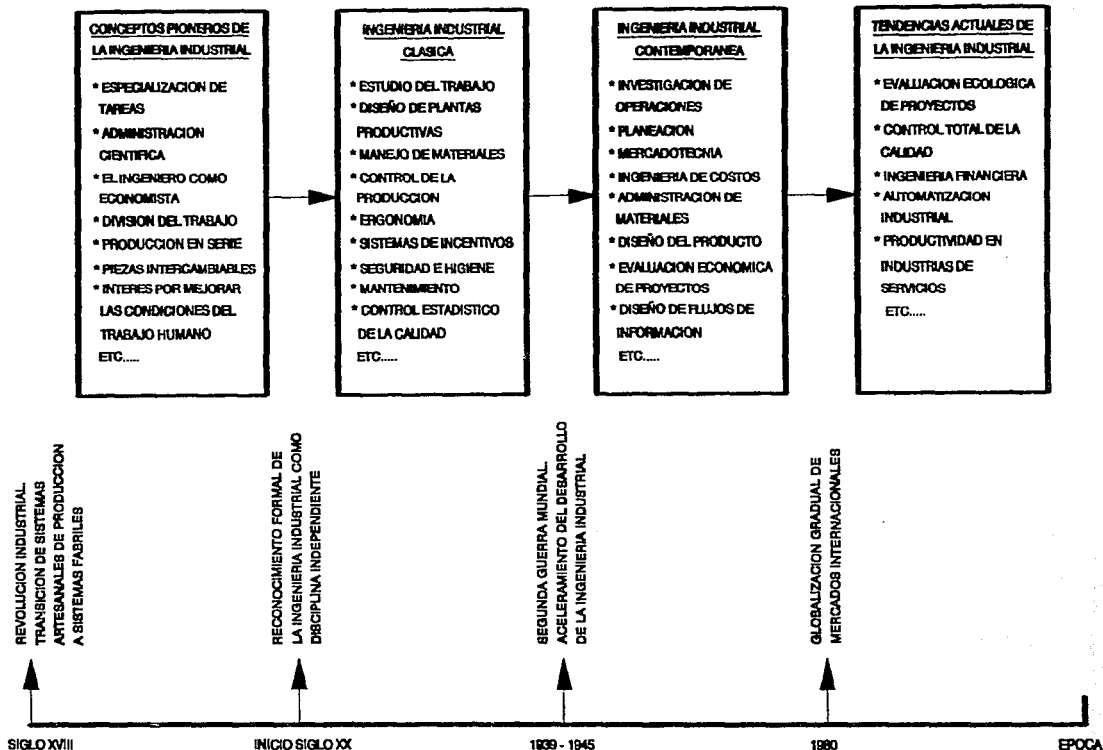
La finalidad del presente capítulo es mostrar que la Ingeniería Industrial es una de las profesiones que puede aportar importantes beneficios al transporte mexicano de carga con el fin de que éste pueda enfrentar exitosamente los retos que se le están presentando

BOSQUEJO HISTORICO DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

Puede afirmarse que la Ingeniería Industrial, en esencia, ha existido siempre que una persona o grupo humano ha organizado más eficientemente sus esfuerzos para obtener algún satisfactor. Algunos de los principios que hoy en día se atribuyen a la Ingeniería Industrial se llegaron a aplicar, quizá en forma rudimentaria e intuitiva, desde épocas muy remotas:

Organización de trabajo	----	Pirámides egipcias (3,000 A.C.) humano masivo
Método Científico	-----	Edad de Oro de Grecia (450 A.C.)
Estudio de Tiempos	-----	Ejército de Ciro (Grecia, 400 A.C.)
y Manejo de Materiales		
Equipo de Asesores para	----	Ejército de Alejandro Magno
toma de decisiones (Staff)		(Roma, 325 A.C.)
Líneas de Ensamble y	-----	Construcción de barcos en Venecia
Control de Inventario		(1440 D.C.)

Sin embargo, generalmente se ubica el origen de la Ingeniería Industrial en forma estructurada en el Siglo XVIII durante la Revolución Industrial. A continuación se presenta un cuadro sinóptico del desarrollo histórico de dicha profesión ubicando los principales acontecimientos que lo afectaron y las actividades que fueron surgiendo en consecuencia



DESARROLLO HISTORICO DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

DEFINICIONES VIGENTES DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Se aprecia en el cuadro anterior que el campo de aplicación de la Ingeniería Industrial se ha diversificado grandemente rebasando su ámbito original el cual estaba restringido a empresas manufactureras para abarcar actualmente también a empresas comerciales y de servicios

A continuación se mencionan algunas definiciones vigentes de lo que es o debería ser la Ingeniería Industrial:

" Rama de la Ingeniería que se refiere al diseño, instalación y mejoramiento de sistemas integrados de personas, materiales, equipo y energía. Para ello toma conocimientos especializados y habilidades de las ciencias matemáticas, físicas y sociales junto con los principios y métodos del análisis y diseño de Ingeniería para especificar, predecir y evaluar los resultados a obtenerse de dichos sistemas "

(American Institute of Industrial Engineers e Instituto Mexicano de Ingenieros Industriales, 1980)

" Aplicación de los principios y entrenamiento de la Ingeniería y del enfoque de la Administración Científica para el mantenimiento de un alto nivel de productividad a costos óptimos en organizaciones industriales, comerciales y de servicios "

(British Society of Industrial Engineers, 1979)

" Rama de la Ingeniería relativa a la mejor organización e integración de personas, materiales, información y recursos económicos con la finalidad de producir y distribuir bienes o servicios "

(Diccionario de Términos Científicos y Técnicos, 1975)

Se observa en estas definiciones que la Ingeniería Industrial puede aplicarse con gran provecho a las industrias de servicios en general. Por así convenir a los objetivos de esta tesis, en ella se hará énfasis en los beneficios que esta profesión puede aportar específicamente al servicio del transporte de carga

ENLACE ENTRE LA INGENIERIA INDUSTRIAL Y LOS OBJETIVOS ACTUALES DE LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE DE CARGA EN MEXICO

La Industria del Transporte de Carga puede describirse, desde el punto de vista de la Ingeniería Industrial, como el sistema

productivo integrado de personas, materiales, equipo y energía que tiene como finalidad el traslado de mercancías desde un lugar llamado Origen hasta otro llamado Destino

Tomando elementos de esta descripción y de las definiciones de Ingeniería Industrial que se han presentado, es posible proponer la siguiente definición para la Ingeniería Industrial al ser aplicada al transporte de carga:

La Ingeniería Industrial es la profesión que combina conocimientos y habilidades tanto de la Ingeniería como de la Administración Científica con el fin de diseñar, instalar y mejorar los sistemas productivos integrados de personas, materiales, equipo y energía destinados al transporte de mercancías

Ahora bien, el objetivo prioritario para todos y cada uno de los modos de transporte de carga mexicanos en los próximos años es el mejoramiento integral de los servicios que ofrecen. Como se puede observar en la definición propuesta, una de las características intrínsecas de la Ingeniería Industrial es que "busca mejoras" en los sistemas productivos en que es aplicada y por lo tanto puede concluirse que es una de las profesiones con mayor injerencia en el cambio estructural que requiere la movilización nacional de mercancías

ALGUNAS ACTIVIDADES Y FUNCIONES PROPIAS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL APLICABLES AL TRANSPORTE DE CARGA EN MEXICO

La Ingeniería Industrial tiene una amplia gama de aplicaciones dentro de la industria del transporte de carga en México. A continuación se mencionan algunas funciones o actividades que con frecuencia desempeñan los ingenieros industriales y que son aplicables al transporte de carga en nuestro país

A) DISTRIBUCION DE PLANTA EN INSTALACIONES

Por distribución de planta en instalaciones, en la industria del transporte de carga, se hará referencia al diseño de estaciones camioneras, estaciones ferroviarias, puertos y aeropuertos; todos los cuales son conocidos genéricamente con el nombre de Nodos del Transporte

En los Nodos de todas las modalidades del transporte de carga se realizan maniobras de carga y descarga de mercancía y se genera

la documentación relativa al material recibido o despachado

Un Nodo del Transporte con altos niveles de eficiencia se caracteriza porque las actividades que en él se realizan son efectuadas de una manera ágil y segura y con una escasa probabilidad de demora

Existen técnicas especiales de diseño de plantas que permiten organizar las distintas áreas funcionales del Nodo de forma que se aproveche el espacio disponible en la forma más racional posible

Los principales requisitos que debe satisfacer un Nodo del Transporte bien diseñado son:

- Dimensiones apropiadas para atender y manejar, en forma expedita, al número de vehículos y volúmenes de carga para los que ha sido proyectado
- Areas bien delimitadas para carga y descarga de mercancía, vehículos en espera de ser atendidos, entrega y recepción de documentos, almacenaje, reparaciones menores y transbordos de carga entre diferentes modos de transporte

Una buena distribución de las áreas funcionales de puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias y estaciones camioneras es un factor esencial para una óptima operación de los mismos

B) MANEJO DE MATERIALES

Muy relacionado con la actividad anterior se encuentra el diseño y planificación del flujo de materiales en puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias y estaciones camioneras

En todos estos Nodos del Transporte son necesarios métodos, sistemas o equipos que manipulen eficientemente la mercancía desde los vehículos en espera de ser descargados hasta la zona específica para descarga y de ésta a los almacenes o desde éstos últimos a la zona de carga y de ahí al vehículo que está aprovisionándose de mercancía

En muchas ocasiones y dependiendo del diseño y tamaño del Nodo estarán cargando y/o descargando mercancía varios vehículos simultáneamente con lo que se formará una red de materiales en movimiento. Se comprende que un buen diseño de tal red repercutirá necesariamente en una operación más eficiente del Nodo

Un manejo de materiales bien diseñado debe efectuarse sin contratiempos ni "cuellos de botella" por medio de movimientos seguros, rápidos y flexibles y efectuados a un costo mínimo

C) DISEÑO DE VEHICULOS DE CARGA

El diseño de los camiones, vagones de ferrocarril, barcos y aviones que se van a destinar al transporte de mercancías tiene como objetivo central la creación de vehículos capaces de movilizar el mayor volumen de carga posible de una forma segura, económica y eficiente

Muchos son los criterios a considerar en el diseño de vehículos de carga, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- Transportar la mayor cantidad de carga por unidad de potencia
- Maximizar la relación Carga Transportada a Peso Muerto del Vehículo por medio de materiales livianos y resistentes
- Diseñar vehículos aerodinámicos que disminuyan lo más eficientemente posible la oposición de aire o agua a su paso
- Dotar de robustez a la estructura vehicular para poder efectuar trabajos pesados y en condiciones adversas
- Facilitar maniobras de carga y descarga
- Proveer al vehículo, de ser posible, de aditamentos propios para el transporte de carga contenerizada
- Proporcionar al conductor condiciones seguras, eficaces, cómodas y agradables de operación
- Diseñar vehículos estéticamente agradables

Para satisfacer dichos criterios de diseño es necesario aplicar conocimientos de ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, diseño industrial, tecnología de materiales, procesos de manufactura y ergonomía entre otros de tal forma que los mecanismos, dispositivos y partes que integren al vehículo interactúen entre sí adecuadamente formando un conjunto armónico que satisfaga las especificaciones de diseño a un costo mínimo

D) PLANEACION DE SISTEMAS DE TRANSPORTE

Russell L. Ackoff define a la Planeación como:

" El proceso mental mediante el cual se pretende obtener un estado deseable de las cosas en el futuro mediante decisiones acertadas y oportunas en el presente "

El proceso de Planeación puede estar referido, en el caso de la industria mexicana del transporte de carga, a toda esta industria en su conjunto, solamente a alguna de sus modalidades o a una empresa transportista en particular y además puede realizarse a distintas escalas geográficas: nacional, regional, urbana o local

Asímismo se distinguen tres niveles de Planeación: la Planeación Estratégica, la Planeación Táctica y la Planeación Operativa

La Planeación Estratégica se refiere tanto a la formulación de los objetivos de una organización como a la selección de los medios para alcanzarlos. Es una planeación a largo plazo cuyos efectos serán duraderos y difícilmente reversibles y cuya perspectiva es amplia puesto que impacta a muchas de las áreas de una organización

La Planeación Táctica se refiere a la selección de los medios por los cuales han de lograrse objetivos específicos en las organizaciones. Involucra decisiones a tomarse en el corto y mediano plazos y su impacto es menos generalizado que el de la Planeación Estratégica

La Planeación Operativa es aquella que determina las medidas o decisiones a tomarse en el corto plazo y que se requieren para lograr metas muy específicas

Una planeación eficiente sería aquella que propone adecuadas medidas operacionales y tácticas para los problemas que se presentan en el corto y mediano plazos pero encuadrándolas dentro de una estrategia global de transporte de carga en México diseñada para el largo plazo

E) MERCADOTECNIA

Las empresas que pretendan ofrecer exitosamente servicios de transporte de carga deben trazarse una meta fundamental: identificar en forma clara las necesidades y preferencias de sus posibles usuarios y satisfacerlas a un precio que permita obtener ganancias pero que sea atractivo para el adquiriente del servicio

Para llevar a cabo tal meta es conveniente realizar estudios de mercado que permitan reunir información fidedigna relativa a:

- Las características de las personas o empresas que integran la demanda actual y potencial del servicio
- Las necesidades, preferencias y expectativas que los usuarios pretenden satisfacer al contratar el servicio
- Las características de la competencia, la cual está conformada por aquellas empresas que ofrecen el mismo servicio
- El rango de tarifas atractivo para el usuario y que permita obtener ganancias razonables

Conviene señalar que las necesidades de los usuarios y las características del mercado son dinámicas y por lo tanto los estudios de mercado deberán efectuarse en forma continua y sistemática para así no perder contacto con la persona más importante en el transporte de carga: el usuario

Otro aspecto esencial para una empresa exitosa que transporte carga es lograr que sus usuarios tengan conocimiento de los servicios que brinda y de las ventajas que ofrece cada uno de ellos. Para lograr lo anterior, en mercadotecnia se han desarrollado diversas técnicas de publicidad y promoción de ventas. Para que estas técnicas surtan el efecto deseado deben proporcionar información veraz y clara ya que de no ser así redundarán en el desprestigio de la compañía que las haya utilizado

F) ESTUDIO DEL TRABAJO

La Oficina Internacional del Trabajo define al Estudio del Trabajo como:

" El conjunto de técnicas que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras "

Incluye a dos técnicas principales conocidas como Estudio de Métodos y Medición del Trabajo

El Estudio de Métodos es:

" El registro y exámen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos "

La Medición del Trabajo es:

" La aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida "

Ambas técnicas tienen como finalidad responder a dos preguntas: ¿ Cómo debe realizarse una cierta tarea ? y ¿ Cuánto tiempo ha de necesitarse para realizarla ?

Muchas tareas propias del transporte de carga se efectúan por medio del trabajo humano. La conducción de vehículos, las operaciones de carga y descarga de mercancía, la construcción de infraestructura y el mantenimiento tanto de vehículos como de instalaciones ocupan a un gran número de trabajadores los cuales pueden intervenir directamente en la realización de dichas tareas o indirectamente mediante el accionamiento de dispositivos mecánicos y/o electrónicos de control. Todas estas actividades son susceptibles de análisis y mejora mediante el Estudio del Trabajo

G) MANTENIMIENTO

El principal objetivo para la actividad del Mantenimiento en la industria del transporte de carga es anticipar y eliminar las posibles causas de interrupción en la prestación del servicio y conservar la infraestructura en un estado tal que permita obtener un alto rendimiento. Las operaciones de mantenimiento son necesarias tanto para los vehículos como para las instalaciones

El mantenimiento se divide en dos clases:

Mantenimiento Correctivo:

Es aquél que se realiza después de la ocurrencia de alguna falla y su finalidad es lograr que el equipo nuevamente esté en condiciones de operar en forma adecuada

Mantenimiento Preventivo:

Está orientado a prever y evitar, en lo posible, las probables

fallas en vehículos e instalaciones. Incluye actividades como Inspección, Ajuste, Lubricación, Reposición de partes gastadas y Limpieza entre otras

La anticipación de fallas y descomposturas en vehículos e instalaciones es menos costosa y problemática que la reparación de las mismas una vez que ya han ocurrido. Por lo tanto siempre será más benéfico y deseable efectuar las actividades de mantenimiento con un enfoque preventivo

H) SEGURIDAD INDUSTRIAL

Todas las modalidades del transporte de carga presentan altos niveles de riesgo de accidente. Los daños y pérdidas tanto humanos como materiales que esta industria ha causado son muy cuantiosos. Por lo tanto, una tarea prioritaria en esta industria debiera ser el asegurar la existencia de condiciones óptimas para una operación segura

Las causas de accidentes en el transporte pueden clasificarse en cuatro grandes categorías:

- Fallas Humanas (imprudencia, exceso de velocidad, estado de ebriedad o bajo efecto de drogas y somnolencia entre otras)
- Fallas del Vehículo (mal diseño o estado de algún dispositivo o sistema del vehículo)
- Fallas de las Instalaciones (diseño o estado deficientes en instalaciones)
- Fallas por Agentes Naturales (lluvia, neblina, nieve y tolvaneras)

Una vez detectadas las principales causas de percance se procede a diseñar medidas y dispositivos que las contrarresten, algunas de los cuales se presentan a continuación:

- Fallas Humanas
Capacitación y educación vial a operadores, sanciones por comportamiento indebido o irresponsable, exámen médico periódico a operadores
- Fallas del Vehículo
Mejoras en el diseño de vehículos, mantenimiento adecuado, reglamentación pertinente

- Fallas de las Instalaciones
Mejoras en el diseño de instalaciones, señalización preventiva, mantenimiento adecuado, reglamentación pertinente
- Fallas por Agentes Naturales
Limitación o Prohibición de la circulación de vehículos en casos de condiciones climatológicas adversas

I) RELACIONES LABORALES

Para que el transporte de carga sea en realidad un soporte de la actividad económica mexicana se requiere de la participación de:

- personas que trabajen directamente en la operación del transporte y en la construcción y conservación de la infraestructura e indirectamente en la fabricación y mantenimiento de equipo e insumos
- personas que efectúen labores administrativas, ejecutivas y de dirección

La colaboración y buen desempeño de cada una de ellas es vital para poder ofrecer un servicio de calidad y por lo tanto es importante que la actitud de todas estas personas sea positiva para que así cada cual aporte lo mejor de sí mismo a su trabajo

Las modernas técnicas de motivación y de administración centrada en las personas deben aplicarse también en la industria del transporte de carga. El objetivo debe ser lograr que coincidan los intereses particulares de la mayoría de los trabajadores con los objetivos de la organización

Ahora bien, gran parte de los operadores, estibadores y otros trabajadores del transporte están afiliados a algún sindicato el cual tiene la finalidad de proteger los intereses comunes de sus miembros. Es muy conveniente el establecimiento de relaciones cordiales y justas entre los representantes de dichos sindicatos y los directivos de cada empresa u organismo

J) EVALUACION DE PROYECTOS

Se entiende por proyecto en Ingeniería al análisis sistemático de los requisitos necesarios para llevar a cabo una cierta tarea de ingeniería en una forma específica

En la Industria del Transporte de Carga los proyectos se

referirán a las diferentes maneras en que podrían realizarse las tareas de:

- Construcción, ampliación o mantenimiento de la infraestructura fija
- Renovación o mejoramiento de los parques vehiculares

Cada uno de estos proyectos representa una alternativa de asignación de recursos limitados (dinero, tiempo, mano de obra y equipo) para proporcionar, mejorar o incrementar el servicio del transporte de carga

La Evaluación de Proyectos tiene como propósito central la comparación de los probables resultados de diferentes proyectos para así poder elegir aquél que resulte más favorable conforme a ciertos criterios económicos y sociales preestablecidos

Los criterios económicos establecen como la principal finalidad de todo proyecto la obtención del máximo rendimiento económico de los recursos invertidos en él. Los principales criterios económicos se basan en el análisis de:

EL RENDIMIENTO DE LA INVERSION

que es la utilidad porcentual que puede producir anualmente un proyecto en relación con la inversión inicial de capital en el mismo

EL PERIODO DE RECUPERACION

que hace referencia al tiempo en el que se podrá recuperar el capital invertido

EL VALOR PRESENTE O ACTUAL

que reduce el flujo de efectivo total durante la vida estimada del proyecto a una suma equivalente en el presente

LA TASA INTERNA DE RETORNO

que muestra la bondad financiera del proyecto en términos de una tasa de descuento que hace que los valores presentes de los costos e ingresos sean iguales y por tanto el valor presente neto sea cero

EL VALOR ANUAL EQUIVALENTE

en el cual el costo total del proyecto se expresa como una serie equivalente de desembolsos anuales de mismo valor a lo largo de la vida útil del proyecto

Los criterios de evaluación social de proyectos son aquellos que

cuantifican el impacto social y ambiental que se generaría al realizar el proyecto en estudio. El método más empleado para comparar los impactos sociales de varios proyectos es el Análisis Beneficio/Costo mediante el cual se analizan las ventajas y desventajas sociales de cada proyecto y se selecciona al más ventajoso para una sociedad específica

Algunos de los beneficios sociales que un proyecto del transporte de carga puede generar son: mayor accesibilidad a productos, aumento de empleos en la región, plusvalía de terrenos aledaños y disminución de accidentes entre otros

Los costos sociales que podrían presentarse son: menor valor de terrenos colindantes, aumento de situaciones potencialmente peligrosas, deterioro ambiental y vibraciones molestas entre otros

Todo proyecto de la industria del transporte de carga tiene repercusiones económicas y sociales de gran magnitud y permanencia. Por ello, la selección de los que se llevarán a la realidad deberá fundamentarse en una evaluación que considere tanto a la rentabilidad económica de la inversión requerida como a los factores sociales y ambientales involucrados

Esta evaluación integral de un proyecto se obtiene ponderando las evaluaciones económica y social respectivas mediante un cierto criterio preestablecido. Una vez calculada dicha evaluación integral para varios proyectos en competencia se podrá recomendar la ejecución de aquel o aquellos que hayan obtenido valores más favorables en la misma

K) INVESTIGACION DE OPERACIONES

La Sociedad Británica para la Investigación de Operaciones define a esta disciplina como:

" La aplicación del método científico al análisis de problemas complejos que se presentan en la administración de sistemas de gran escala integrados por hombres, máquinas, materiales y recursos financieros tanto en la industria, los negocios, el gobierno y la defensa. La Investigación de Operaciones se caracteriza por el desarrollo de un modelo científico del sistema en estudio en el que se consideran factores tales como la probabilidad y el riesgo y mediante el cual se predicen y comparan los resultados de decisiones, estrategias o controles alternativos. El objetivo principal es auxiliar a la dirección a determinar en forma científica sus políticas y acciones"

Existen varias técnicas matemáticas clásicas en la Investigación de Operaciones, algunas de las cuales se mencionan a continuación:

Programación Lineal a la cual pertenece el Algoritmo del Transporte, Programación Dinámica, Teoría de Decisiones, Modelos de Inventario, Teoría de Colas, Teoría de Redes, Análisis de Markov y Simulación Matemática

La aplicación de dichas técnicas puede auxiliar a la industria del transporte de carga en:

- La determinación de formas eficientes de distribuir productos desde el lugar de su fabricación hasta los puntos de demanda
- La definición de la ruta más corta, económica o rápida entre dos lugares
- La maximización del flujo de material entre una fuente y un destino
- El enlace entre varias poblaciones con una red de infraestructura de mínima longitud
- La asignación eficiente de carga a distintos vehículos
- La integración de cuadrillas de mantenimiento óptimas
- La planeación y control de proyectos de gran escala
- La administración óptima de los inventarios existentes
- El pronóstico de las líneas de espera probables

Y, en general, en la identificación de soluciones o estrategias óptimas para aquellas situaciones administrativas u operacionales del transporte de carga que puedan ser representadas satisfactoriamente mediante un modelo matemático

L) CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD

Los métodos, técnicas e ideologías encaminados a la producción de bienes y servicios de calidad han recibido mucha atención en México en épocas recientes. Ello se debe a que se reconoce que para subsistir en el mercado internacional actual es imprescindible ofrecer satisfactores con calidad garantizada

Armand V. Feigenbaum define a la calidad como:

" La resultante total de las características de un producto o servicio através de las cuales el mismo podrá satisfacer las expectativas del cliente"

El transporte de carga posee varias características de calidad, algunas de las cuales se mencionan a continuación:

TIEMPO DE RECORRIDO

Es el tiempo total invertido en el traslado, en el que se incluye el desplazamiento mismo, las esperas por trámites de documentación, los enlaces necesarios, la carga y descarga de la mercancía y cualquier otro evento involucrado

SEGURIDAD

Se refiere a la probabilidad de pérdida o daño de la carga durante su traslado

FACILIDAD DE CARGA Y DESCARGA

Es el grado de comodidad, simplicidad y rapidez con que pueden ejecutarse las tareas de carga y descarga de mercancía

EXPOSICION AL MEDIO AMBIENTE

Hace referencia al hecho de que la carga pueda estar expuesta a los elementos ambientales o protegida de los mismos durante su traslado

CONFIABILIDAD

Es la probabilidad de incumplimiento de los horarios programados de salida y llegada del transporte de carga

CONTAMINACION

Es el riesgo de que la mercancía transportada entre en contacto con sustancias ajenas y/o perjudiciales

Ahora bien, Armand V. Feigenbaum ha definido al Control Total de la Calidad como:

" El conjunto de esfuerzos efectivos de los diferentes grupos de una organización para la integración, desarrollo, mantenimiento y superación de la calidad del producto o servicio con el objeto de satisfacer completamente al consumidor con un adecuado equilibrio económico"

Por lo que toca al transporte de carga y de acuerdo a esta definición, se concluye que todos los integrantes de las empresas transportistas comparten la responsabilidad de que el servicio

que ofrecen posea características de calidad adecuadas

M) INGENIERIA DE COSTOS

La Ingeniería de Costos es otra de las áreas en las que con gran frecuencia se involucran los profesionistas de la Ingeniería Industrial

La relevancia de dicha área ha aumentado recientemente debido a que mediante ella se facilita el abatimiento del costo generado al producir un satisfactor y ello es imprescindible para subsistir en los mercados actuales altamente competidos

Debido a esta importancia actual de la Ingeniería de Costos se desarrollará en esta tesis una aplicación de la misma a un caso real del autotransporte de carga en México. Para ello se requiere de una presentación más amplia tanto del enfoque general como de los principales conceptos de la Ingeniería de Costos, lo cual se hará en el siguiente capítulo

COMENTARIOS FINALES RESPECTO A LAS POSIBLES APORTACIONES DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL AL TRANSPORTE DE CARGA EN MEXICO

Se han expuesto brevemente algunas áreas específicas de aplicación de la Ingeniería Industrial al transporte de carga. En ellas se aprecia el enfoque propio de esta profesión para abordar situaciones que implican una toma de decisiones. Dicho enfoque se caracteriza por la búsqueda de la eficiencia en las actividades productivas de las organizaciones con el fin de que los bienes o servicios que éstas ofrecen posean una calidad idónea a un costo mínimo

Este enfoque orientado hacia la eficiencia, la calidad y la reducción en costos es la aportación más importante de la Ingeniería Industrial y en la medida en que la industria mexicana del transporte de carga lo lleve a la práctica, dicha industria se verá beneficiada grandemente y podrá seguir siendo el soporte de la actividad económica nacional en las condiciones de apertura comercial que se están presentando en nuestro país

CAPITULO V

CAPITULO V - LA INGENIERIA DE COSTOS Y LA INDUSTRIA MEXICANA DEL TRANSPORTE DE CARGA

En el capítulo anterior se destacó tanto la posibilidad como la conveniencia de utilizar el enfoque y los métodos de la Ingeniería Industrial para tomar decisiones más eficientes en la Industria del Transporte de Carga de nuestro país. Con la intención de enfatizar lo anterior se mencionaron algunas áreas propias de la Ingeniería Industrial aplicables a tal industria

En el presente capítulo se presentará más detalladamente una de tales áreas la cual es conocida como Ingeniería de Costos. La razón de ello es que el caso práctico desarrollado en esta tesis es una aplicación de dicha área al Autotransporte Federal de Carga en México

Por lo tanto la finalidad de este capítulo es exponer los objetivos y principales conceptos de la Ingeniería de Costos refiriéndolos al contexto específico del transporte de carga

LA DEFINICION DE COSTO

Toda actividad que tenga como objetivo producir u ofrecer a la sociedad algún bien o servicio necesariamente demandará la presencia y disponibilidad de ciertos recursos para su realización. Tales recursos pueden ser capacidades humanas, recursos materiales, recursos tecnológicos, recursos financieros e incluso tiempo invertido

El costo hace referencia precisamente al monto de recursos que una actividad productiva requiere para su cumplimiento

Puede establecerse genéricamente que " para obtener algo es necesario siempre aportar otra cosa a cambio"

La Sociedad Mexicana de Ingeniería Económica, Financiera y de Costos define al costo como:

" La suma de los esfuerzos y recursos destinados o dados a cambio con el fin de alcanzar un objetivo específico "

LA INGENIERIA DE COSTOS

Un mismo bien o servicio puede producirse de diversas maneras requiriendo cada una de ellas una cantidad diferente de recursos para ser realizada. Es responsabilidad de los profesionistas de la Ingeniería el diseño y selección de las maneras menos costosas de crear bienes o servicios sin menoscabo de la calidad de los mismos

De esta conciencia que los ingenieros deben desarrollar con respecto a los costos de los procesos productivos que diseñan y/o operan se deriva el concepto de Ingeniería de Costos

La Sociedad Mexicana de Ingeniería Económica, Financiera y de Costos define a la Ingeniería de Costos como:

" La aplicación de técnicas y procedimientos ingenieriles que permitan:

- Cuantificar y analizar las distintas componentes que integran el costo real incurrido en la producción de un bien o servicio
- Proporcionar bases sólidas para estimar el comportamiento futuro de dicho costo
- Identificar las componentes del costo real que sean anormalmente elevadas y por lo tanto susceptibles de reducción
- Establecer sistemas de información de costos que permitan una retroalimentación oportuna mediante la cual puedan ser controlados eficazmente los costos "

IMPORTANCIA ACTUAL DE LA INGENIERIA DE COSTOS

Para subsistir en los mercados actuales cada vez más competidos es necesario producir satisfactores de alta calidad y a costos mínimos. El enfoque y técnicas propios de la Ingeniería de Costos facilitan y de hecho propician la "búsqueda del costo mínimo posible". El que una empresa logre operar con costos cercanos a este mínimo posible le permitirá posicionarse ventajosamente dentro del mercado de su interés

Es evidente entonces que los estudios de Ingeniería de Costos se

irán volviendo cada vez más indispensables para poder administrar convenientemente sistemas productivos inmersos en contextos de elevada competencia como los actuales

CLASIFICACION DE LOS COSTOS GENERADOS
EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Se ha mencionado que toda actividad productiva inevitablemente genera costos durante su realización. A continuación se presenta una clasificación de las actividades productivas indicando los costos fundamentales que en ellas se generan y las unidades de costo correspondientes

CLASIFICACION DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y SUS COSTOS FUNDAMENTALES *

TIPO DE ACTIVIDAD PRODUCTIVA	FUNCION GENERAL	FUNCION ESPECIFICA	COSTO FUNDAMENTAL	PRINCIPAL UNIDAD DE COSTO
INDUSTRIA DEL TRANSPORTE	SERVICIO INTERMEDIARIO EN EL ESPACIO.	A) TRASLADO DE CARGA B) TRASLADO DE PERSONAS	COSTO DE OPERACION	A) TONELADA-KILOMETRO B) PASAJERO-KILOMETRO
INDUSTRIA DE EXTRACCION A) RECURSOS RENOVABLES B) RECURSOS NO RENOVABLES	EXPLOTACION DIRECTA DE LOS RECURSOS NATURALES.	A) AGRICULTURA BOSQUES GANADERIA PESCA B) MINERIA PETROLEO	COSTO DE EXPLOTACION	A) PRODUCTO M3 DE MADERA UNIDAD DE GANADO TONELADA B) TONELADA BARRIL
INDUSTRIA DE TRANSFORMACION	MUTACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y/O QUIMICAS DE RECURSOS NATURALES Y DE BIENES.	A) COMPRA DE MATERIA PRIMA B) TRANSFORMACION EN PRODUCTO ELABORADO C) DISTRIBUCION DEL PRODUCTO FINAL	A) COSTO DE COMPRA B) COSTO DE PRODUCCION C) COSTO DE DISTRIBUCION	ARTICULO O MULTIPLO DE ARTICULO
COMERCIO	SERVICIO INTERMEDIARIO EN EL TIEMPO Y EL ESPACIO.	COMPRA-VENTA DE ARTICULOS ELABORADOS.	COSTO DE COMPRA Y DE DISTRIBUCION.	ARTICULO O MULTIPLO DE ARTICULO
SERVICIOS PUBLICOS	ATENCION A NECESIDADES MUY GENERALIZADAS DE LA SOCIEDAD.	ENERGIA ELECTRICA TELEFONOS AGUA GAS HOSPITALES	COSTO DE OPERACION	KILOVATIO-HORA LLAMADA METRO CUBICO LITROS Y KILOGRAMOS PACIENTE-DIA
OTROS (HOTELES, RESTAURANTES, BANCOS, ESCUELAS, ETC...)	SERVICIOS VARIOS	DIVERSA	COSTO DE OPERACION	HUESPED-DIA PLATILLO MANEJO DE CUENTA ALUMNO-CURSO

* CUADRO TOMADO DEL LIBRO "COSTOS PARA ADMINISTRADORES Y DIRIGENTES" DE CRISTOBAL DEL RIO GONZALEZ

De las actividades productivas presentadas, la que reviste especial interés para efectos de esta tesis es la del transporte de carga y por lo tanto se continuarán presentando los principales conceptos de la Ingeniería de Costos pero remitidos exclusivamente al contexto de la industria que se aboca a la movilización de mercancías

CLASIFICACION DE LOS COSTOS DE LA INDUSTRIA DEL TRANSPORTE DE CARGA

Al analizar los costos asociados a la movilización de mercancías surgirán algunos de ellos que presenten comportamientos y características similares. Estos costos semejantes pueden agruparse entre sí formando distintas clases las cuales facilitan grandemente su análisis a detalle

A continuación se presentan algunos de los criterios empleados para clasificar costos en el transporte de carga. Se ejemplificará cada tipo de costo mencionado. Los ejemplos estarán referidos exclusivamente al caso del transporte de carga por carretera por así convenir al desarrollo de esta tesis. Obviamente existen ejemplos análogos en todas las modalidades del transporte de carga restantes

CLASIFICACION DE COSTOS DEL TRANSPORTE DE CARGA

CRITERIO DE CLASIFICACION	CLASE DE COSTO	CARACTERISTICAS	EJEMPLOS
POR SU PERIODICIDAD	COSTO INICIAL (INVERSION INICIAL O COSTO DE INVERSION)	RECURSOS NECESARIOS PARA PONER EN MARCHA EL PROYECTO DE TRANSPORTE DE CARGA, OCURREN UNA SOLA VEZ AL COMIENZO DEL PROYECTO.	LA ADQUISICION DE VEHICULOS DE CARGA Y LA CONSTRUCCION DE NUEVAS CARRETERAS.
	COSTO DE EXPLOTACION (COSTOS DE UTILIZACION O COSTOS CORRIENTES)	RECURSOS NECESARIOS PARA MANTENER EN FUNCIONAMIENTO EL PROYECTO A LO LARGO DE SU VIDA UTIL.	MANTENIMIENTO, COMBUSTIBLE, SUELDOS A TRIPULACION, SUELDOS ADMINISTRATIVOS Y PUBLICIDAD.
POR AREA FUNCIONAL	COSTO DE OPERACION	GENERADOS DURANTE EL PROCESO MISMO DE TRANSPORTAR MERCANCIAS MEDIANTE UN VEHICULO DESDE UN ORIGEN HASTA UN DESTINO.	COMBUSTIBLE, LUBRICANTES, LLANTAS, MANTENIMIENTO, DEPRECIACION DEL VEHICULO, SUELDOS A TRIPULACION Y PEAJES.
	COSTO DE COMERCIALIZACION	ESFUERZOS DESTINADOS A INFORMAR AL PROBABLE USUARIO SOBRE EL SERVICIO DE TRANSPORTE DE CARGA OFRECIDO Y A PROMOVER LAS VENTAS DEL MISMO.	SUELDOS Y COMISIONES A VENDEDORES Y GASTOS DE PUBLICIDAD.
	COSTO DE ADMIMISTRACION	GASTOS NECESARIOS PARA EL BUEN DESEMPEÑO DE LA EMPRESA PERO QUE NO FORMAN PARTE DE LA OPERACION MISMA O DE LA COMERCIALIZACION.	SUELDOS ADMINISTRATIVOS, GASTOS FINANCIEROS E IMPUESTOS Y SEGUROS DE LA COMPANIA.

CLASIFICACION DE COSTOS DEL TRANSPORTE DE CARGA (CONTINUACION)

CRITERIO DE CLASIFICACION	CLASE DE COSTO	CARACTERISTICAS	EJEMPLOS
<p align="center">POR SU VARIABILIDAD</p>	<p align="center">COSTO FIJO</p>	<p>DESEMBOLSOS QUE PERMANECEN CONSTANTES DURANTE UN PERIODO DE TIEMPO DADO A CORTO PLAZO, INDEPENDIEMENTE DEL VOLUMEN DE TONELADAS - KILOMETRO EFECTUADAS.</p>	<p>DEPRECIACION ASOCIADA AL PASO DEL TIEMPO, IMPUESTOS, SEGUROS, PUBLICIDAD, RENTAS Y SUELDOS ADMINISTRATIVOS</p>
	<p align="center">COSTO VARIABLE</p>	<p>EROGACIONES QUE VARIAN EN FORMA DIRECTAMENTE PROPORCIONAL AL NUMERO DE TONELADAS-KILOMETRO EFECTUADAS.</p>	<p>COMBUSTIBLE, LLANTAS, SUELDOS A TRIPULACION, DEPRECIACION ASOCIADA A USO Y PEAJES.</p>
	<p align="center">COSTO SEMIVARIABLE (COSTO SEMIFIJO)</p>	<p>COSTOS QUE AUMENTAN O DISMINUYEN A MEDIDA QUE EL NUMERO DE TONELADAS-KILOMETRO REALIZADAS AUMENTA O DISMINUYE, PERO NO EN FORMA PROPORCIONAL</p>	<p>LA DEPRECIACION DE UN VEHICULO ASOCIADA EN PARTE AL USO (PARTE VARIABLE) Y EN PARTE A SU EDAD (PARTE FIJA).</p>
<p align="center">POR SU CONEXION INMEDIATA CON EL SERVICIO OFRECIDO</p>	<p align="center">COSTO DIRECTO</p>	<p>INCLUYE A TODOS LOS INSUMOS QUE PUEDEN IDENTIFICARSE, EN FORMA CONVINCENTE, COMO PARTE INTEGRAL DE CADA TONELADA-KILOMETRO</p>	<p>COMBUSTIBLE, LLANTAS Y SUELDOS A TRIPULACION</p>
	<p align="center">COSTO INDIRECTO</p>	<p>INSUMOS QUE NO TIENEN UNA INMEDIATA Y EVIDENTE CONEXION CON CADA TONELADA-KILOMETRO EFECTUADA PERO QUE SON NECESARIOS PARA BRINDAR CONVENIENTEMENTE EL SERVICIO.</p>	<p>MANTENIMIENTO, DEPRECIACION, IMPUESTOS, SEGUROS, PEAJES, PUBLICIDAD Y SUELDOS ADMINISTRATIVOS.</p>
<p align="center">POR SU CONTROLABILIDAD</p>	<p align="center">COSTO CONTROLABLE</p>	<p>AQUELLOS CUYA MAGNITUD PUEDE AUMENTARSE O DISMINUIRSE MEDIANTE DECISIONES ADMINISTRATIVAS MAS O MENOS INMEDIATAS.</p>	<p>COMBUSTIBLE, LLANTAS, PAPELERIA Y ARTICULOS DE ESCRITORIO Y PUBLICIDAD</p>
	<p align="center">COSTO NO CONTROLABLE</p>	<p>AQUELLOS CUYA MAGNITUD NO PUEDE AUMENTARSE O DISMINUIRSE MEDIANTE DECISIONES ADMINISTRATIVAS MAS O MENOS INMEDIATAS YA QUE SON CONSECUENCIA DE INVERSIONES, COMPROMISOS U OBLIGACIONES CONTRAIDOS CON ANTERIORIDAD.</p>	<p>DEPRECIACION DE EQUIPO, SUELDOS DE EMPLEADOS CONTRATADOS CON BASES PERMANENTES E INTERESES POR PAGAR.</p>

CLASIFICACION DE COSTOS DEL TRANSPORTE DE CARGA (CONTINUACION)

CRITERIO DE CLASIFICACION	CLASE DE COSTO	CARACTERISTICAS	EJEMPLOS
<p align="center">POR SU NIVEL DE</p>	<p align="center">COSTO TOTAL</p>	<p>SUMA DE LAS EROGACIONES REALIZADAS POR UNA EMPRESA TRANSPORTISTA O POR UN VEHICULO DE CARGA ESPECIFICO PARA OFRECER UN CIERTO VOLUMEN TOTAL DE TONELADAS-KILOMETRO.</p>	<p>EL GASTO MENSUAL GLOBAL DE UNA EMPRESA DEL TRANSPORTE O EL DESEMBOLO TOTAL PARA QUE CIERTO VEHICULO EFECTUE UN RECORRIDO ESPECIFICO.</p>
<p align="center">AGREGACION</p>	<p align="center">COSTO UNITARIO</p>	<p>RECURSOS EMPLEADOS PARA PRODUCIR UNA TONELADA-KILOMETRO. SE OBTIENE DISTRIBUYENDO EL COSTO TOTAL YA SEA DE UNA CIERTA EMPRESA O DE UN VEHICULO ESPECIFICO, ENTRE EL NUMERO DE TONELADAS-KILOMETRO EFECTUADAS.</p>	<p>COSTO POR TONELADA-KILOMETRO.</p>
<p align="center">POR SU NIVEL DE PROYECTABI- LIDAD A FUTURO</p>	<p align="center">COSTO HISTORICO (COSTO REAL)</p>	<p>DESEMBOLOS YA EFECTUADOS Y QUE FUERON NECESARIOS PARA TRANSPORTAR CARGA. SON UTILES PARA LA ELABORACION DE ESTADOS FINANCIEROS ADEMAS DE SER LA BASE PARA PREDICCIONES DE COSTOS EN EL FUTURO.</p>	<p>COSTO TOTAL O COSTO UNITARIO DE UN MES ANTERIOR.</p>
	<p align="center">COSTO PREDETERMI- NADO</p>	<p>PRONOSTICOS DEL COMPORTAMIENTO FUTURO DE LOS COSTOS DE TRANSPORTAR CARGA. SE UTILIZAN PARA ELABORAR PRESUPUESTOS</p>	<p>COSTO TOTAL O COSTO UNITARIO DEL MES SIGUIENTE O DEL PROXIMO AÑO.</p>
<p align="center">POR SU REPERCUSION SOCIAL O INDIVIDUAL</p>	<p align="center">COSTO DEL USUARIO</p>	<p>RECURSOS O ESFUERZOS QUE EL ADQUIRIENTE DE UN SERVICIO DE TRANSPORTE DE CARGA ESTA DISPUESTO A EMPLEAR O REALIZAR CON EL FIN DE TRANSPORTAR UNA CIERTA CARGA</p>	<p>DINERO, PERDIDA TEMPORAL DE LA POSESION DE LA CARGA, NECESIDAD DE PREPARAR EMBALAJE Y RIESGO DE DEMORAS, DANOS O PERDIDAS.</p>
	<p align="center">COSTO SOCIAL</p>	<p>DESVENTAJAS QUE UN GRUPO HUMANO ACEPTA A CAMBIO DE CONTAR CON SISTEMAS DE TRANSPORTE DE MERCANCIAS.</p>	<p>RUIDO, OLOR, PELIGRO Y DETERIORO ECOLOGICO.</p>

CLASIFICACION DE COSTOS DEL TRANSPORTE DE CARGA (CONTINUACION)

CRITERIO DE CLASIFICACION	CLASE DE COSTO	CARACTERISTICAS	EJEMPLOS
<p align="center">POR SU SUBJETIVIDAD</p>	<p align="center">COSTO EXPLICITO. (COSTO CONTABLE)</p>	<p>DESEMBOLSOS EN EFECTIVO REQUERIDOS PARA MOVILIZAR MERCANCIA. SE MIDEN EN TERMINOS MONETARIOS.</p>	<p>COMBUSTIBLE, SUELDOS A TRIPULACION, PUBLICIDAD, MANTENIMIENTO Y SUELDOS ADMINISTRATIVOS.</p>
	<p align="center">COSTO IMPLICITO (COSTO DE OPORTUNIDAD)</p>	<p>SE DERIVAN DE HACER UNA COSA EN LUGAR DE OTRA. EN EL TRANSPORTE DE MERCANCIAS SERIAN LAS OPORTUNIDADES O BENEFICIOS PERDIDOS AL DEDICARSE A ESTA ACTIVIDAD Y NO A CUALQUIER OTRA. ES UN INDICADOR DE LA PRODUCTIVIDAD POTENCIAL DE LOS RECURSOS EN ALGUN OTRO USO POSIBLE. SE MIDEN EN TERMINOS MONETARIOS, FISICOS O PSICOLOGICOS</p>	<p>COSTO DE INTERES DE CAPITAL Y COSTO DE OPORTUNIDAD DE CAPITAL</p>
<p align="center">POR SU HORIZONTE DE PLANEACION</p>	<p align="center">COSTO A CORTO PLAZO</p>	<p>EL "CORTO PLAZO" ES UN PERIODO DE TIEMPO TAL QUE UNA EMPRESA TRANSPORTISTA PUEDE CAMBIAR SUS NIVELES DE OPERACION A PARTIR DE UNA CIERTA INFRAESTRUCTURA INSTALADA. EN DICHO PERIODO EXISTIRAN COSTOS FIJOS Y COSTOS VARIABLES. LOS COSTOS A CORTO PLAZO SE UTILIZAN PARA LA TOMA DE DECISIONES OPERACIONALES COTIDIANAS EN LAS EMPRESAS.</p>	<p>COSTO TOTAL A CORTO PLAZO Y COSTO UNITARIO A CORTO PLAZO.</p>
	<p align="center">COSTO A LARGO PLAZO</p>	<p>EL "LARGO PLAZO" ES UN PERIODO DE TIEMPO SUFICIENTEMENTE LARGO EN EL QUE LA EMPRESA TRANSPORTISTA PODRA AUMENTAR O DISMINUIR SIN NINGUNA RESTRICCION SUS INSTALACIONES, PARQUES VEHICULARES, CAPITAL, NUMERO DE EMPLEADOS Y DEMAS FACTORES OPERATIVOS PARA OBTENER LA COMBINACION DE ESTOS QUE RESULTE MAS EFICIENTE. EN DICHO PERIODO SE CONSIDERA QUE TODOS LOS COSTOS SON VARIABLES. LOS COSTOS A LARGO PLAZO SON UTILES PARA LA PLANEACION EN LAS EMPRESAS.</p>	<p>COSTO TOTAL A LARGO PLAZO Y COSTO UNITARIO A LARGO PLAZO.</p>

Una vez clasificados y analizados los costos que implica la movilización de carga se puede proceder a la búsqueda de medidas que permitan abatirlos razonablemente y controlarlos en forma eficaz

OBJETIVOS FUNDAMENTALES DE LA INGENIERIA DE COSTOS
AL APLICARSE AL TRANSPORTE DE CARGA

Los objetivos fundamentales al realizar estudios de Ingeniería de Costos para la Industria del Transporte de Carga son:

- Establecer criterios válidos para poder reducir los costos del servicio de tal manera que se efectúe éste en las proximidades del costo mínimo posible sin detrimento de la calidad ofrecida
- Controlar los costos del servicio para que su magnitud no exceda ciertos límites preestablecidos

El primero de dichos objetivos se logra identificando aquellos costos cuya magnitud sea anormalmente elevada. Ello se logra comparando el valor actual del costo en análisis con valores históricos del mismo dentro de la misma empresa y/o con costos similares de otras empresas del mismo ramo

Los costos anormalmente elevados, así identificados, deberán abatirse en cada caso mediante soluciones específicas tales como las proporcionadas por el Estudio del Trabajo, el Diseño de Instalaciones, la Investigación de Operaciones, el Manejo de Materiales y la Administración del Mantenimiento entre otras

Toda reducción de costos implica necesariamente un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles

Para hacer una realidad el segundo objetivo mencionado se requiere un sistema oportuno y fidedigno de información de costos que permita confrontar, en forma sistemática, los valores reales de los costos con los valores deseables de los mismos y así poder detectar oportunamente cualquier anomalía procediendo a su rápida corrección

Las empresas transportistas que se esfuercen por alcanzar los objetivos fundamentales de la Ingeniería de Costos que se han mencionado, tendrán márgenes costo-tarifa más holgados con los cuales podrán ofrecer tarifas más competitivas a sus usuarios logrando así que su posición en el mercado del transporte de carga sea más sólida

CAPITULO VI

CAPITULO VI - EL MODELO QUE DETERMINA LOS COSTOS DE OPERACION DE LOS VEHICULOS QUE TRANSPORTAN CARGA POR CARRETERA

El objetivo de este capítulo es la presentación de un proyecto de Ingeniería de Costos desarrollado con los auspicios del Banco Mundial para ser aplicado al transporte por carretera también conocido como autotransporte

Dicho proyecto es el "Modelo de Costos de Operación y Velocidades de Vehículos que transitan por carretera" (Vehicle Speeds and Operating Costs (VOC)) el cual forma parte de un proyecto mayor llamado "Estudio para el Diseño y Mantenimiento de Carreteras"

El modelo VOC es un excelente ejemplo del gran valor que puede representar la Ingeniería de Costos para la toma de decisiones en la industria del transporte. En este capítulo se hará una exposición teórico-técnica del modelo y en el siguiente se presentarán algunas aplicaciones específicas del mismo en México

ORIGEN DEL "ESTUDIO PARA EL DISEÑO Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS"

Como se ha enfatizado en capítulos anteriores, la existencia de una red carretera que sea un soporte para las diferentes actividades productivas es uno de los requisitos básicos para el progreso social y económico de un país. Para tal efecto son necesarios continuos esfuerzos orientados al mantenimiento y modernización de los tramos ya existentes y a la ampliación de la red mediante la construcción de nuevos tramos

El logro de estas metas involucra cuantiosos recursos económicos y por ello es necesario analizar cuidadosamente las diferentes alternativas de inversión en infraestructura carretera de tal forma que las decisiones que se hayan de tomar se encaminen a una maximización de los beneficios para la sociedad en su conjunto a un costo total lo más reducido posible

Lo anterior es particularmente cierto en los países en vías de desarrollo a los cuales pertenece México. En ellos se requiere urgentemente eficientar la infraestructura carretera optimizando los escasos recursos económicos existentes

Por lo tanto, en el caso de nuestro país, convendrá fomentar la realización de proyectos destinados a ampliar y modernizar la red

carretera nacional. Sin embargo, para ello se requieren cuantiosos recursos económicos los cuales generalmente se consiguen recurriendo a instituciones internacionales de crédito. El Banco Mundial es una de ellas y usualmente otorga el financiamiento solicitado a aquel proyecto carretero cuyo análisis de costo-beneficio socioeconómico sea más favorable

Dicho organismo auspició la creación en 1969 del "Estudio para el Diseño y Mantenimiento de Carreteras" (Highway Design and Maintenance Study (HDM)) con el fin de proveer un instrumento útil en la elaboración de los análisis costo-beneficio de inversiones carreteras. El propósito central de este proyecto fué determinar las interrelaciones existentes entre los costos de construcción, los costos de mantenimiento y los costos de utilización de las carreteras en países en vías de desarrollo

Las investigaciones de campo necesarias para llevar a cabo dicho proyecto se efectuaron en regiones de 3 continentes: Kenia(1975), Caribe (1977-1982), Brasil (1975-1984) y la India (1977-1983). En ellas se realizaron rigurosas cuantificaciones de los costos de construcción, mantenimiento y operación de tramos carreteros mediante experimentos controlados de los cuales se desprendió un amplio conjunto de resultados los cuales son aplicables, con sus debidos ajustes locales, a otros regiones de similares características físicas y económicas

Participaron en el desarrollo del proyecto varias instituciones del sector transportes de Australia, Brasil, E.U.A., Francia, India, Kenia, Suecia y Reino Unido durante 18 años culminando este esfuerzo multinacional en un modelo computarizado y una amplia documentación del tema los cuales se editaron en su tercera versión (HDM-III) en 1987

La gama de usuarios beneficiados por los resultados obtenidos al aplicar el modelo es muy amplia: compañías autotransportistas, Cámaras Nacionales del Autotransporte, organismos rectores del aspecto tarifario del sector, compañías de Ingeniería de Costos, empresas dedicadas a la construcción y mantenimiento de carreteras, compañías poseedoras de flotas de vehículos de carga para uso propio, empresas consultoras del ramo y en general toda entidad interesada en la planeación del servicio de transporte por carretera para todos los cuales HDMIII puede representar una herramienta muy útil en la consecución de sus fines

IMPORTANCIA DEL MODELO DE COSTOS DE OPERACION Y VELOCIDADES DE VEHICULOS QUE TRANSITAN POR CARRETERA ("VEHICLE SPEEDS AND OPERATING COSTS")

El ciclo de la vida útil de una carretera implica una serie de costos, los cuales están contemplados en tres categorías:

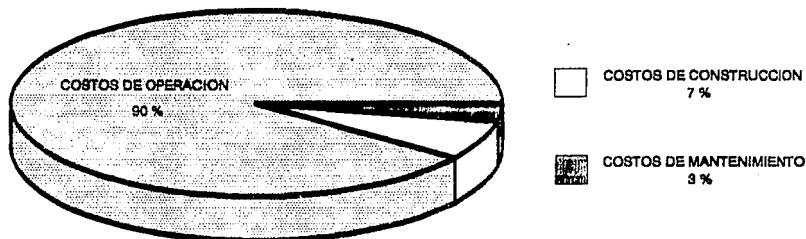
- Costos de Construcción de la carretera (Inversión Inicial)
- Costos de Mantenimiento de la carretera
- Costos de Operación de los vehículos que transiten por la carretera

Cada una de estas categorías es tomada en consideración por el modelo HDMIII en los tres grandes submodelos que lo conforman:

- a) Submodelo para evaluación de proyectos de Construcción de carreteras
- b) Submodelo para evaluación del Mantenimiento de carreteras
- c) Submodelo para evaluación de los Costos de Operación de Vehículos (Vehicle Speeds and Operating Costs)

Es un hecho comprobado por diferentes estudios de Ingeniería de Tránsito que los costos de los usuarios de los vehículos que circulan por las carreteras (incluyendo el tiempo destinado al viaje) son los de mayor relevancia en el total de costos incurridos durante la vida útil de una carretera

Para ilustrar lo anterior puede citarse un caso típico avalado por especialistas del Banco Mundial correspondiente a una carretera de dos carriles por la que circulan 4 mil vehículos diariamente y en donde los costos de los usuarios representan el 90% del costo total en la vida útil de dicha carretera



DISTRIBUCION TIPICA DE COSTOS DURANTE LA VIDA UTIL DE UNA CARRETERA

Como consecuencia de la importancia descrita, el submodelo de Evaluación de los Costos de Operación de Vehículos (VOC-HDMIII) se utilizará en este trabajo con el fin de ejemplificar una aplicación de la Ingeniería de Costos al autotransporte interurbano de carga

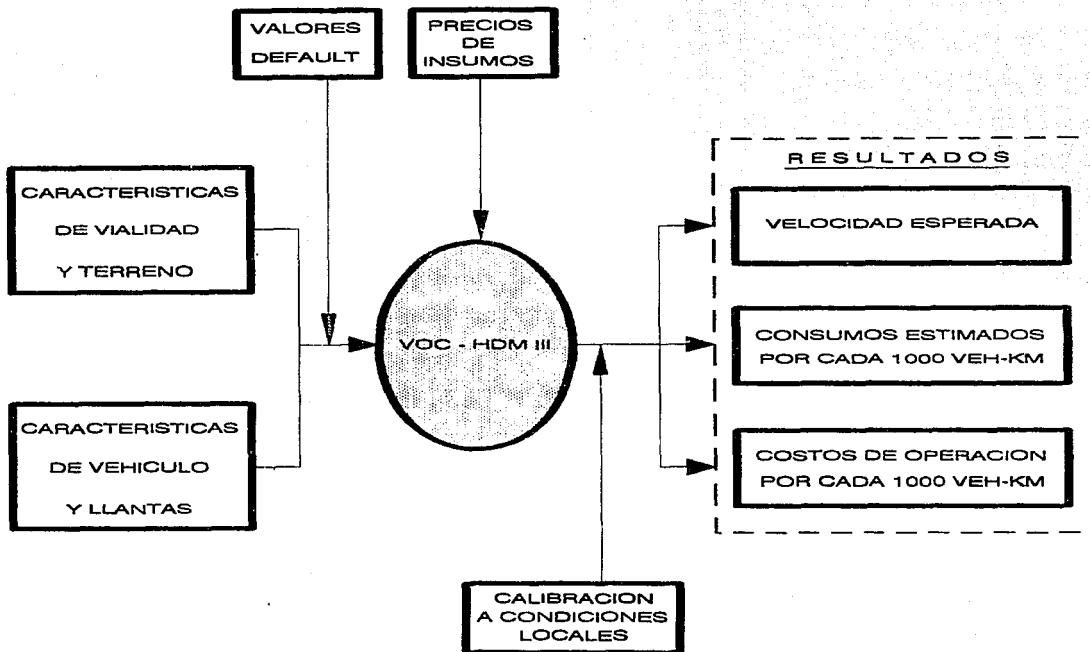
PRESENTACION DEL MODELO DE COSTOS DE OPERACION Y VELOCIDADES DE VEHICULOS QUE TRANSITAN POR CARRETERA ("VEHICLE SPEEDS AND OPERATING COSTS")

El objetivo central del modelo "Vehicle Speeds and Operating Costs" (VOC-HDMIII) es pronosticar la manera en que se ven afectados los costos de operación de los usuarios de carreteras por los siguientes factores:

- CONDICIONES DE LA CARRETERA
Pendiente, peralte, sinuosidad, rugosidad de la superficie y pavimentación entre otros
- CARACTERISTICAS DEL VEHICULO
Peso muerto, capacidad de carga, potencia, número de llantas y edad entre otros
- PRECIOS DE INSUMOS
Vehículo nuevo, combustible, lubricantes, sueldos de tripulación, mantenimiento y llantas entre otros

Para lograr lo anterior los investigadores que desarrollaron el VOC-HDMIII efectuaron viajes con diferentes vehículos sobre diversas carreteras de Kenia, el Caribe, Brasil y la India. Se registraron en todos los casos las características del vehículo y del terreno examinados así como los costos de operación incurridos. Estos datos, una vez procesados estadísticamente, permitieran encontrar relaciones funcionales válidas entre las condiciones de la operación y los costos registrados y así posibilitar el modelado del comportamiento de diferentes vehículos al transitar por carreteras específicas

VOC-HDMIII funciona con una base de datos en la que se almacenan tanto las características del terreno por recorrer como las del vehículo considerado como los precios unitarios de los insumos requeridos. El modelo pronostica una velocidad alcanzada por el vehículo dadas las condiciones de operación definidas y, a partir de ella, calcula los consumos de los principales insumos que al combinarse con los costos unitarios correspondientes integran los costos totales de operación



METODOLOGIA DE OPERACION DEL MODELO VOC-HDM III

El modelo VOC-HDMI III tiene aplicaciones para el transporte por carretera tanto de pasajeros como de carga. Por así convenir a los intereses de este trabajo, en él se hará referencia exclusivamente a las aplicaciones de dicho modelo al autotransporte de carga

VEHICULOS CONSIDERADOS POR EL MODELO

VOC-HDMI III considera 5 clases de vehículos de carga, de cada una de las cuales propone un modelo tipo cuyas características técnicas son representativas de la clase en cuestión. La clasificación de vehículos de carga que el modelo emplea es:

VEHICULO	MODELO REPRESENTATIVO
Camión Ligero de Gasolina	Ford F-400
Camión Ligero de Diesel	Ford F-4000
Camión Mediano	Mercedes Benz 1113 2 ejes
Camión Pesado	Mercedes Benz 1113 3 ejes
Camión Articulado	Scania 110/39

Sin embargo, es posible considerar vehículos diferentes a los propuestos a condición de que sus características particulares sean suministradas al modelo

DATOS DE ENTRADA REQUERIDOS POR EL MODELO

VOC-HDMI III requiere varios datos de entrada los cuales deben ser alimentados por el usuario, sin embargo, en algunos casos se proponen valores "por default" los cuales pueden considerarse como apropiados en caso de no contarse con información actualizada

Asimismo, el modelo es susceptible de adecuar a las condiciones locales de operación por medio de parámetros de ajuste mediante los cuales se calibran los consumos obtenidos

Los parámetros y variables de entrada utilizados son:

1- CARACTERISTICAS FISICAS DE VIALIDAD Y TERRENO

-Tipo de Superficie. Se refiere a la condición de pavimentación de la vialidad correspondiente. Se considera "1" para terrenos pavimentados y "0" para terrenos no pavimentados

-Rugosidad Promedio(m/km). Nivel de irregularidad en la superficie de la vialidad analizada medido en el Índice Internacional de Rugosidad (IRI). IRI puede tomar valores entre 1 y 20 y éstos se determinan mediante un aparato simulador del recorrido de un auto de pasajeros sobre la superficie a examinar. IRI cuantifica el movimiento acumulado del eje longitudinal del cuerpo humano durante un kilómetro de trayecto

-Gradiente Positivo Promedio(%). Medida de la inclinación de la pendiente de la carretera en sus tramos ascendentes

$$\text{Gradiente Positivo Promedio} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{S} \times 100$$

donde: $A_{1,2,3,\dots,n}$ = Magnitudes de los ascensos en una sección determinada de carretera

S = Longitud de la sección considerada que constituye viaje de subida

-Gradiente Negativo Promedio(%). Medida de la inclinación de la pendiente de la carretera en sus tramos descendentes

$$\text{Gradiente Negativo Promedio} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{B} \times 100$$

donde: $D_{1,2,3,\dots,n}$ = Valores absolutos de los descensos en una sección determinada de carretera

B = Longitud de la sección considerada que constituye viaje de bajada

-Proporción de viaje hacia arriba(%). Es el porcentaje de camino ascendente respecto a la longitud total del trayecto considerado

$$\text{Proporción de viaje hacia arriba} = \frac{S}{T} \times 100$$

donde: S= Longitud de la sección considerada que
constituye viaje de subida
T= Longitud total de la sección considerada

-Curvatura Horizontal Promedio (grados/km). Representa el grado de sinuosidad del camino

$$\text{Curvatura Horizontal Promedio} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i}{T}$$

donde: $G_{1,2,3,\dots,n}$ = Valores absolutos de las desviaciones angulares de la traza del camino respecto a una dirección rectilínea (grados)
T= Longitud total de la sección considerada (km)

-Superelevación Promedio (fracción). Indica el grado de peralte de las curvas del trayecto

$$\text{Peralte o Superelevación de una curva específica} = \text{Sen } \beta = \frac{DA}{AC}$$

donde: β = Angulo de Superelevación ó Peralte

DA= Diferencia de alturas entre las orillas exterior e interior de la curva

AC= Ancho del camino

Debido a que generalmente β es un ángulo pequeño, puede aproximarse el valor del peralte por medio de la función $\tan \beta$

$$\text{Peralte o Superelevación promedio de un trayecto} = \frac{\sum_{i=1}^N (SE_i \times LC_i)}{N}$$

donde: $SE_{1,2,3,\dots,N}$ = Valores de las Superelevaciones de las curvas del trayecto considerado

$LC_{1,2,3,\dots,N}$ = Longitudes de las curvas del trayecto considerado

N= Número de curvas existentes en la sección considerada

Por default el modelo calcula la superelevación promedio como una función de la curvatura horizontal promedio pero puede utilizarse cualquier otro valor validado

-Altura del Terreno (metros sobre el nivel del mar). Distancia entre la elevación promedio de la sección considerada y el nivel del mar

-Número efectivo de carriles."0" para vialidades de un solo carril y "1" para vialidades con más de un carril

2- CARACTERISTICAS TECNICAS DEL VEHICULO

-Peso Muerto(kg). Se refiere al peso propio del vehiculo incluyendo chasis y carroceria

-Carga Transportada(kg). Capacidad de Carga del vehiculo

-Máxima Potencia en Movimiento Utilizada(HP métricos). Corresponde a la mayor cantidad de energía efectiva que el motor puede suministrar a las ruedas motrices con objeto de impulsar al vehiculo

-Máxima Potencia de Frenado Utilizada(HP métricos). Corresponde a la mayor cantidad de energía efectiva que el motor puede suministrar a las ruedas motrices con objeto de desacelerar al vehiculo. Se utiliza para mantener la velocidad bajo control tanto en curvas como en caminos descendentes

-Velocidad deseada para el tipo de superficie(km/hr). Velocidad de crucero considerada como apropiada para el terreno de interés

-Coeficiente Aerodinámico de Arrastre(Adimensional). Se refiere al grado de oposición al paso del aire que presenta el vehiculo. Está determinado por el diseño del contorno y acabado de superficies del mismo

-Area Frontal Proyectada(m²). Se refiere al frente de resistencia que presenta el vehiculo al paso del aire

$$\text{Area Frontal Proyectada} = L (H - h)$$

donde: H= Distancia entre el punto más alto del vehiculo y el nivel del suelo

L= Ancho del vehiculo

h= Distancia entre defensa delantera del vehiculo y el nivel del suelo

-Velocidad Calibrada del Motor(RPM). Revoluciones por minuto de la máquina, a su potencia al freno

- Factor Energía-Eficiencia(Adimensional). Involucra la condición de eficiencia termodinámica tanto del combustible como del motor considerados
- Factor de Ajuste de Combustible(Adimensional). Elemento que permite adaptar los rendimientos de combustible resultantes del modelo a la realidad local

3- CARACTERISTICAS DE LAS LLANTAS

- Número de llantas por vehículo
- Volumen de hule utilizable por llanta(dm³). Cantidad de hule susceptible de desgaste por fricción de rodamiento en cada llanta
- Costo de Recubierta. Expresado como fracción del costo de una llanta nueva:

$$\text{Costo de Recubierta} = \frac{\text{Precio de Recubierta}}{\text{Precio de Llanta Nueva}}$$

- Número Máximo de Recubiertas por llanta. Indica las veces que puede recubrirse una llanta como máximo
- Término Constante de Consumo de Llantas. Elemento que permite ajustar los rendimientos de llantas a la realidad local. Considera el material y las propiedades de fabricación de la llanta
- Coeficiente de Utilización de Llantas. Elemento que permite igualmente la calibración de resultados a la realidad local

4- CARACTERISTICAS OPERACIONALES DEL VEHICULO

- Utilización Promedio Anual(km). Número de kilómetros recorridos por el vehículo en un año
- Utilización Promedio Anual(hr). Número promedio de horas operadas por vehículo al año

-Relación de Utilización Horaria. (Fracción)

$$\text{Relación de Utilización Horaria} = \frac{\text{TC}}{\text{TT}} \quad \text{y} \quad \text{TT} = \text{TC} + \text{TF} + \text{TO}$$

donde: TT= Tiempo total del viaje
TC= Tiempo en el que el vehículo está circulando
TF= Tiempo ocupado en paradas para comidas
TO= Tiempo ocupado para cargas de combustible

-Vida Promedio del Vehículo(años). Vida útil de la unidad

-Vida con servicio constante. Se refiere a la continuidad del servicio que presta el vehículo. Se considera "1" si es servicio constante y "0" si presenta interrupciones

-Kilometraje Promedio en la Vida del Vehículo. Se refiere al desgaste o uso que presenta el vehículo

$$\text{Kilometraje Promedio en la Vida del Vehículo} = \text{ED} \times \text{KA}$$

donde: ED= Edad del vehículo (años)
KA= Utilización promedio (km/año)

5- PRECIOS UNITARIOS (Expresados en la unidad monetaria propia del país en que se aplique el modelo)

-Precio del vehículo nuevo (\$)

-Costo de Combustible (\$/litro)

-Costo de Lubricantes (\$/litro)

-Costo de Llanta Nueva (\$)

-Costo de Tripulación (\$/hr)

-Costo de Mano de Obra de Mantenimiento (\$/hr)

-Costo de Traslado de la Carga (\$/hr)

-Tasa de Interés Anual (%)

RESULTADOS A OBTENERSE MEDIANTE EL MODELO

Una vez proporcionados los valores de los datos de entrada al modelo éste genera tres clases de resultados:

A) Cantidades físicas consumidas cada 1000 kilómetros de operación:

- Combustible (litros)
- Lubricantes (litros)
- Llantas (fracción equivalente de llanta nueva)
- Tiempo de Tripulación (horas)
- Manejo de Carga (horas)
- Mano de Obra de Mantenimiento (horas)
- Refacciones para Mantenimiento (% del vehículo nuevo)
- Depreciación (% del vehículo nuevo)
- Interés (% del vehículo nuevo)

B) Costos incurridos cada 1000 kilómetros de recorrido (\$/1000 km):

- Combustible
- Lubricantes
- Llantas
- Salarios a Tripulación
- Traslado de Carga
- Mano de Obra de Mantenimiento
- Refacciones para Mantenimiento
- Depreciación
- Interés

C) Velocidad Pronosticada a lo largo del trayecto (km/hr)

Con estos resultados pueden obtenerse los siguientes rendimientos de interés:

- Combustible (km/litro)
- Lubricantes (km/litro)
- Llantas (km/llanta)

Asimismo, contando con la información de las toneladas transportadas, puede obtenerse el costo de operación por tonelada y por tonelada-kilómetro

RELACIONES FUNCIONALES ENTRE LOS DATOS DE ENTRADA Y LOS RESULTADOS DEL MODELO

La presentación de las principales relaciones funcionales entre los datos de entrada y los resultados del VOC-HDMIII se encuentra en el Anexo B de esta tesis

CALIBRACION DEL MODELO

La calibración es el procedimiento por medio del cual se ajustan los consumos obtenidos por el modelo a los observados realmente en el lugar en el que se esté aplicando el VOC-HDMIII

Dicho ajuste está justificado por las variaciones existentes entre una y otra localidad respecto a los siguientes factores:

- Condiciones Climáticas (lluvia, temperatura ambiental, humedad atmosférica y velocidad del viento entre otros)
- Costumbres de Manejo (aceleraciones y desaceleraciones suaves ó bruscas, curvas recorridas a velocidades moderadas ó altas, uso adecuado ó inadecuado de caja de velocidades y nivel de inflado de llantas entre otros)

de tal manera que los rendimientos de los insumos utilizados para cada vehículo también presentarán variaciones de un lugar a otro

Los parámetros de ajuste comprendidos en el VOC-HDMIII son adimensionales e implican un efecto multiplicativo en las relaciones funcionales entre resultados e insumos del modelo manteniéndose la forma básica de las mismas. Dichos parámetros son:

Factor de ajuste de Combustible
Factor de ajuste de Lubricantes
Término Constante de consumo de Llantas
Parámetro de utilización de Llantas
Constante de Calibración para mano de obra de Mantenimiento
Constante de Calibración para Refacciones

La calibración se basa en información del rendimiento local de los insumos para un vehículo y terreno específicos. Teniéndose esta información se procede a asignar valores a los parámetros de ajuste del vehículo en cuestión con el fin de que los consumos resultantes en el modelo sean los observados en la realidad

Una vez logrado lo anterior, los parámetros de ajuste se mantendrán constantes para ese vehículo y localidad particulares pudiéndose variar el tipo de terreno por recorrer

LIMITANTES DE DISEÑO DEL MODELO

El modelo VOC-HDMIII presenta algunas limitantes que simplifican los cálculos involucrados sin menoscabo considerable de la veracidad de las conclusiones encontradas. Las principales limitantes en el diseño del modelo son:

LIBRE FLUJO. VOC-HDMIII considera vehículos operando bajo condiciones de libre flujo, es decir, que el impacto de la interacción entre vehículos y de posibles congestiones en el trayecto no ha sido modelado. Esta situación representa un reto para versiones futuras del modelo en las que sería deseable incorporar el efecto de varios vehículos transitando en forma simultánea

ESTADO ESTABLE. Todos los resultados obtenidos por el modelo suponen un estado estable en la operación lo que significa que, en un periodo de tiempo suficientemente largo, el vehículo ha alcanzado y mantenido constante una cierta velocidad y se tendrá un consumo de combustible y desgaste de llantas también constantes. El estado estable no ocurre frecuentemente ya que la conducción de un vehículo involucra continuos cambios de velocidad debidos a variaciones en el trazo del camino y en las condiciones de la superficie del mismo. De cualquier manera, el comportamiento real de vehículos en movimiento se aproximará asintóticamente al descrito por un modelo de estado estable

En el siguiente capítulo se presenta una aplicación del VOC-HDMIII a un caso práctico del autotransporte en México con la finalidad de que pueda apreciarse la forma de operar de este modelo y los resultados que con él pueden obtenerse

CAPITULO VII

CAPITULO VII - CASO PRACTICO: APLICACION DEL MODELO VOC-HDMIII
AL AUTOTRANSPORTE FEDERAL
INTERURBANO DE CARGA EN MEXICO

En el capítulo anterior se presentó el modelo VOC-HDMIII mencionando sus principales características y enfatizando la utilidad que puede representar para determinar los costos de operación del autotransporte de carga

En este capítulo se presentan algunas aplicaciones específicas del citado modelo dentro de las condiciones de operación de los vehículos del Autotransporte Federal de Carga (AFC) en México de tal forma que se aprecie la utilidad de los análisis de Ingeniería de Costos para una eficaz toma de decisiones en la industria del transporte de carga por carretera

EL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA

El Autotransporte Federal de Carga (AFC) está integrado por aquellas empresas mexicanas que ofrecen a la sociedad servicios de movilización de mercancías por medio de vehículos que transitan por carretera. Según datos del Segundo Informe de Gobierno, 1990, Carlos Salinas de Gortari, en 1990 se tenían registradas 3,337 empresas de este tipo en todo el país integrando entre todas ellas un parque vehicular de 177,453 unidades. Se estima que tales vehículos movilizaron 311 millones de toneladas de mercancías en 1990 lo cual representa el 59% del movimiento nacional total de carga durante dicho año

Se seleccionó a dicha flota del Autotransporte Federal de Carga (AFC) para los análisis de costos de este trabajo por estar disponible la información pertinente y por considerarse que su operación eficiente es fundamental para lograr un desarrollo integral del transporte de mercancías en México

En la elaboración de dichos análisis de costos se requirió información estadística del AFC la cual se presenta a detalle en el Anexo C de esta tesis

CARACTERIZACION DE VEHICULOS DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL
DE CARGA Y DETERMINACION DE LA RUTA PROMEDIO NACIONAL

Para posibilitar la adaptación del modelo VOC-HDMI III a unidades del AFC operando en suelo mexicano se requirió, además de los datos reunidos en el Anexo C, la siguiente información:

- Definición de los vehículos más representativos del AFC y la determinación de sus características técnicas y operacionales
- Precios de los principales insumos requeridos
- Condiciones físicas promedio de la red carretera mexicana para así conformar una "ruta promedio nacional"

Se muestran a continuación los valores de entrada incorporados al modelo los cuales permiten tipificar la movilización interurbana de carga por el AFC en suelo mexicano

1A - CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS TERRENOS BASE

Se definieron tres terrenos base, LLANO, ONDULADO y MONTAÑOSO, a partir de los cuales se puede estructurar cualquier terreno específico deseado. El terreno llano implica un camino prácticamente sin curvas ni pendientes, el montañoso representa condiciones extremas de sinuosidad y declive en el trayecto y el terreno ondulado presenta características intermedias. Las características de dichos terrenos base son:

C A R A C T E R I S T I C A	T E R R E N O		
	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
!Tipo de Superficie(1=Pav. 0=No Pav)	1	1	1
!Rugosidad Promedio(IRI) 1/	1.9	1.9	1.9
!Gradiente Promedio Positivo(%) 2/	1	3.25	6
!Gradiente Promedio Negativo(%) 2/	1	3.25	6
!Proporción Viaje hacia arriba(%) 3/	50	50	50
!Curvatura Horizontal Promedio(Deg/km)2/	50	180	1000
!Superelevación Promedio(Fracción) D/	0.01	0.02	0.12
!Altura del Terreno(m) 4/	1000	1000	1000
!Número Efectivo de Carriles 5/	0	0	0
!0= 1 carril, 1= más de un carril			

1/ VOC-HDMIII recomienda los valores de 1.9 para terrenos pavimentados, 2.7 para revestidos y 7.9 para terracería

2/ Valores estimados

3/ Corresponde a viaje redondo

4/ Promedio de altitud de una muestra de ciudades mexicanas

5/ Vialidades con ancho menor a 4m se consideran de un solo carril y con más de 5.5m como de más de un solo carril

D/ Valores por "default" del modelo

Tales terrenos base, por ser de aplicación general están referidos a viaje redondo, es decir, que las características particulares al recorrer una ruta en un sentido (Proporción de viaje hacia arriba y gradientes promedio positivo y negativo) se equilibran al sobreentenderse un regreso en sentido contrario

Por lo tanto, los terrenos referidos a viaje redondo se distinguen por presentar un 50% de viaje hacia arriba y los gradientes promedio positivo y negativo adquieren el mismo valor. Sin embargo, a partir de ellos pueden definirse viajes en un solo sentido introduciendo al modelo los valores de entrada que los caracterizen

Acorde con estimaciones de la compañía Felipe Ochoa y Asociados, Consultores, S.C. el 65% de la longitud de la red carretera mexicana tiene características de terreno llano, el 30% características de terreno ondulado y el 5% restante de terreno montañoso. A continuación se presentan los valores de entrada propios de un terreno de tales características que se considerará como la "ruta promedio nacional" y que reúne condiciones de viaje redondo (sentidos indistintos de circulación) para mayor generalidad:

C A R A C T E R I S T I C A	RUTA PROMEDIO NACIONAL
Tipo de Superficie(1=Pav. 0=No Pav)	1
Rugosidad Promedio(IRI) 1/	1.9
Gradiente Promedio Positivo(%) 2/	1.93
Gradiente Promedio Negativo(%) 2/	1.93
Proporción Viaje hacia arriba(%) 3/	50
Curvatura Horizontal Promedio(Deg/km)2/	136.5
Superelevación Promedio(Fracción) D/	0.02
Altura del Terreno(m) 4/	1000
Número Efectivo de Carriles 5/	0
(0= 1 carril, 1= más de un carril)	

- 1/ Valor recomendado por el modelo para trayecto pavimentado
 - 2/ Obtenido ponderando los valores de cada terreno base conforme a su respectiva participación en la ruta promedio nacional
 - 3/ Corresponde a viaje redondo
 - 4/ Promedio de altitud de una muestra de ciudades mexicanas
 - 5/ Vialidades con ancho menor a 4m se consideran de un solo carril y con más de 5.5m como de más de un solo carril
- D/ Valores por "default" del modelo

2 - VEHICULOS REPRESENTATIVOS DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA Y SUS CARACTERISTICAS TECNICAS

De conformidad con los registros de la Dirección General de Autotransporte Federal de la S.C.T. se eligieron los siguientes modelos como los más representativos de los vehículos del AFC:

CLAVE	DESCRIPCION	MODELO REPRESENTATIVO
C-2	Camión de 2 ejes	Dina S-500 Básico c/caja seca
C-3	Camión de 3 ejes	Dina S-600 Tándem c/caja seca
T-2	Tractocamión 2 ejes	Kenworth W921-A semirremolque de 2 ejes, c/caja seca
T-3	Tractocamión 3 ejes	Dina 9400 semirremolque de 2 ejes c/caja seca
T-3A	Tractocamión 3 ejes	Dina 9400 semirremolque de 3 ejes c/caja seca

Como puede observarse, el tractocamión de 2 ejes se acopla a semirremolques de 2 ejes y el tractocamión de 3 ejes puede estar acoplado a semirremolques de 2 ó de 3 ejes

Los rendimientos promedio de combustible proporcionados por los fabricantes de dichos vehículos son: 2.4 km/lt para C-2, 2.0 km/lt para C-3, 1.7 km/lt para T-2, 1.5 km/lt para T-3 y 1.3 km/lt para T-3A

De esta forma se tienen definidos cinco vehículos representativos del AFC los cuales serán la base para los análisis de costos de esta tesis y cuyas características técnicas son las siguientes:

C O N C E P T O	V E H I C U L O				
	C-2	C-3	T-2	T-3	T-3A
Peso Muerto(kg) 1/	6000	7800	16000	24400	24400
Carga Transportada(kg) 1/	7900	11750	17000	25750	30145
Máxima Potencia en movimiento(HP métricos) 1/	150	210	286	400	400
Máxima Potencia de freno(HP métricos) 1/	213	313	497	751	751
Velocidad Deseada(km/hr) 2/					
Terreno Llano	90	90	90	90	90
Terreno Ondulado	65	65	65	65	65
Terreno Montañoso	40	40	40	40	40
Coefficiente Aerodinámico	0.85	0.85	0.63	0.63	0.63
de Arrastre(Adimensional) D/					
Area Frontal Proyectada(m2)1/	6.27	6.49	8.88	8.88	8.88
Velocidad del Motor(RPM) 1/	3300	2100	2100	2100	2100
Factor Energía-Eficiencia D/ (Adimensional)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de Ajuste de combustible(Adimensional)_3/	1.05	1.13	1.04	0.83	0.89

- 1/ Valores obtenidos de especificaciones del fabricante
 2/ Velocidades consideradas como apropiadas para cada terreno
 3/ Se ajustó para cada vehículo con el fin de obtener los rendimientos promedio reportados
 D/ Valores por "default" del modelo para vehículos similares

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

3 - CARACTERISTICAS DE LAS LLANTAS DE LOS VEHICULOS REPRESENTATIVOS DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA

Acorde con información proporcionada por los fabricantes del ramo, los tamaños de llanta y rendimientos promedio correspondientes a los vehículos considerados son:

VEHICULO	TAMAÑO LLANTAS	RENDIMIENTO (km/llanta)
C-2	10 x 20-12	40,000
C-3	11 x 20-12	60,000
T-2	11 x 22-12	80,000
T-3	11 x 22-12	80,000
T-3A	11 x 22-12	80,000

y los insumos de entrada para el VOC-HDMI III son:

C O N C E P T O	V E H I C U L O				
	C-2	C-3	T-2	T-3	T-3A
Número de llantas por vehículo	6	10	14	18	22
Volumen de hule utilizable por llanta(dm3) D/	7.60	7.30	8.39	8.39	8.39
Costo de Recubierta (Fracción de llanta nueva)1/	0.35	0.34	0.33	0.33	0.33
Número Máximo de Recubiertas por llanta 1/	2	2	2	2	2
Término Constante de Consumo de Llantas 2/	0.08	0.05	0.02	0.02	0.02
Coefficiente de Utilización de Llantas 2/	7.10	4.42	3.31	2.94	3.28

1/ Información obtenida de comerciantes del ramo

2/ Ajustados para cada vehículo con el fin de obtener los rendimientos promedio correspondientes

D/ Valores por "default" del modelo para vehículos similares

4 - CARACTERISTICAS OPERACIONALES DE LOS VEHICULOS REPRESENTATIVOS DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA

Se consideraron datos publicados en las Estadísticas Básicas del Autotransporte Federal, 1988, los cuales se presentan en el Anexo C de este trabajo

C O N C E P T O	V E H I C U L O	C-2	C-3	T-2	T-3	T-3A
Utilización Anual(km) 1/	47620	46388	59718	86994	86994	
Utilización Anual(hr) 2/						
Terreno Llano	649	619	769	1130	1159	
Terreno Ondulado	900	881	1155	1753	1830	
Terreno Montañoso	1475	1456	1898	2877	2996	
Relación de Utilización	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	
Horaria(Fracción) D/						
Vida Util(años) 3/	10	10	10	10	10	
Uso Constante(1=SI,0=NO)	1	1	1	1	1	
Kilometraje Promedio	666680	542276	1005054	904738	904738	
la Vida del Vehículo 4/						

1/ Estadísticas Básicas del Autotransporte Federal 1988 (Cuadro C-2, Anexo C)

2/ Calculada como el cociente de la utilización anual (km) entre la velocidad de recorrido obtenida por el modelo en cada terreno

3/ Tiempo estimado de uso tanto por fabricantes como por autoridades fiscales para vehículos automotores en general

4/ Se obtiene multiplicando la Utilización Anual (Cuadro C-2, Anexo C) por la edad promedio (Cuadro C-4, Anexo C) para cada vehículo

D/ Valores por "default" del modelo para vehículos similares

5 - PRECIOS UNITARIOS

Obtenidos directamente por consultas con comerciantes y/o fabricantes de cada ramo. Son valores correspondientes a Junio de 1991

C O N C E P T O	V E H I C U L O				
	C-2	C-3	T-2	T-3	T-3A
{Vehículo Nuevo (M \$)	154	207	236	327	340
{Litro de Combustible(\$)	517	517	517	517	517
{Litro de Lubricante (000 \$)2/	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
{Llanta Nueva (000 \$)	800	880	927.5	927.5	927.5
{Hora de Tripulación (000 \$)3/	12	12	13.75	13.75	13.75
{Hora de Mano de Obra de	12	12	12	12	12
{Mantenimiento (000 \$) 4/					
{Hora de Demora de Carga	---	---	---	---	---
{(000 \$) 5/					
{Tasa de Interés Anual (%) 5/	---	---	---	---	---

1/ El combustible empleado es diesel

2/ Representa un promedio del valor de lubricantes y grasas utilizados en vehículos de carga

3/ Corresponde a un sueldo mensual de 1.92 M\$ para C-2 y C-3 y de 2.2 M\$ para T-2, T-3 y T-3A

4/ Se asignó este valor por ser muy especializados tanto la mano de obra como los talleres requeridos

5/ A este concepto no se le asignó valor alguno puesto que está referido más a la mínima utilidad atractiva del transporte de carga que a la identificación de costos de operación

6 - ADECUACIONES ADICIONALES

MANTENIMIENTO. VOC-HDMI III considera que el gasto en el mantenimiento de un vehículo de carga depende exclusivamente de la rugosidad del camino y del kilometraje recorrido en la vida del vehículo. Sin embargo, información proveniente de la Dirección General del Autotransporte Federal permite concluir que el mantenimiento requerido por un vehículo de carga al operar en un terreno ondulado es mayor en aproximadamente un 10% respecto al necesario para un terreno llano y el mantenimiento requerido por un vehículo de carga al operar en un terreno montañoso es mayor en aproximadamente un 25% respecto al necesario para un terreno llano. Para que VOC-HDMI III reflejara esta situación se utilizaron los siguientes valores de ajuste en cada terreno:

TERRENO Y FACTOR	V C-2	E C-3	H T-2	I C	U T-3	L O T-3A
LLANO: Mano de Obra	231.75	285.77	625.01	620.67	631.97	
Refacciones	1.35	7.95	12.61	12.78	12.34	
ONDULADO: Mano de Obra	242.03	301.46	652.51	652.51	652.91	
Refacciones	1.49	8.61	13.94	13.94	13.94	
MONTAÑOSO: Mano de Obra	249.45	320.46	692.07	697.64	697.45	
Refacciones	1.80	9.79	15.93	15.68	15.68	

LUBRICANTES. El consumo de lubricantes estimado por el modelo está en función únicamente de la clase a la que pertenece el vehículo en cuestión. En contraposición a esto, información de la Dirección General del Autotransporte Federal indica que el consumo en lubricantes al operar en terreno ondulado es 5% mayor al reportado en terreno llano y el consumo en lubricantes al operar en terreno montañoso es 15% mayor al reportado en terreno llano. Considerando lo anterior se realizaron las siguientes modificaciones en los valores de ajuste de lubricantes:

TERRENO	V C-2	E C-3	H T-2	I C	U T-3	L O T-3A
LLANO	2.91	2.91	4.89	4.89	4.89	
ONDULADO	3.07	3.07	5.15	5.15	5.15	
MONTAÑOSO	3.39	3.39	5.67	5.67	5.67	

CONSIDERACIONES GENERALES AL APLICAR EL MODELO VOC-HDMIII PARA
ANALIZAR LOS COSTOS OPERATIVOS DEL AFC EN MEXICO

Por medio de la anterior asignación de valores de entrada se ha tipificado la operación del AFC de manera que puedan efectuarse diversos estudios de costos por medio del modelo VOC-HDMIII

Se enuncian a continuación algunas consideraciones prácticas relativas a los análisis de costos desarrollados en este trabajo:

- 1) Los costos de operación generados al transportar carga por carretera incluyen los gastos en:

LUBRICANTES, COMBUSTIBLE, LLANTAS, SALARIOS A OPERADORES, MANTENIMIENTO, DEPRECIACION DEL VEHICULO Y TARIFAS POR PEAJES

VOC-HDMIII es útil para el cálculo de dichos costos excepto para el concepto de Tarifas por Peajes

Dichas tarifas se determinan en forma específica para cada ruta y vehículo pudiendo incluso no existir. Para efectos de los análisis de costos realizados en esta tesis se excluirá el concepto de Tarifas por Peajes por no poder generalizarse su monto

- 2) Dichos costos de operación, en esta tesis, se agruparon en cinco rubros:

A) COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES

Por la naturaleza afín de estos dos conceptos y el escaso peso relativo del gasto en lubricantes, se decidió considerarlos en forma conjunta

B) LLANTAS

C) SALARIOS A TRIPULACION

D) MANTENIMIENTO

E) DEPRECIACION DEL VEHICULO

OBTENCION DEL COSTO PROMEDIO DE OPERACION POR VEHICULO
Y GLOBAL DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA

Se ha tipificado tanto la red carretera mexicana como los cinco vehículos representativos del Autotransporte Federal de Carga mediante los datos de entrada presentados. Por medio del modelo VOC-HDMI III puede simularse la operación de cada uno de estos vehículos transitando por la Ruta Promedio Nacional obteniéndose como resultado el Costo Promedio de Operación para cada uno de dichos vehículos

Asimismo, es muy útil conocer el costo de operación de la flota del AFC en su conjunto. Para ello se ponderaron los costos de operación de cada uno de los cinco vehículos del AFC respecto a su participación en el total de toneladas-kilómetro movilizadas por dicha flota durante 1988. Las participaciones empleadas son 21.62% para C-2, 13.45% para C-3, 2.76% para T-2, 47.61% para T-3 y 14.56% para T-3A (Cuadro C-3, Anexo C)

De esta manera se obtuvo el Costo Promedio de Operación Global del AFC el cual puede ser conceptualizado como perteneciente a un "vehículo promedio" representativo del parque total de camiones del AFC.

El conocimiento y análisis de este costo es esencial puesto que refleja la situación presente de la operación de la flota permitiendo ubicar tanto sus fortalezas como sus debilidades. Esta información del estado actual de costos del AFC constituye además una base fundamental de comparación con otras flotas similares nacionales o extranjeras

A continuación se presentan los Costos Promedio de Operación por vehículo y globales del AFC obtenidos por medio del VOC-HDMI III:

C O N C E P T O	C - 2	C - 3	T - 2	T - 3	T - 3A	VEHICULO PROMEDIO
CONSUMOS CADA 1000 KMS						
Combustible (lts)	415.70	500.51	587.29	664.62	765.19	601.24
Lubricantes (lts)	3.27	3.27	5.30	5.30	5.30	4.59
Llantas (fraccion)	0.15	0.17	0.18	0.23	0.28	0.21
Tripulacion (hrs)	15.70	15.69	15.62	16.15	16.77	16.07
Mano Obra Mitto. (hrs)	7.99	11.82	31.66	31.01	31.03	23.47
Refacciones (% veh. nvo.)	0.15	0.21	0.31	0.30	0.29	0.25
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	63.71	63.73	64.03	61.93	59.62	62.28
COSTOS CADA 1000 KMS (Pesos)						
Combustible	214,915	258,764	303,629	343,608	395,605	310,840
Lubricantes	17,967	17,967	29,132	29,132	29,132	25,216
Llantas	116,710	148,268	163,408	210,003	255,138	186,815
Tripulacion	188,360	188,296	214,758	222,016	230,639	211,259
Mantenimiento	322,869	569,999	1,106,973	1,347,610	1,365,224	1,017,395
Mano Obra	95,933	141,810	379,902	372,114	372,348	281,677
Refacciones	226,936	428,189	727,071	975,496	992,876	735,719
Depreciacion	0	0	0	0	0	0
TOTAL	860,821	1,183,294	1,817,900	2,152,369	2,275,738	1,751,527
COSTO POR TONELADA (Pesos)	108,965	100,706	106,935	83,587	75,493	90,842
COSTO POR TON-KM (Pesos)	108.96	100.71	106.94	83.59	75.49	90.84
RENDIMIENTOS						
Combustible (km/lt)	2.41	2.00	1.70	1.50	1.31	1.74
Lubricantes (km/lt)	305.81	305.81	188.68	188.68	188.68	229.76
Llantas (km/llanta)	40,000	58,824	77,778	78,261	78,571	67,406

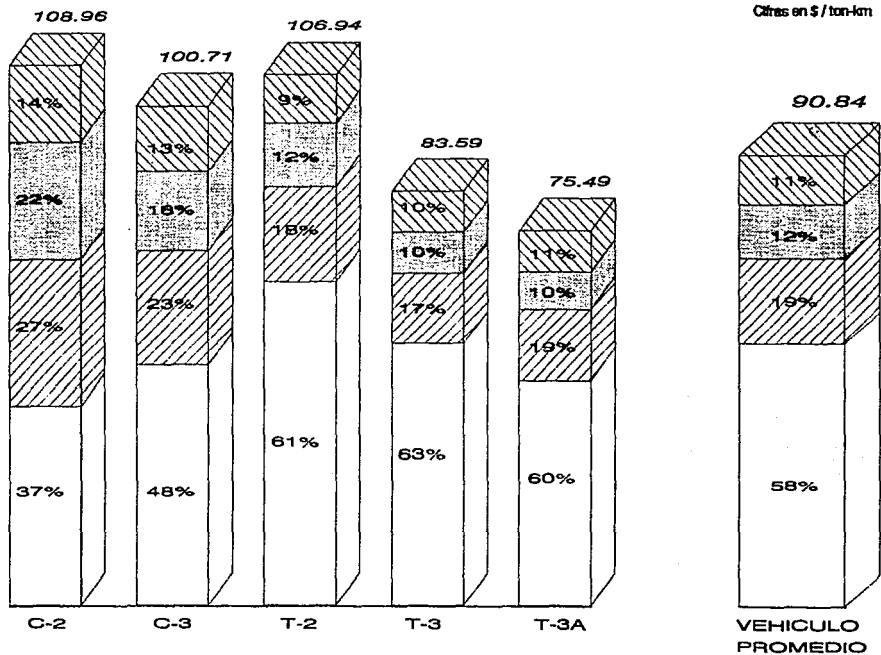
* Se ha excluido el pago de peajes

COSTOS PROMEDIO DE OPERACION DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA, 1991 *

GRAFICA AFC: COSTOS PROMEDIO DE OPERACION POR VEHICULO Y GLOBALES DEL AUTO-TRANSPORTE FEDERAL DE CARGA

SE APRECIA LA SOBRESALIENTE PARTICIPACION DEL MANTENIMIENTO EN CADA VEHICULO Y LA INEXISTENCIA DE CARGOS POR DEPRECIACION ASI COMO UNA ECONOMIA DE ESCALA EN LA MEDIDA EN QUE SE UTILIZAN VEHICULOS CON MAYORES CAPACIDADES DE CARGA

GRAFICA AFC



MANTENIMIENTO

COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES

SALARIOS

LLANTAS

El costo de operación actual del vehículo promedio de la flota está compuesto de la siguiente forma:

CONCEPTO DE COSTO	% DEL TOTAL
MANTENIMIENTO	58.11
COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES	19.18
SALARIOS A TRIPULACION	12.04
LLANTAS	10.67
DEPRECIACION	0.00

El cargo por depreciación es nulo debido a que el AFC opera con unidades cuya edad promedio ha rebasado su correspondiente vida útil (10 años) y por lo tanto teóricamente están totalmente depreciadas y serían susceptibles de vender a un cierto valor de rescate. También se observa que el costo de operación más oneroso para el AFC es el Mantenimiento y Conservación de sus unidades por lo que cualquier medida destinada a reducirlo repercutirá en ahorros sustanciales en costos. Es claro que estos dos aspectos (depreciación nula y mantenimiento elevado) son efectos de la antigüedad excesiva de la flota que es en promedio de 12.67 años (Cuadro C-4, Anexo C)

Por otro lado y a excepción del T-2, cuya antigüedad promedio es excesiva, se aprecia una clara economía de escala en la medida en que se utilizan vehículos con mayor capacidad de carga. Esto puede ilustrarse si manejamos los costos por tonelada-kilómetro en forma de índices, haciendo el costo correspondiente al camión de 2 ejes (C-2) igual a 1.00:

	V C-2	E C-3	H C-3	I T-2	C T-2	U T-3	L T-3	O T-3A
INDICE	1.00	0.92	0.92	0.98	0.98	0.77	0.77	0.69

Se concluye entonces que, para necesidades de transporte masivo de carga, siempre será más rentable el uso de camiones con amplia capacidad de carga

Se aprecia que el costo promedio de operación por tonelada-kilómetro del AFC es de \$90.84 el cual representa el monto actual erogado por dicha flota por concepto de combustible, lubricantes, salarios a operadores, llantas, mantenimiento y depreciación con el fin de movilizar una tonelada a lo largo de un kilómetro

SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS PROMEDIO DE OPERACION DEL
AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA A VARIACIONES
EN LAS CONDICIONES ACTUALES DE FUNCIONAMIENTO

Los análisis de sensibilidad de costos permiten cuantificar con antelación el impacto en costos que tendría cada una de las posibles decisiones a tomar en una cierta empresa posibilitando así la identificación de los cursos de acción más recomendables para que dicha empresa optimice sus costos

En el caso del AFC se ha caracterizado ya su situación actual mediante los costos promedio de operación por vehículo y globales respectivos. Ahora se propondrán cambios en algunos de los valores de entrada del VOC-HDMIII con el fin de modelar la operación del AFC bajo condiciones diferentes a las actuales y así poder observar en que medida se verían impactados los costos de operación. Los análisis de sensibilidad de los costos de operación del AFC que se proponen en esta tesis son:

A) SENSIBILIDAD A MODIFICACIONES EN EL DISEÑO DE LA CARRETERA

- a1) Modificaciones en el Tipo de Terreno
- a2) Cambios en las condiciones de Pavimentación y Vialidad

B) SENSIBILIDAD A MODIFICACIONES EN EL DISEÑO DEL VEHICULO

- b1) Variaciones en la relación de Carga Transportada a Peso Muerto

C) SENSIBILIDAD A MODIFICACIONES EN LA OPERACION DEL VEHICULO

- c1) Modificaciones en la Velocidad de Trayecto
- c2) Comparación entre Vehículos Cargados y Vehículos Vacíos

D) SENSIBILIDAD A MODIFICACIONES EN LA EDAD DEL VEHICULO

- d1) Comparación de los Vehículos en Uso con Vehículos Nuevos

A continuación se presentan estos análisis de sensibilidad indicando las modificaciones en datos de entrada que se efectuaron y los costos de operación obtenidos para el caso del "vehículo promedio" del AFC. Los resultados numéricos obtenidos para cada vehículo específico y para el "vehículo promedio" se reunieron en el anexo D de esta tesis y se recomienda su consulta para análisis pormenorizados

A) SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC A
MODIFICACIONES EN EL DISEÑO DE LA CARRETERA

El diseño del trazo y de las características técnicas de una carretera repercute directamente en la magnitud de los costos de operación de los vehículos que van a transitar por ella. Para ilustrar lo anterior se simuló la operación del AFC al transitar por carreteras con características técnicas diferentes a las de la "Ruta Promedio Nacional"

a1) Sensibilidad a modificaciones en el tipo de terreno

En este apartado se compararán los costos de operación del AFC al transitar por:

- La "Ruta Promedio Nacional"
- Terreno Llano
- Terreno Ondulado
- Terreno Montañoso

Los valores de entrada que corresponden a cada uno de estos 4 tipos de terreno se presentaron al inicio de este capítulo

El cuadro correspondiente a los resultados obtenidos es el A-1 (ANEXO D) y la gráfica respectiva es la A-1

a2) Sensibilidad a cambios en las condiciones de pavimentación y vialidad

Se comparan en esta sección los resultados de simular la operación del AFC sobre:

- Caminos de Terracería (1 carril)
- Caminos Revestidos (1 carril)
- Carreteras pavimentadas de 1 carril
- Carreteras pavimentadas de más de 1 carril

donde las rugosidades del camino son 7.9 IRI, 2.7 IRI y 1.9 IRI para terracería, revestimientos y terrenos pavimentados respectivamente

Los resultados numéricos respectivos se encuentran en el Cuadro A-2 (ANEXO D) y la gráfica correspondiente es la A-2

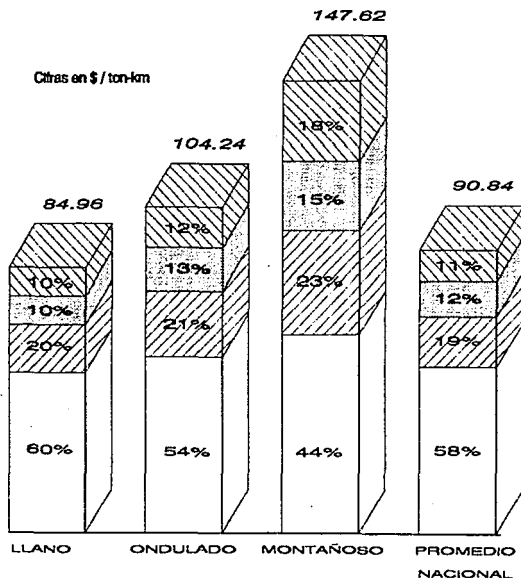
GRAFICA A-1: IMPACTO DEL TIPO DE TERRENO EN EL COSTO DE OPERACION DEL AFC

EL TIPO DE TERRENO ES FUNDAMENTAL EN LA REDUCCION DE LOS COSTOS OPERATIVOS DEL AFC. SE APRECIA QUE LA CIRCULACION DE UN "VEHICULO PROMEDIO" POR TERRENO MONTAÑOSO ES 74% MAS COSTOSA QUE LA EFECTUADA SOBRE TERRENO LLANO

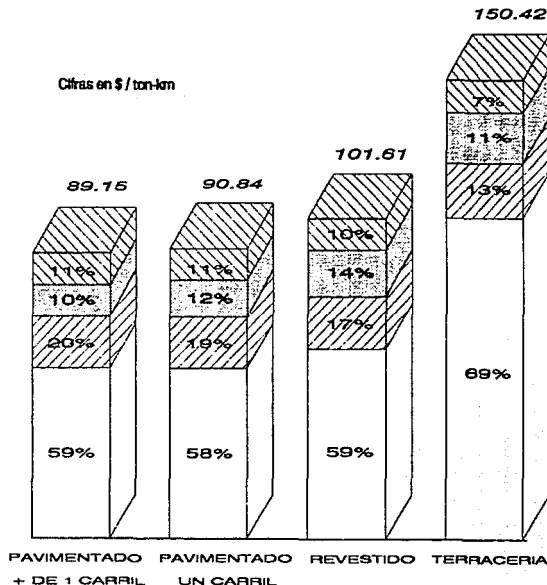
GRAFICA A-2: IMPACTO DE LAS CARACTERISTICAS DE PAVIMENTACION Y VIALIDAD EN EL COSTO PROMEDIO DE OPERACION DEL AFC

LOS CAMINOS ANTICUADOS (TERRACERIAS O REVESTIMIENTOS) SON INADECUADOS PARA UN TRANSPORTE RENTABLE DE CARGA. LA DIFERENCIA EN COSTOS DE OPERACION ENTRE LAS CARRETERAS DE UNO O DE VARIOS CARRILES ES POCO SIGNIFICATIVA (2%) EN LOS VEHICULOS DE CARGA Y ELLO SE DEBE A QUE LOS MISMOS NO ESTAN DISEÑADOS PARA DESARROLLAR ALTAS VELOCIDADES

GRAFICA A - 1



GRAFICA A - 2



□ MANTENIMIENTO

▨ COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES

▤ SALARIOS

▧ LLANTAS

B) SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC A
MODIFICACIONES EN EL DISEÑO DEL VEHICULO

En la medida en que se incorporen materiales más livianos y un mayor número de adelantos mecánicos en el diseño de los vehículos de carga éstos generarán costos de operación menores. Para ilustrar esto se realizará el siguiente análisis de sensibilidad:

b1) Sensibilidad a variaciones en la relación de carga transportada a peso muerto

El Peso Total de un vehículo cargado está integrado por el Peso Muerto (chasis y carrocería) y la Carga Transportada ó Carga Util y entre vehículos de Peso Total idéntico será más rentable aquél que permita movilizar cargas mayores. Para verificar esto se comparan las operaciones de los vehículos del AFC

- con la relación actual de Carga Transportada a Peso Muerto
- mejorando dicha relación en un 5%
- mejorando dicha relación en un 10%
- mejorando dicha relación en un 15%

manteniendo constante el Peso Total del vehículo como se muestra:

VEHICULO	ESTADO ACTUAL			+ 5 %		
	CARGA UTIL (kg)	PESO MUERTO (kg)	RELACION	CARGA UTIL (kg)	PESO MUERTO (kg)	RELACION
C-2	7,900	6,000	1.3167	8,066	5,834	1.3825
C-3	11,750	7,800	1.5064	11,978	7,572	1.5817
T-2	17,000	16,000	1.0625	17,402	15,598	1.1156
T-3	25,750	24,400	1.0553	26,361	23,789	1.1081
T-3A	30,145	24,400	1.2355	30,801	23,744	1.2972

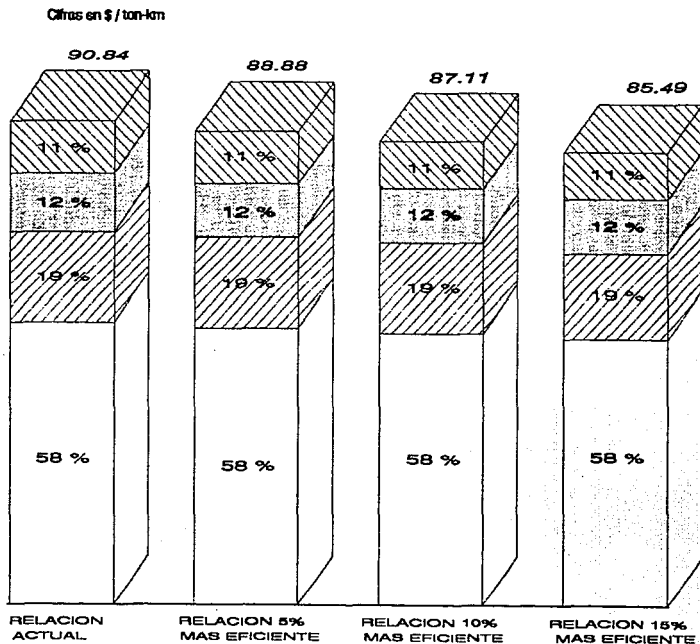
VEHICULO	+ 10 %			+ 15 %		
	CARGA UTIL (kg)	PESO MUERTO (kg)	RELACION	CARGA UTIL (kg)	PESO MUERTO (kg)	RELACION
C-2	8,223	5,677	1.4483	8,371	5,529	1.5142
C-3	12,192	7,358	1.6570	12,395	7,155	1.7324
T-2	17,784	15,216	1.1688	18,148	14,852	1.2219
T-3	26,942	23,208	1.1609	27,495	22,655	1.2136
T-3A	31,423	23,122	1.3590	32,013	22,532	1.4208

El cuadro de resultados respectivo es el B-1 (ANEXO D) y la gráfica correspondiente es la B-1

GRAFICA A-2: IMPACTO DE LA RELACION CARGA TRANSPORTADA A PESO MUERTO EN EL COSTO PROMEDIO DE OPERACION DEL AFC

EN LA MEDIDA EN QUE UN CAMION DE CARGA MEJORE LA PROPORCION EXISTENTE ENTRE LA CARGA QUE PUEDE TRANSPORTAR Y SU PROPIO PESO PODRA OPERAR CON COSTOS MENORES. ELLO SE APRECIA EN ESTA GRAFICA YA QUE EXISTE UNA REDUCCION DEL 6% ENTRE LOS COSTOS DE OPERACION DEL "VEHICULO PROMEDIO" ACTUAL Y LA VERSION DEL MISMO CON UNA RELACION DE CARGA TRANSPORTADA A PESO MUERTO 15% MAS EFICIENTE

G R A F I C A B - 1



MANTENIMIENTO

COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES

SALARIOS

LLANTAS

C) SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC A
MODIFICACIONES EN LA OPERACION DEL VEHICULO

Las distintas prácticas y costumbres en la conducción y aprovechamiento de un vehículo de carga influyen en la magnitud de los costos operativos que se generan. Para ejemplificar esto se comparan los costos de los vehículos del AFC considerando diversas prácticas en su conducción y aprovechamiento

c1) Sensibilidad a modificaciones en la velocidad de trayecto

En este apartado se comparan los costos operativos de los vehículos del AFC al transitar por la "Ruta Promedio Nacional" a:

- 40 kilómetros/hora
- 50 kilómetros/hora
- Velocidad Actual
- Velocidad Máxima

donde la Velocidad Máxima es aquella que establece el modelo VOC-HDMIII como el límite práctico superior y es diferente para cada vehículo considerado

Los resultados numéricos obtenidos se muestran en el cuadro C-1 (ANEXO D) y la gráfica respectiva es la C-1

c2) Comparación entre vehículos cargados y vehículos vacíos

Un vehículo de carga que efectúe recorridos descargado ó "en vacío" está desaprovechando su potencial de brindar un servicio. Sin embargo siempre existirá un número inevitable de viajes "en vacío" por lo que conviene cuantificar los costos asociados a tales viajes. Con este propósito se confrontan en esta sección los costos operativos de los vehículos del AFC al estar circulando

- Cargados a toda su capacidad
- Descargados ó "en vacío"

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro C-2 (ANEXO D) y la gráfica correspondiente es la C-2

GRAFICA C-1: IMPACTO DE LA VELOCIDAD EN EL COSTO PROMEDIO DE OPERACION DEL AFC

LA REDUCCION EN COSTOS POR TON-KM ENTRE LA VELOCIDAD ACTUAL Y LA MAXIMA PARA EL "VEHICULO PROMEDIO" DEL AFC ES PEQUEÑA (0.94%) POR LO QUE PUEDE CONSIDERARSE QUE DICHA FLOTA OPERA A VELOCIDADES PRACTICAMENTE OPTIMAS

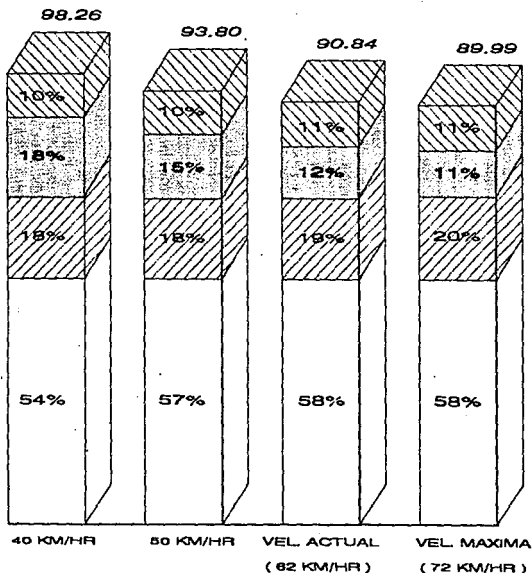
GRAFICA C-2: IMPACTO DEL APROVECHAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA EN EL COSTO PROMEDIO DE OPERACION DEL AFC

CADA VIAJE "EN VACIO" QUE REALIZE UN VEHICULO DE CARGA TENDRA UN COSTO DEL ORDEN DEL 90% DEL CORRESPONDIENTE AL MISMO VIAJE CON CARGA. ANTE ESTA SITUACION SE COMPRENDE LA CONVENIENCIA DE EVITAR, EN LA MEDIDA DE LO POSIBLE, LOS RECORRIDOS "EN VACIO" EFECTUADOS POR VEHICULOS DE CARGA

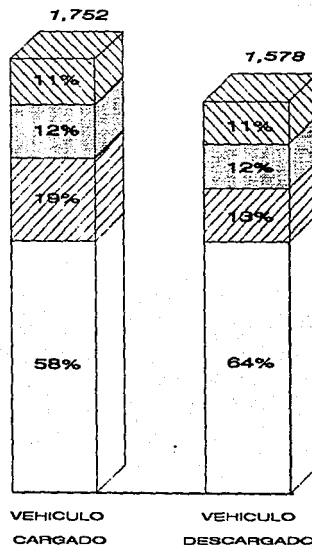
GRAFICA C - 1

GRAFICA C - 2

Cifras en \$ / ton-km



Cifras en \$ / km

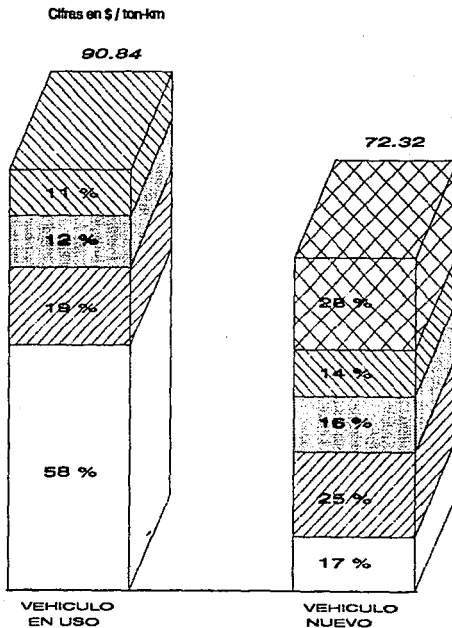


□ MANTENIMIENTO ▨ COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES ▤ SALARIOS ▩ LLANTAS

GRAFICA D-1: IMPACTO DE LA EDAD DE LOS VEHICULOS EN EL COSTO PROMEDIO DE OPERACION DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA

SE OBSERVA QUE EL MANTENIMIENTO SE REDUCE EN MAS DE UN 76% AL SUSTITUIR LOS VEHICULOS EN USO POR VEHICULOS NUEVOS. EL MODELO NUEVO PRESENTA CARGOS POR DEPRECIACION MIENTRAS QUE EL VEHICULO EN USO NO LOS CONTEMPLA. EL COSTO OPERATIVO POR TONELADA-KILOMETRO (EXCEPTO PEAJES) QUE ACTUALMENTE ES DE \$90.84 PODRIA ABATIRSE EN APROXIMADAMENTE UN 20% PARA COLOCARSE EN \$72.32 AL UTILIZAR VEHICULOS NUEVOS.

G R A F I C A D - 1



MANTENIMIENTO

 COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES

 SALARIOS

 LLANTAS

 DEPRECIACION

D) SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC A
MODIFICACIONES EN LA EDAD DEL VEHICULO

Un vehiculo nuevo no presenta desgaste en las piezas que lo conforman y su diseño muy probablemente es más eficiente que el de vehiculos más antiguos todo lo cual hace suponer que sus costos de operación serán menores que los correspondientes a vehiculos con cierto tiempo de uso. Para verificar lo anterior se presenta el siguiente análisis de sensibilidad de costos

d1) Comparación de los vehiculos en uso con vehiculos nuevos

A continuación se comparan los vehiculos representativos del AFC

- con sus características actuales (vehículo en uso)
- con utilizations bajas y mejoras en diseño (vehículo nuevo)

Los tractocamiones de 2 ejes (T-2) están descontinuados en el mercado y por lo tanto serán sustituidos en este análisis de sensibilidad por vehiculos T-3 nuevos

Las características que se consideró razonable incluir en los vehiculos nuevos son:

- Relación de carga transportada a peso muerto 10% más eficiente
- Disminución en un 10% del Area Frontal Proyectada y del Coeficiente Aerodinámico de Arrastre
- Cien kilómetros recorridos (Utilización)

Los valores utilizados son:

C O N C E P T O	C - 2		C - 3	
	EN USO	NUEVO	EN USO	NUEVO
Coeficiente Aerodinámico de Arrastre(Adimensional)	0.85	0.77	0.85	0.77
Area Frontal Proyectada(m2)	6.27	5.64	6.49	5.84
Peso Muerto(kg)	6000	5700	7800	7350
Carga Transportada(kg)	7900	8200	11750	12200
Utilización(km)	666680	100	542276	100

C O N C E P T O	T - 2		T - 3	
	EN USO	NUEVO*	EN USO	NUEVO
Coefficiente Aerodinámico de Arrastre(Adimensional)	0.63	0.57	0.63	0.57
Area Frontal Proyectada(m2)	8.88	7.99	8.88	7.99
Peso Muerto(kg)	16000	23200	24400	23200
Carga Transportada(kg)	17000	26950	25750	26950
Utilización(km)	1005054	100	904738	100

*Incluye características de un vehículo T-3 nuevo

C O N C E P T O	T - 3A	
	EN USO	NUEVO
Coefficiente Aerodinámico de Arrastre(Adimensional)	0.63	0.57
Area Frontal Proyectada(m2)	8.88	7.99
Peso Muerto(kg)	24400	23400
Carga Transportada(kg)	30145	31145
Utilización(km)	904738	100

Los resultados respectivos se muestran en el Cuadro D-1 (ANEXO D) y la gráfica correspondiente es la D-1

COMENTARIOS FINALES RESPECTO AL ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS
COSTOS PROMEDIO DE OPERACION DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA

A modo de conclusión de los análisis de sensibilidad de los costos operativos del Autotransporte Federal de Carga que se han desarrollado en este capítulo se presentarán a continuación los principales resultados obtenidos en los mismos los cuales pueden constituir una importante base cuantitativa para la toma futura de decisiones por parte de los directivos y administradores de las empresas del Autotransporte Federal de Carga

**SENSIBILIDAD DEL COSTO DE OPERACION GLOBAL DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL
DE CARGA A VARIACIONES EN LAS CONDICIONES ACTUALES DE SU FUNCIONAMIENTO
(\$ / TONELADA - KILOMETRO)**

VARIACIONES EN EL DISEÑO DE LA CARRETERA	CAMBIOS EN EL TIPO DE TERRENO	TERRENO MONTAÑOSO 147.62	TERRENO ONDULADO 104.24	RUOTA PROMEDIO NACIONAL 90.84	TERRENO LLANO 84.96
	CAMBIOS EN LA PAVIMENTACION Y VIALIDAD	TERRACERIA 1 CARRIL 150.42	REVESTIDO 1 CARRIL 101.61	PAVIMENTADO 1 CARRIL 90.84	PAVIMENTADO MAS DE 1 CARRIL 89.15
VARIACIONES EN EL DISEÑO DEL VEHICULO	CAMBIOS EN LA RELACION DE CARGA TRANSPORTADA A PESO MUERTO	RELACION ACTUAL 90.84	RELACION 5% MAS EFICIENTE 88.88	RELACION 10% MAS EFICIENTE 87.11	RELACION 15% MAS EFICIENTE 85.49
VARIACIONES EN LA OPERACION DEL VEHICULO	CAMBIOS EN LA VELOCIDAD DE TRAYECTO	40 KM/HR 98.26	50 KM/HR 93.80	VELOCIDAD ACTUAL 90.84	VELOCIDAD MAXIMA 89.99
VARIACIONES EN LA EDAD DEL VEHICULO	COMPARACION ENTRE VEHICULOS CARGADOS Y VACIOS	VEHICULO CARGADO \$ 1751.5 /KM	VEHICULO DESCARGADO \$ 1578.0 /KM		
	COMPARACION ENTRE VEHICULOS EN USO Y VEHICULOS NUEVOS	VEHICULO EN USO 90.84	VEHICULO NUEVO 72.32		

Estos resultados permiten identificar los siguientes factores importantes para una optimización de los costos operativos promedio del Autotransporte Federal de Carga:

- El factor más crítico en la operación del AFC es la elevada antigüedad de su parque vehicular. Por tanto una de las principales prioridades para que dicha flota logre niveles competitivos en el mercado debe ser la obtención de financiamientos que permitan instrumentar programas graduales pero sostenidos de sustitución de vehículos obsoletos
- Los viajes en vacío de vehículos de carga deben evitarse en la medida de lo posible ya que involucran costos muy elevados y desaprovechan el potencial productivo del vehículo. Esto podría lograrse en parte otorgando tarifas promocionales a los usuarios que garanticen carga tanto de ida como de regreso en un viaje determinado
- Es conveniente que en el diseño de vehículos de carga se incorporen los últimos adelantos en tecnología de materiales, en procesos de manufactura y en aprovechamiento de la energía de tal forma que puedan así fabricarse camiones de carga más ligeros y con mayores capacidades de carga los cuales generarán operaciones más rentables
- Una carretera llana y que ofrezca más de un carril de circulación genera operaciones más eficientes de los vehículos que la transitan. Por lo tanto debe tenderse a la construcción de carreteras que reúnan tales características en la medida en que la topografía y la tecnología existentes lo permitan

Con todo lo expuesto en este capítulo se puede apreciar la utilidad del modelo VOC-HDMI II para efectuar estudios de Ingeniería de Costos al autotransporte de carga mediante los cuales es posible definir las medidas y acciones necesarias para eficientar a esta industria en México

CAPITULO VIII

CAPITULO VIII - CONCLUSIONES

El propósito de este último capítulo es presentar las siguientes conclusiones principales que se derivan del trabajo desarrollado en esta tesis:

PRIMERA

La industria del transporte de carga posibilita y sustenta la actividad económica de las naciones al abastecer de insumos a sus diferentes industrias, al proveer de bienes de consumo a sus habitantes y al transportar mercancías para exportación e importación y por todo ello su papel es fundamental para que una nación se desarrolle social y económicamente de una manera firme y sostenida

SEGUNDA

La apertura comercial que se está presentando en la mayoría de las naciones ocasionará la existencia de mercados altamente competidos en los cuales podrán subsistir sólo aquellos productos y servicios que ofrezcan una adecuada calidad a un costo óptimo

Ante este hecho la relevancia del transporte de carga se acrecienta ya que un porcentaje importante del precio final de un producto está compuesto por el costo del transporte del mismo desde el lugar de su producción hasta el lugar de su venta y por lo tanto será imprescindible optimizar este costo de traslado de productos para que una nación pueda generar satisfactores a precios internacionalmente competitivos

TERCERA

La industria mexicana del transporte de carga se desarrolló dentro del marco de proteccionismo industrial que caracterizó a nuestra economía durante varios años. Ello provocó que no fuera imprescindible la eficientización continua de este servicio ya que el mercado nacional estaba cautivo

Actualmente la economía mexicana está liberalizándose lo que ocasionará la presencia gradual en nuestro país de empresas transportistas extranjeras principalmente de Estados Unidos y de

Canadá. Con el fin de que la industria transportista nacional enfrente exitosamente estas nuevas condiciones de mercado necesitará desarrollar esquemas y procesos que optimizen su operación y para ello se requerirá del encauzamiento racional de los recursos económicos disponibles y del esfuerzo coordinado de profesionistas de muy diversas ramas

CUARTA

La Ingeniería Industrial tiene como objetivo el logro de altos niveles de eficiencia y competitividad en la producción de bienes y servicios por lo que es una de las carreras profesionales con mayor injerencia en el cambio estructural que requiere el transporte mexicano de carga

Dicha profesión propone que las decisiones a tomar en las organizaciones productivas se analizen mediante un enfoque que posibilite la obtención de satisfactores de adecuada calidad a un costo mínimo. Este enfoque orientado hacia la calidad y la reducción en costos constituye la aportación más sobresaliente de la Ingeniería Industrial y en la medida en que la industria mexicana del transporte de carga lo lleve a la práctica dicha industria podrá afrontar exitosamente los retos que se le están presentando actualmente

QUINTA

La Ingeniería de Costos es uno de los medios más penetrantes de que disponen las empresas transportistas mexicanas para:

- Detectar los recursos que se estén utilizando en forma ineficiente con el fin de facilitar su mejor aprovechamiento y así reducir los costos finales del servicio
- Controlar los costos del traslado de mercancías logrando que su magnitud no exceda ciertos límites preestablecidos

todo lo cual será imprescindible para subsistir en el mercado mexicano del transporte de carga de los próximos años para el cual se prevén altos niveles de competencia

SEXTA

Los países en vías de desarrollo, a los cuales pertenece México, necesitan superar el rezago económico que los caracteriza para

lograr así que su posición internacional sea más competitiva. Para ello será necesario que en cada uno de los sectores productivos de estos países se identifiquen los proyectos de inversión que garanticen un mayor beneficio para la sociedad en su conjunto y así encauzar los recursos económicos disponibles hacia tales proyectos

En el caso del subsector del autotransporte tendrán que determinarse por tanto, los proyectos carreteros más rentables y ventajosos para la comunidad. Para colaborar en este objetivo el Banco Mundial patrocinó el proyecto "Highway Design and Maintenance Study" (HDMIII) el cual es un instrumento útil para que los países en vías de desarrollo evalúen distintas alternativas de inversión en carreteras. A este proyecto pertenece el modelo "Vehicle Speeds and Operating Costs" (VOC-HDMIII) el cual está diseñado para pronosticar los costos operativos de los vehículos que circulan por carretera

Con base en dicho modelo se desarrolló en esta tesis una aplicación de la Ingeniería de Costos al autotransporte mexicano de carga en el transcurso de la cual se pudieron apreciar las bondades del VOC-HDMIII por lo que se recomienda ampliamente su empleo como herramienta de apoyo en la determinación de los proyectos prioritarios para modernizar al autotransporte mexicano de carga

SEPTIMA

El autotransporte es la modalidad más empleada en la movilización de carga en México ya que en 1990 transportó 311 millones de toneladas de mercancía lo cual representó el 59% del movimiento nacional de carga de ese año manteniéndose prácticamente constante esta participación mayoritaria desde 1975. La operación eficiente de este modo de transporte es, por tanto, fundamental para modernizar el traslado de mercancías en nuestro país

OCTAVA

El modelo VOC-HDMIII se empleó en esta tesis para simular la operación interurbana de los principales vehículos del Autotransporte Federal de Carga (AFC) al transitar por una ruta representativa de la red carretera nacional. Al realizarse esto se obtuvieron los Costos Promedio de Operación por tonelada-kilómetro para cada vehículo del AFC los cuales son: \$108.96 para C-2, \$100.71 para C-3, \$106.94 para T-2, \$83.59 para T-3 y \$75.49 para T-3A

Ponderando estos costos con respecto a la participación de cada vehículo en el total de toneladas-kilómetro se calculó el Costo Promedio de Operación para el AFC en su conjunto el cual es de \$90.84 por ton-km. El conocimiento y análisis de este Costo Promedio de Operación Global del AFC es esencial puesto que refleja la operación de dicha flota permitiendo ubicar tanto sus fortalezas como sus debilidades

NOVENA

El análisis de sensibilidad de costos que se realizó en esta tesis para el caso del Costo Promedio de Operación Global del AFC fué un ejemplo ilustrativo de las bondades de dichos análisis ya que mediante el mismo pudo cuantificarse el impacto en costos que tendrían diversos escenarios para el Autotransporte Federal de Carga posibilitando así la identificación de los cursos de acción más recomendables para que dicha flota optimice sus costos futuros

DECIMA

En base al trabajo desarrollado a lo largo de esta tesis puede afirmarse que la Ingeniería Industrial es una profesión muy valiosa para lograr un desarrollo eficiente del transporte de carga en México ya que proporciona un enfoque que permite una adecuada y oportuna toma de decisiones de tal suerte que puedan alcanzarse en esta industria mexicana niveles de competitividad y excelencia elevados con los cuales se estará colaborando activamente en el desarrollo económico y social de México

ANEXOS

A N E X O A

INFORMACION ESTADISTICA DEL TRANSPORTE
DE CARGA EN MEXICO, 1970-1990

AÑO	TRANSPORTE NACIONAL					TRANSPORTE CARRETERO				
	TOTAL	INTERIOR	EXTERIOR			TOTAL	INTERIOR	EXTERIOR e/		
			TOTAL	IMPOR- TACION	EXPOR- TACION			TOTAL	IMPOR- TACION	EXPOR- TACION
1970	220,080	197,032	23,048	8,865	14,183	140,467	133,060	7,407	4,116	3,291
1971	231,207	207,671	23,536	8,949	14,587	147,513	140,875	6,638	3,804	2,833
1972	245,025	217,586	27,439	11,565	15,874	153,182	145,274	7,908	4,470	3,438
1973	259,578	228,589	30,979	16,974	14,005	159,956	152,295	7,661	5,618	2,043
1974	284,497	251,089	33,408	16,907	16,501	166,894	157,831	9,063	6,333	2,730
1975	302,437	269,772	32,665	15,782	16,883	174,088	167,532	6,556	5,201	1,354
1976	305,313	276,356	28,957	11,353	17,604	179,923	174,210	5,713	3,117	2,596
1977	320,191	284,812	35,379	12,934	22,445	188,713	184,138	4,575	3,396	1,180
1978	345,414	297,024	48,390	14,720	33,670	201,132	194,964	6,168	3,440	2,727
1979	387,530	326,580	60,950	17,930	43,020	224,387	216,506	7,881	5,382	2,499
1980	447,076	366,855	80,221	23,404	56,817	253,169	242,049	11,120	7,759	3,361
1981	480,317	397,187	83,130	23,450	59,680	276,292	266,524	9,768	6,698	3,070
1982	494,403	381,522	112,881	16,248	96,633	277,353	267,629	9,724	3,210	6,514
1983	498,021	384,734	113,287	16,948	96,339	278,082	269,921	8,161	4,484	3,677
1984	508,841	392,911	115,930	17,140	98,790	282,183	275,163	7,020	4,727	2,293
1985	509,526	400,726	108,800	15,120	93,680	293,409	286,233	7,176	3,463	3,713
1986	490,210	386,350	103,860	14,890	88,970	290,559	283,956	6,603	4,437	2,166
1987	508,018	396,857	111,161	17,887	93,274	296,088	288,760	7,328	5,131	2,197
1988	516,712	401,869	114,843	19,646	95,197	298,870	292,210	6,660	4,893	1,767
1989 p/	524,539	403,954	120,585	20,628	99,957	309,803	296,093	13,710	2,720	10,991
1990 e/	530,037	397,394	132,643	22,690	109,953	311,000	290,758	20,242	3,484	16,758

Fuente: Anexo Estadístico del Segundo Informe de Gobierno, 1990, Carlos Salinas de Gortari

p/ Cifras Preliminares

e/ Cifras Estimadas

MOVIMIENTO NACIONAL TOTAL DE CARGA
(Miles de Toneladas)

AÑO	TRANSPORTE FERROVIARIO					TRANSPORTE MARITIMO				
	TOTAL	INTERIOR	EXTERIOR e/			TOTAL	INTERIOR	EXTERIOR		
			TOTAL	IMPOR- TACION	EXPOR- TACION			TOTAL	IMPOR- TACION	EXPOR- TACION
1970	46,784	44,317	2,467	1,371	1,096	32,772	19,601	13,171	3,376	9,795
1971	47,867	45,732	2,155	1,235	920	35,748	21,007	14,741	3,908	10,833
1972	49,946	47,368	2,578	1,458	1,121	41,827	24,878	16,949	5,635	11,314
1973	52,808	50,279	2,529	1,855	675	46,733	25,948	20,785	9,499	11,286
1974	61,246	57,920	3,326	2,324	1,002	56,264	35,250	21,014	8,247	12,767
1975	62,580	60,223	2,357	1,870	487	65,671	41,922	23,749	8,708	15,041
1976	62,114	60,142	1,972	1,076	896	63,164	41,896	21,268	7,158	14,110
1977	67,930	66,283	1,647	1,222	425	63,438	34,284	29,154	8,314	20,840
1978	68,648	66,543	2,105	1,174	931	75,503	35,390	40,113	10,103	30,010
1979	66,960	64,608	2,352	1,606	746	96,035	45,323	50,712	10,939	39,773
1980	69,167	66,129	3,038	2,120	918	124,575	58,519	66,056	13,520	52,536
1981	72,813	70,239	2,574	1,765	809	131,038	60,257	70,781	14,982	55,799
1982	66,472	64,142	2,330	769	1,561	150,443	49,621	100,822	12,267	88,555
1983	71,904	69,794	2,110	1,160	951	147,913	44,901	103,012	11,302	91,710
1984	73,428	71,601	1,827	1,230	597	153,081	46,001	107,080	11,181	95,899
1985	63,721	62,162	1,559	752	806	152,229	52,168	100,061	10,903	89,158
1986	57,183	55,884	1,299	873	426	142,313	46,359	95,954	9,577	86,377
1987	58,124	56,685	1,439	1,007	431	153,644	51,254	102,390	11,746	90,644
1988	57,354	56,076	1,278	939	339	160,342	53,440	106,902	13,812	93,090
1989 p/	53,890	51,505	2,385	473	1,912	160,686	56,203	104,483	17,434	87,049
1990 e/	54,285	50,752	3,533	608	2,925	164,577	55,721	108,856	18,596	90,260

Fuente: Anexo Estadístico del Segundo Informe de Gobierno, 1990, Carlos Salinas de Gortari

p/ Cifras Preliminares

e/ Cifras Estimadas

MOVIMIENTO NACIONAL TOTAL DE CARGA (CONTINUACION)
(Miles de Toneladas)

AÑO	TRANSPORTE AEREO				
	TOTAL	INTERIOR e/	EXTERIOR e/		
			TOTAL	IMPOR- TACION	EXPOR- TACION
1970	57	54	3	2	1
1971	59	56	3	2	1
1972	70	66	4	2	2
1973	81	77	4	3	1
1974	93	88	5	4	2
1975	98	94	4	3	1
1976	112	108	4	2	2
1977	110	107	3	2	1
1978	131	127	4	2	2
1979	148	143	5	4	2
1980	165	158	7	5	2
1981	174	168	6	4	2
1982	135	130	5	2	3
1983	122	118	4	2	2
1984	149	145	4	2	1
1985	167	163	4	2	2
1986	155	151	4	2	1
1987	162	158	4	3	1
1988	146	143	3	2	1
1989 p/	160	153	7	1	6
1990 e/	175	164	11	2	9

Fuente: Anexo Estadístico del Segundo Informe de Gobierno, 1990, CSG
 p/ Cifras Preliminares
 e/ Cifras Estimadas

MOVIMIENTO NACIONAL TOTAL DE CARGA (CONTINUACION)
 (Miles de Toneladas)

A N E X O B

RELACIONES FUNCIONALES ENTRE LOS DATOS DE ENTRADA
Y LOS RESULTADOS DEL MODELO VOC-HDMI

RELACIONES FUNCIONALES ENTRE LOS DATOS DE ENTRADA
Y LOS RESULTADOS DEL MODELO VOC-HDMI

Como resultado de las investigaciones desarrolladas en el proyecto VOC-HDMI en las regiones elegidas (Kenia, el Caribe, Brasil y la India), se modelaron matemáticamente las relaciones encontradas entre los datos de entrada y los consumos observados

Este anexo tiene como finalidad la presentación de las principales ecuaciones utilizadas por el VOC-HDMI en la obtención de resultados pero no así su análisis detallado el cual no está contemplado dentro de los alcances de esta tesis

De ser necesaria información más detallada se recomienda acudir a la documentación publicada por el Banco Mundial la cual se menciona en la bibliografía de esta tesis

I) VELOCIDAD ESPERADA

El pronóstico de la velocidad involucra cálculos con un alto grado de detalle los cuales se presentarán en esta sección en forma condensada. En términos generales puede decirse que la velocidad esperada depende de:

- Características del Trayecto (pendiente, sinuosidad, peralte y rugosidad entre otros)
- Características del Vehículo (potencia de movimiento y de frenado, peso muerto y carga transportada entre otros)
- Velocidad deseada por el usuario

La ecuación utilizada es:

$$ASPEED = \frac{3.6}{\frac{LP}{VSSu} + \frac{1-LP}{VSSd}}$$

donde : VSSu = Velocidad Media alcanzada cuesta arriba (m/s)
 VSSd = Velocidad Media alcanzada cuesta abajo (m/s)
 ASPEED = Velocidad Promedio en el trayecto (km/hr)

LP = Porcentaje del trayecto que es ascendente

y:

$$VSSu = E^{\circ} \left[\left(\frac{1}{VDRIVEu} \right)^{\frac{1}{\beta}} + \left(\frac{1}{VCURVE} \right)^{\frac{1}{\beta}} + \left(\frac{1}{VROUGH} \right)^{\frac{1}{\beta}} + \left(\frac{1}{VDESIR} \right)^{\frac{1}{\beta}} \right]$$

$$VSSd = E^{\circ} \left[\left(\frac{1}{VDRIVED} \right)^{\frac{1}{\beta}} + \left(\frac{1}{VCURVE} \right)^{\frac{1}{\beta}} + \left(\frac{1}{VROUGH} \right)^{\frac{1}{\beta}} + \left(\frac{1}{VDESIR} \right)^{\frac{1}{\beta}} + \left(\frac{1}{VBRAKE} \right)^{\frac{1}{\beta}} \right]$$

- donde : E° = Constante específica para cada tipo de vehículo
 β = Constante específica para cada tipo de vehículo
 VDRIVEu = Velocidad en ascenso debida a la máxima potencia en movimiento (m/s)
 VDRIVED = Velocidad en descenso debida a la máxima potencia en movimiento (m/s)
 VCURVE = Velocidad limitada por la sinusoidad y el peralte de las curvas del trayecto (m/s)
 VROUGH = Velocidad limitada por el nivel de rugosidad del camino (m/s)
 VDESIR = Velocidad deseada por el usuario en el recorrido (m/s)
 VBRAKE = Velocidad en descenso limitada por la potencia de frenado (m/s)

y cada una de estas últimas seis variables involucra una amplia gama de cálculos muy detallados los cuales no serán presentados en esta tesis

II) CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Depende de la eficiencia energética del combustible y del motor tanto en el tramo cuesta abajo como en el cuesta arriba y de las velocidades respectivas alcanzadas

La ecuación es:

$$AFUEL = a_2 \left[a_1 \left(UFCu \frac{LP}{VSSu} + UFCd \frac{1-LP}{VSSd} \right) \right]$$

- donde: AFUEL = Consumo estimado de combustible (lt/1000 km)
 a_2 = Factor de calibración a condiciones locales
 a_1 = Factor de Eficiencia de Energía

UFCu = Consumo Unitario de Combustible en el trayecto
 cuesta arriba (ml/s)
 UFCd = Consumo Unitario de combustible en el trayecto
 cuesta abajo (ml/s)
 VSSu = Velocidad Media alcanzada cuesta arriba (m/s)
 VSSd = Velocidad Media alcanzada cuesta abajo (m/s)
 LP = Proporción del trayecto cuesta arriba

UFCu y UFCd dependen de la velocidad calibrada del motor (RPM) y de las potencias máximas en movimiento (HP métricos) y en frenado (HP métricos) del mismo

VSSu y VSSd dependen de la potencia del motor, potencia de frenado, rugosidad del camino, curvatura promedio del mismo y de la velocidad deseada

y finalmente:

Costo de Combustible = AFUEL x Costo del litro
 por cada 1000 km de combustible

III) CONSUMO DE LUBRICANTES

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$AOIL = COO + Bo$$

donde: AOIL = Estimación del Consumo de Lubricantes (lt/1000 km)

COO = Factor de Ajuste a condiciones locales

Bo = Constante de consumo de Lubricantes

para concluir en:

Costo de Lubricantes = AOIL x Costo del litro
 por cada 1000 km de lubricantes

IV) CONSUMO DE LLANTAS

VOC-HDMIII permite predecir el consumo de llantas como una función de las características del vehículo y del trayecto

La ecuación utilizada para vehículos de carga es:

$$EQNTV = NT \left[\frac{(1 + RREC \times NR)(0.164 + 0.01278(CFT^2 / NFT))}{(1 + NR)VOL} + 0.0075 \right]$$

- donde: EQNTV = Consumo estimado de llantas (fracción equivalente de llantas nuevas consumidas/1000 km)
- NT = Número de llantas por vehículo
- RREC = Razón del costo de recubierta al costo de llanta nueva
- NR = Promedio de Recubiertas por llanta
- CFT = Fuerza Circunferencial en llanta (Newtons)
- NFT = Fuerza Normal en llanta (Newtons)
- VOL = Volumen estimado de caucho por llanta (dm³)

Para presentar el desarrollo que dió lugar a dicha ecuación es necesario definir algunas abreviaturas adicionales:

- CTV = Costo del consumo de llantas por 1000 km recorridos
- CN = Costo de llanta nueva
- CRT = Costo de recubrir una llanta
- DISTOT = Distancia Total de viaje considerando recubiertas (000 km)
- TWN = Razón de uso de llanta nueva por cada 1000 km
- TWR = Razón de uso de llanta recubierta por cada 1000 km
- TWT = Volumen estimado de caucho consumido (dm³/1000 llanta-km)
- EQNT = Consumo estimado de llanta (fracción equivalente de llanta nueva consumida / 1000 llanta-km)
- NRo = Número Máximo de Recubiertas por carcaza
- C = Curvatura Horizontal del camino
- TWT' = "Actual" volumen de caucho consumido por 1000 llanta-km
- NPL = Número Promedio de llantas (nuevas y recubiertas) consumido por 1000 veh-km

La adecuación a la realidad local se efectúa por medio de dos términos calibrables:

- TWTo = Término Constante de Consumo de Llantas
- CTc = Coeficiente de Utilización de Llantas

Para observar en qué forma se integran a la ecuación base se harán los siguientes cálculos:

$$NPL = \frac{\text{No.Total de Nuevas Llantas} + \text{No.Total de Llantas Recubiertas}}{\text{Número Total de kilómetros}}$$

$$TWT' = \frac{NPL}{NT} \times VOL$$

teniéndose que:

$$TWT'o = 0.164 \frac{TWT'}{TWT} \quad y \quad CT'c = 0.1278 \frac{TWT'}{TWT}$$

$$\text{donde: } TWT = 0.164 + 0.01278 \frac{CFT^2}{NFT}$$

0.164 = Valor de default para término constante (TWTo)
 0.1278 = Valor de default para coeficiente de Utilización (CTco)

La ecuación base se obtuvo mediante el siguiente procedimiento:

NR debe definirse para cada tipo de vehiculo o puede calcularse, si así se desea, por medio de la siguiente expresión:

$$NR = NRo \exp(-0.00248 \text{ QI} - 0.00118 \text{ C}) - 1.0$$

El costo de llantas X 1000 veh-km se obtiene:

$$CTV = \frac{NT (CN + CRT \times NR)}{\text{DISTOT}}$$

$$\text{donde: } \text{DISTOT} = \frac{1}{TWN} + \frac{NR}{TWR}$$

se asume que TWN y TWR son iguales:

$$TWN = TWR = \frac{TWT}{VOL}$$

Para expresar a CTV en términos de equivalencia de nuevas llantas:

$$CTV = CN \times EQNTV$$

$$\text{donde: } EQNTV = NT \times EQNT$$

$$y \text{ a su vez: } EQNT = \frac{1 + RREC \times NR}{\text{DISTOT}}$$

realizando sustituciones:

$$EQNT = \frac{1 + RREC \times NR}{1 + NR} \times \frac{TWT}{VOL}$$

y sustituyendo la ecuación de TWT se encuentra la forma definitiva de la ecuación base, a saber:

$$EQNTV = NT \left[\frac{(1 + RREC \times NR)(0.164 + 0.01278(CFT^2 / NFT))}{(1 + NR)VOL} + 0.0075 \right]$$

En donde 0.0075 es un valor de corrección por predicción sesgada, al ser la ecuación una transformación no lineal de la estimación lineal original. Se toma dicho valor por ser la diferencia de los promedios de los valores observados y estimados de EQNT

Finalmente se llega a:

$$\text{Costo de Llantas} = EQNTV \times \text{Costo de llanta nueva por cada 1000 km}$$

V) CONSUMO DE TIEMPO DE TRIPULACION

Es una función inversamente proporcional a la velocidad promedio alcanzada en el trayecto, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$CRH = \frac{1000}{ASPEED} \quad \text{dado que:} \quad ASPEED = \frac{3.6}{\frac{LP}{VSSu} + \frac{1-LP}{VSSd}}$$

donde: CRH = Tiempo de Tripulación requerido (hr/1000 km)
 ASPEED = Velocidad Promedio en el trayecto (km/hr)
 LP = Porcentaje del trayecto que es ascendente
 VSSu y VSSd = Velocidad Promedio cuesta arriba y cuesta abajo respectivamente (m/s)

y finalmente:

$$\text{Costo de Tripulación} = CRH \times \text{Costo de hora de tripulación por cada 1000 km}$$

VI) CONSUMO DE TIEMPO EN TRASLADO DE CARGA

Es una función inversamente proporcional a la velocidad promedio alcanzada en el trayecto:

$$CC = \frac{1000}{ASPEED}$$

donde: CC = Tiempo en traslado de carga (hr/1000 km)
ASPEED = Velocidad Promedio en el trayecto

El costo involucrado se calcula como:

$$\text{Costo de Traslado de Carga por cada 1000 km} = CC \times \text{Costo de Traslado de la Carga por hora (\$/hr)}$$

donde el Costo de Traslado de la Carga por hora es un insumo del modelo a calcularse de la siguiente forma:

$$\text{Costo de Traslado de la Carga por hora (\$/hr)} = \frac{MVC \times AINV}{8760}$$

donde: MVC = Valor Monetario de la Carga (\$)
AINV = Tasa de Interés Anual (%)
8760 = Número de horas en un año

Como puede observarse, el costo de traslado de la carga por hora se refiere a los intereses bancarios que se percibirían cada hora si se vendiese la carga por transportar y su valor monetario se depositara en un banco. Es un buen indicador de la rentabilidad involucrada en el traslado de esa carga

VII) CONSUMO DE REFACCIONES PARA MANTENIMIENTO

Se le considera dependiente de la rugosidad del camino y de la edad promedio (kilometraje acumulado) del vehículo

Se obtiene para vehículos de carga mediante el siguiente modelo matemático:

$$APART = (CPO + \frac{CPq}{CPO} \cdot QI)CKM$$

donde:

- APART = Costo de refacciones por cada 1000 kilómetros recorridos (% del precio del vehículo nuevo)
CPo = Constante ajustable a condiciones locales
CPq = Constante que relaciona al consumo de refacciones con la rugosidad QI del camino
CKM = Kilometraje acumulado del vehículo
Kp = Constante que relaciona el consumo de refacciones con la utilización acumulada del vehículo
QI = Rugosidad promedio del trayecto expresada en QI (la conversión de unidades IRI a QI es $QI = 13IRI$)

llegándose a:

$$\text{Costo de Refacciones por cada 1000 km} = \text{APART} \times \text{Costo de vehículo nuevo}$$

VIII) CONSUMO DE MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO

Depende del consumo de refacciones para mantenimiento y la ecuación empleada es:

$$\text{ALABOR} = \text{CLO} \times \text{APART} \times \text{CLp}$$

donde: ALABOR = Tiempo estimado de mano de obra de mantenimiento (hr/1000 km)

CLO = Factor de Ajuste a condiciones locales

APART = Consumo de refacciones para mantenimiento por cada 1000 km, expresado como fracción del precio del vehículo nuevo

CLp = Constante de costo de mano de obra a refacciones

y finalmente:

$$\text{Costo de Mano de Obra de Mantenimiento por cada 1000 km} = \text{ALABOR} \times \text{Costo de hora de mano de obra de mantenimiento}$$

IX) DEPRECIACION

Es función inversa de la vida útil del vehículo expresada en kilómetros como se observa a continuación:

$$\text{DEP} = \frac{1000}{\text{LIFE} \times \text{AKM}}$$

donde: DEP = Depreciación por cada 1000 km (% del precio del vehículo nuevo)

LIFE = Vida Util del vehículo (años)

AKM = Kilometraje Anual por vehículo (km/año)

para concluir en:

$$\text{Depreciación por cada 1000 km} = \text{DEP} \times \text{Costo de vehículo nuevo}$$

X) INTERES

Depende de la tasa de interés anual y de la Utilización Anual (km) como se observa a continuación:

$$\text{INT} = \frac{1000 \text{ AINV}}{200 \text{ AKM}}$$

donde: INT = Interés por cada 1000 km recorridos (% de vehículo nuevo)

AINV = Tasa de Interés Anual (%)

AKM = Utilización promedio anual (km)

para concluir en:

$$\text{Costo de Interés por cada 1000 km} = \text{INT} \times \text{Costo de Vehículo Nuevo}$$

Como puede observarse, este costo es una buena aproximación de los intereses bancarios que se percibirían si se vendiese el vehículo considerado y su valor monetario se depositase en un banco. Es un buen indicador de la rentabilidad involucrada en el uso del vehículo para transportar carga

A N E X O C

INFORMACION ESTADISTICA DEL
AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA

UNIDADES MOTRICES		UNIDADES DE ARRASTRE	
DESCRIPCION	No. UNIDADES	DESCRIPCION	No. UNIDADES
CAMION 2 EJES (C-2)	59,137	SEMIRREMOLQUE 1 EJE (S-1)	623
CAMION 3 EJES (C-3)	25,396	SEMIRREMOLQUE 2 EJES (S-2)	28,027
TRACTOR DE 2 EJES (T-2)	2,798	SEMIRREMOLQUE 3 EJES (S-3)	8,570
TRACTOR DE 3 EJES (T-3)	28,566	REMOLQUE 2 EJES (R-2)	296
	115,897		37,506

CUADRO C-1: COMPOSICION DE LA FLOTA VEHICULAR DEL AFC, 1988

VEHICULO MOTRIZ	UNIDADES	TONELADAS TRANSPORTADAS		TON-KM TRANSPORTADAS		KMS. ANUALES	
		X FLOTA (000)	X VEHICULO	X FLOTA (000)	X VEHICULO	X VEHICULO	X VEHICULO
CAMION DE 2 EJES (C-2)	59,137	123,596	2,090	22,247,340	376,200		47,620
CAMION DE 3 EJES (C-3)	25,396	61,522	2,423	13,842,409	545,063		46,388
TRACTOR DE 2 EJES (T-2)	2,798	7,102	2,538	2,840,529	1,015,200		59,718
TRACTOR DE 3 EJES (T-3)	28,566	106,650	3,733	63,990,697	2,240,100		86,994
TOTALES	115,897	298,870	—	102,920,975	—		—

CUADRO C-2: ESTADISTICAS OPERATIVAS DE UNIDADES MOTRICES DEL AFC, 1988

VEHICULO	TON-KM (000)	% DEL TOTAL
C-2	22,247,340	21.62
C-3	13,842,409	13.45
T-2	2,840,529	2.76
T-3	49,004,076	47.61
T-3A	14,986,621	14.56
	102,920,975	100.00

CUADRO C-3: PARTICIPACION RELATIVA DE LOS VEHICULOS DEL AFC EN EL TOTAL DE TON-KM MOVILIZADAS

Fuente de cuadros C-1, C-2 y C-3: ESTADISTICAS BASICAS DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL, 1988
publicadas por la Direccion General de Autotransporte Federal de la S.C.T.

MODELO	EDAD (Años)	VEHICULOS MOTRICES				TOTAL
		C-2	C-3	T-2	T-3	
00-1959	30	731	174	359	305	1,569
1960	28	458	88	92	135	773
1961	27	560	109	50	83	802
1962	26	552	117	81	117	867
1963	25	720	234	90	115	1,159
1964	24	882	272	68	210	1,432
1965	23	1,173	255	74	302	1,804
1966	22	1,116	278	40	463	1,897
1967	21	1,802	441	46	171	2,460
1968	20	2,132	573	54	356	3,115
1969	19	2,660	716	102	337	3,815
1970	18	2,884	874	95	405	4,258
1971	17	2,882	813	51	539	4,285
1972	16	3,014	792	124	714	4,644
1973	15	3,191	1,029	99	901	5,220
1974	14	4,450	1,333	167	1,421	7,371
1975	13	5,187	1,556	228	1,617	8,588
1976	12	4,664	1,597	148	2,029	8,438
1977	11	2,154	1,402	116	902	4,574
1978	10	2,776	1,512	80	1,414	5,782
1979	9	3,123	1,998	82	2,484	7,687
1980	8	4,656	3,394	199	4,073	12,322
1981	7	3,722	2,815	243	4,776	11,556
1982	6	1,781	1,318	73	1,464	4,636
1983	5	410	492	35	434	1,371
1984	4	301	330	—	616	1,247
1985	3	537	346	—	865	1,748
1986	2	267	239	—	641	1,147
1987	1	197	177	—	410	784
1988	0	155	122	2	267	546
TOTAL		59,137	25,396	2,798	28,566	115,897
EDAD PROMEDIO (AÑOS)		14.00	11.69	16.83	10.40	12.67

Fuente: Estadísticas Básicas del Autotransporte Federal, 1988

CUADRO C-4: ANTIGUEDAD DE LAS UNIDADES MOTRICES DEL AFC, 1988

A N E X O D

ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS PROMEDIO
DE OPERACION DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA
REALIZADOS POR MEDIO DEL MODELO VOC-HDMIII

C U A D R O A - 1

C O N C E P T O	C - 2			C - 3		
	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
CONSUMOS CADA 1000 KMS						
Combustible (lts)	406.92	486.87	726.50	490.77	617.55	924.48
Lubricantes (lts)	3.20	3.36	3.68	3.20	3.36	3.68
Llantas (fraccion)	0.13	0.19	0.42	0.15	0.22	0.42
Tripulacion (hrs)	13.62	18.90	30.98	13.35	18.98	31.38
Mano Obra Mitto. (hrs)	7.68	8.45	9.60	11.34	12.47	14.17
Refacciones (% veh. nvo.)	0.14	0.16	0.19	0.20	0.22	0.25
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	73.41	52.91	32.28	74.93	52.68	31.86
COSTOS CADA 1000 KMS (Pesos)						
Combustible	210,390	251,711	375,602	253,730	319,271	477,957
Lubricantes	17,582	18,462	20,222	17,582	18,462	20,222
Llantas	104,270	155,791	334,749	133,948	189,349	369,487
Tripulacion	163,454	226,813	371,720	160,146	227,802	376,616
Mantenimiento	309,492	341,175	404,943	549,249	597,088	678,807
Mano Obra	92,213	101,363	115,238	136,130	149,672	170,073
Refacciones	217,279	239,812	289,705	413,119	447,416	508,734
Depreciacion	0	0	0	0	0	0
TOTAL	805,178	993,952	1,507,236	1,114,655	1,351,972	1,923,069
COSTO POR TONELADA (Pesos)	101,921	125,817	190,789	94,864	115,061	163,667
COSTO POR TON-KM (Pesos)	101.92	125.82	190.79	94.86	115.06	163.67
RENDIMIENTOS						
Combustible (km/lt)	2.46	2.05	1.38	2.04	1.62	1.08
Lubricantes (km/lt)	312.50	297.62	271.74	312.50	297.62	271.74
Llantas (km/llanta)	46,154	31,579	14,286	66,667	45,455	23,810

* Se ha excluido el pago de peajes

SENSIBILIDAD AL TIPO DE TERRENO DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA *

C U A D R O A - 1 (C O N T I N U A C I O N)

C O N C E P T O	T - 2			T - 3		
	LLANO	ONDULADO	MONTANOSO	LLANO	ONDULADO	MONTANOSO
CONSUMOS CADA 1000 KMS						
Combustible (lts)	570.21	730.07	1,136.28	627.67	882.93	1,380.97
Lubricantes (lts)	5.18	5.44	5.96	5.18	5.44	5.96
Llantas (fraccion)	0.16	0.23	0.45	0.20	0.30	0.60
Tripulacion (hrs)	12.88	19.35	31.78	12.98	20.14	33.07
Mano Obra Mitto. (hrs)	30.38	33.41	37.97	29.77	32.74	37.21
Refacciones (% veh. nvo.)	0.29	0.33	0.37	0.29	0.31	0.35
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	77.62	51.69	31.46	77.02	49.64	30.24
COSTOS CADA 1000 KMS (Pesos)						
Combustible	294,801	377,446	587,458	324,507	456,473	713,959
Lubricantes	28,472	29,902	32,762	28,472	29,902	32,762
Llantas	146,023	211,939	419,603	184,703	277,225	558,502
Tripulacion	177,136	266,023	437,000	178,536	276,978	454,716
Mantenimiento	1,060,146	1,169,883	1,334,456	1,296,683	1,417,601	1,599,122
Mano Obra	364,519	400,887	455,682	357,207	392,852	446,463
Refacciones	695,627	768,996	878,774	939,476	1,024,749	1,152,659
Depreciacion	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1,706,578	2,055,193	2,811,279	2,012,901	2,458,179	3,359,061
COSTO POR TONELADA (Pesos)	100,387	120,894	165,369	78,171	95,463	130,449
COSTO POR TON-KM (Pesos)	100.39	120.89	165.37	78.17	95.46	130.45
RENDIMIENTOS						
Combustible (km/lit)	1.75	1.37	0.88	1.59	1.13	0.72
Lubricantes (km/lit)	193.05	183.82	167.79	193.05	183.82	167.79
Llantas (km/llanta)	87,500	60,870	31,111	90,000	60,000	30,000

* Se ha excluido el pago de peajes

SENSIBILIDAD AL TIPO DE TERRENO DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA *

CUADRO A - 1 (C O N T I N U A C I O N)

CONCEPTO	T - 3A			VEHICULO PROMEDIO		
	LLANO	ONDULADO	MONTANOSO	LLANO	ONDULADO	MONTANOSO
CONSUMOS CADA 1000 KMS						
Combustible (lts)	717.22	1,026.25	1,609.89	572.98	778.26	1,204.65
Lubricantes (lts)	5.18	5.44	5.96	4.49	4.71	5.16
Llantas (fraccion)	0.24	0.36	0.73	0.18	0.27	0.55
Tripulacion (hrs)	13.33	21.04	34.43	13.22	19.83	32.55
Mano Obra Mitto. (hrs)	29.76	32.74	37.20	22.53	24.78	28.16
Refacciones (% veh. nvo.)	0.28	0.31	0.35	0.24	0.27	0.30
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	75.03	47.53	29.04	75.69	50.51	30.76
COSTOS CADA 1000 KMS (Pesos)						
Combustible	370,805	530,571	832,313	296,234	402,357	622,805
Lubricantes	28,472	29,902	32,762	24,653	25,890	28,364
Llantas	224,023	337,093	676,760	165,144	246,067	498,380
Tripulacion	183,272	289,299	473,427	173,453	261,010	428,503
Mantenimiento	1,300,350	1,458,340	1,644,824	976,728	1,073,613	1,216,508
Mano Obra	357,156	392,852	446,341	270,375	297,346	337,914
Refacciones	943,194	1,065,488	1,198,483	706,353	776,267	878,593
Depreciacion	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2,106,922	2,645,205	3,662,086	1,636,212	2,008,937	2,794,560
COSTO POR TONELADA (Pesos)	69,893	87,749	121,482	84,959	104,240	147,621
COSTO POR TON-KM (Pesos)	69.89	87.75	121.48	84.96	104.24	147.62
RENDIMIENTOS						
Combustible (km/lt)	1.39	0.97	0.62	1.82	1.38	0.90
Lubricantes (km/lt)	193.05	183.82	167.79	234.94	223.73	204.24
Llantas (km/llanta)	91,667	61,111	30,137	77,556	52,085	25,821

* Se ha excluido el pago de peajes

SENSIBILIDAD AL TIPO DE TERRENO DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AUTOTRANSPORTE FEDERAL DE CARGA *

C U A D R O A - 2

CONCEPTO	C - 2				C - 3			
	TERRA-CERIA	REVES-TIDO	PAV. ** 1 CARRIL	PAV. + 1 CARRIL	TERRA-CERIA	REVES-TIDO	PAV. ** 1 CARRIL	PAV. + 1 CARRIL
CONSUMOS CADA 1 000 KMS								
Combustible (lts)	445.02	422.99	415.70	414.81	491.26	474.62	500.51	527.11
Lubricantes (lts)	4.17	3.39	3.27	3.27	4.17	3.39	3.27	3.27
Llantas (fraccion)	0.15	0.14	0.15	0.16	0.18	0.17	0.17	0.17
Tripulacion (hrs)	21.87	20.09	15.70	13.03	21.74	19.94	15.69	13.03
Mano Obra Mtto. (hrs)	15.81	9.39	7.99	7.99	18.90	12.97	11.82	11.82
Refacciones (% veh. nvo.)	0.55	0.20	0.15	0.15	0.51	0.25	0.21	0.21
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	45.72	49.77	63.71	76.75	45.99	50.15	63.73	76.75
COSTOS CADA 1 000 KMS (\$)								
Combustible	230,076	218,687	214,915	214,456	253,983	245,378	258,764	272,518
Lubricantes	22,945	18,630	17,967	17,967	22,945	18,630	17,967	17,967
Llantas	121,512	113,190	116,710	120,723	155,437	146,478	148,268	150,878
Tripulacion	262,463	241,090	188,360	156,328	260,931	239,290	188,296	156,312
Mantenimiento	1,034,025	421,901	322,869	322,869	1,284,896	667,802	569,999	569,999
Mano Obra	189,718	112,649	95,933	95,933	226,787	155,624	141,810	141,810
Refacciones	844,307	309,252	226,936	226,936	1,058,109	512,178	428,189	428,189
Depreciacion	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1,671,021	1,013,498	860,821	832,343	1,978,192	1,317,578	1,183,294	1,167,674
COSTO POR TONELADA (\$)	211,522	128,291	108,965	105,360	168,357	112,134	100,706	99,377
COSTO POR TON-KM (Pesos)	211.52	128.29	108.96	105.36	168.36	112.13	100.71	99.38
RENDIMIENTOS								
Combustible (km/lt)	2.25	2.36	2.41	2.41	2.04	2.11	2.00	1.90
Lubricantes (km/lt)	239.81	294.99	305.81	305.81	239.81	294.99	305.81	305.81
Llantas (km/llanta)	40,000	42,857	40,000	37,500	55,556	58,824	58,824	58,824

* Se ha excluido el pago de peajes ** PAV= Pavimentado

SENSIBILIDAD A LA PAVIMENTACION Y VIALIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC *

CUADRO A - 2 (CONTINUACION)

CONCEPTO	T - 2				T - 3			
	TERRA-CERIA	REVES-TIDO	PAV. ** 1 CARRIL	PAV. + 1 CARRIL	TERRA-CERIA	REVES-TIDO	PAV. ** 1 CARRIL	PAV. + 1 CARRIL
CONSUMOS CADA 1000 KMS								
Combustible (lts)	646.13	602.35	587.29	584.96	705.26	665.67	664.62	669.12
Lubricantes (lts)	6.20	5.42	5.30	5.30	6.20	5.42	5.30	5.30
Llantas (fraccion)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.24	0.23	0.23	0.23
Tripulacion (hrs)	23.63	20.80	15.62	13.16	23.75	20.94	16.15	13.81
Mano Obra Mitto. (hrs)	43.94	33.54	31.66	31.66	43.04	32.85	31.01	31.01
Refacciones (% veh. nvo.)	0.58	0.34	0.31	0.31	0.56	0.33	0.30	0.30
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	42.32	48.09	64.03	75.99	42.11	47.76	61.93	72.41
COSTOS CADA 1000 KMS (\$)								
Combustible	334,048	311,417	303,629	302,425	364,619	344,153	343,608	345,934
Lubricantes	34,110	29,795	29,132	29,132	34,110	29,795	29,132	29,132
Llantas	170,979	162,740	163,408	164,596	221,588	210,405	210,003	210,726
Tripulacion	324,878	285,946	214,758	180,881	326,549	287,906	222,016	189,850
Mantenimiento	1,894,409	1,214,847	1,106,973	1,106,973	2,350,735	1,484,183	1,347,610	1,347,610
Mano Obra	527,237	402,429	379,902	379,902	516,428	394,179	372,114	372,114
Refacciones	1,367,172	812,418	727,071	727,071	1,834,307	1,090,004	975,496	975,496
Depreciacion	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2,758,424	2,004,745	1,817,900	1,784,007	3,297,601	2,356,442	2,152,369	2,123,252
COSTO POR TONELADA (\$)	162,260	117,926	106,935	104,942	128,062	91,512	83,587	82,456
COSTO POR TON-KM (Pesos)	162.26	117.93	106.94	104.94	128.06	91.51	83.59	82.46
RENDIMIENTOS								
Combustible (km/lt)	1.55	1.66	1.70	1.71	1.42	1.50	1.50	1.49
Lubricantes (km/lt)	161.29	184.50	188.68	188.68	161.29	184.50	188.68	188.68
Llantas (km/llanta)	77,778	77,778	77,778	77,778	75,000	78,261	78,261	78,261

* Se ha excluido el pago de peajes ** PAV= Pavimentado

SENSIBILIDAD A LA PAVIMENTACION Y VIALIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC *

CUADRO A - 2 (CONTINUACION)

CONCEPTO	T - 3A				VEHICULO PROMEDIO			
	TERRA-CERIA	REVES-TIDO	PAV ** 1 CARRIL	PAV + 1 CARRIL	TERRA-CERIA	REVES-TIDO	PAV ** 1 CARRIL	PAV + 1 CARRIL
CONSUMOS CADA 1000 KMS								
Combustible (lts)	812.01	767.75	765.19	768.62	634.12	600.62	601.24	607.20
Lubricantes (lts)	6.20	5.42	5.30	5.30	5.49	4.71	4.59	4.59
Llantas (fraccion)	0.29	0.28	0.28	0.29	0.22	0.21	0.21	0.21
Tripulacion (hrs)	23.97	21.21	16.77	14.56	23.10	20.66	16.07	13.63
Mano Obra Mto. (hrs)	43.06	32.87	31.03	31.03	33.93	25.13	23.47	23.47
Refacciones (% veh. nvo.)	0.55	0.33	0.29	0.29	0.55	0.29	0.25	0.25
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	41.71	47.15	59.62	68.68	43.36	48.44	62.28	73.49
COSTOS CADA 1000 KMS (\$)								
Combustible	419,809	396,927	395,605	397,376	327,842	310,522	310,840	313,923
Lubricantes	34,110	29,795	29,132	29,132	30,194	25,879	25,216	25,216
Llantas	289,808	256,138	255,138	255,680	196,678	186,132	186,815	188,490
Tripulacion	329,628	291,618	230,639	200,235	304,270	271,732	211,259	179,356
Mantenimiento	2,383,740	1,503,851	1,365,224	1,365,224	1,914,918	1,140,144	1,017,395	1,017,395
Mano Obra	516,753	394,427	372,348	372,348	407,182	301,490	281,677	281,677
Refacciones	1,866,987	1,109,424	992,876	992,876	1,507,736	838,654	735,719	735,719
Depreciacion	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	3,437,095	2,478,329	2,275,738	2,247,647	2,773,903	1,934,410	1,751,527	1,724,381
COSTO POR TONELADA (\$)	114,019	82,214	75,493	74,561	150,425	101,613	90,842	89,155
COSTO POR TON-KM (Pesos)	114.02	82.21	75.49	74.56	150.42	101.61	90.84	89.15
RENDIMIENTOS								
Combustible (km/lit)	1.23	1.30	1.31	1.30	1.66	1.75	1.74	1.72
Lubricantes (km/lit)	161.29	184.50	188.68	188.68	188.83	223.25	229.76	229.76
Llantas (km/llanta)	75,862	78,571	78,571	75,862	65,020	68,024	67,406	66,471

* Se ha excluido el pago de peajes ** PAV = Pavimentado

SENSIBILIDAD A LA PAVIMENTACION Y VIALIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC *

C U A D R O B - 1

CONCEPTO	2				3			
	ACTUAL	+ 5%	+ 10%	+ 15%	ACTUAL	+ 5%	+ 10%	+ 15%
CONSUMOS CADA 1000 KMS								
Combustible (lts)	415.70	415.67	415.65	415.62	500.51	500.28	500.06	499.85
Lubricantes (lts)	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27
Llantas (fraccion)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.17	0.17
Tripulacion (hrs)	15.70	15.71	15.71	15.72	15.69	15.71	15.73	15.74
Mano Obra Mitto. (hrs)	7.99	7.99	7.99	7.99	11.82	11.82	11.82	11.82
Refacciones (% veh. nvo.)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.21	0.21	0.21	0.21
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	63.71	63.67	63.64	63.61	63.73	63.66	63.59	63.52
COSTOS CADA 1000 KMS (\$)								
Combustible	214,915	214,902	214,889	214,877	258,764	258,645	258,532	258,422
Lubricantes	17,967	17,967	17,967	17,967	17,967	17,967	17,967	17,967
Llantas	116,710	116,697	116,683	116,671	148,268	148,250	148,232	148,215
Tripulacion	188,360	188,462	188,560	188,654	188,296	188,514	188,724	188,927
Mantenimiento	322,869	322,869	322,869	322,869	569,999	569,999	569,999	569,999
Mano Obra	95,933	95,933	95,933	95,933	141,810	141,810	141,810	141,810
Refacciones	226,936	226,936	226,936	226,936	428,189	428,189	428,189	428,189
Depreciacion	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	860,821	860,897	860,968	861,038	1,183,294	1,183,375	1,183,454	1,183,530
COSTO POR TONELADA (\$)	108,965	106,732	104,702	102,860	100,706	98,796	97,068	95,484
COSTO POR TON-KM (Pesos)	108.96	106.73	104.70	102.86	100.71	98.80	97.07	95.48
RENDIMIENTOS								
Combustible (km/lit)	2.41	2.41	2.41	2.41	2.00	2.00	2.00	2.00
Lubricantes (km/lit)	305.81	305.81	305.81	305.81	305.81	305.81	305.81	305.81
Llantas (km/llanta)	40,000	40,000	40,000	40,000	58,824	58,824	58,824	58,824

* Se ha excluido el pago de peajes

SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC A LA RELACION CARGA TRANSPORTADA/PESO MUERTO *

C U A D R O B - 1 (C O N T I N U A C I O N)

CONCEPTO	T - 2				T - 3			
	ACTUAL	+ 5%	+ 10%	+ 15%	ACTUAL	+ 5%	+ 10%	+ 15%
CONSUMOS CADA 1000 KMS								
Combustible (lts)	587.29	587.27	587.25	587.23	664.62	664.55	664.49	664.43
Lubricantes (lts)	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30
Llantas (fraccion)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.23	0.23	0.23	0.23
Tripulacion (hrs)	15.62	15.63	15.64	15.65	16.15	16.17	16.19	16.21
Mano Obra Mitto. (hrs)	31.66	31.66	31.66	31.66	31.01	31.01	31.01	31.01
Refacciones (% veh. nvo.)	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	64.03	63.98	63.94	63.90	61.93	61.84	61.76	61.67
COSTOS CADA 1000 KMS (\$)								
Combustible	303,629	303,619	303,609	303,600	343,608	343,574	343,542	343,510
Lubricantes	29,132	29,132	29,132	29,132	29,132	29,132	29,132	29,132
Llantas	163,408	163,403	163,399	163,394	210,003	209,998	209,992	209,986
Tripulacion	214,758	214,908	215,053	215,192	222,016	222,335	222,646	222,949
Mantenimiento	1,106,973	1,106,973	1,106,973	1,106,973	1,347,610	1,347,610	1,347,610	1,347,610
Mano Obra	379,902	379,902	379,902	379,902	372,114	372,114	372,114	372,114
Refacciones	727,071	727,071	727,071	727,071	975,496	975,496	975,496	975,496
Depreciacion	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1,817,900	1,818,035	1,818,166	1,818,291	2,152,369	2,152,649	2,152,922	2,153,187
COSTO POR TONELADA (\$)	106,935	104,473	102,236	100,192	83,687	81,660	79,910	78,312
COSTO POR TON-KM (Pesos)	106.94	104.47	102.24	100.19	83.59	81.66	79.91	78.31
RENDIMIENTOS								
Combustible (km/lt)	1.70	1.70	1.70	1.70	1.50	1.50	1.50	1.51
Lubricantes (km/lt)	188.68	188.68	188.68	188.68	188.68	188.68	188.68	188.68
Llantas (km/llanta)	77.778	77.778	77.778	77.778	78.261	78.261	78.261	78.261

* Se ha excluido el pago de peajes

SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC A LA RELACION CARGA TRANSPORTADA/PESO MUERTO *

C U A D R O B - 1 (C O N T I N U A C I O N)

CONCEPTO	T - 3A				VEHICULO PROMEDIO			
	ACTUAL	+ 5%	+ 10%	+ 15%	ACTUAL	+ 5%	+ 10%	+ 15%
CONSUMOS CADA 1000 KMS								
Combustible (lts)	765.19	765.13	765.07	765.01	601.24	601.16	601.09	601.01
Lubricantes (lts)	5.30	5.30	5.30	5.30	4.59	4.59	4.59	4.59
Llantas (fraccion)	0.28	0.28	0.28	0.28	0.21	0.21	0.21	0.21
Tripulacion (hrs)	16.77	16.80	16.85	16.86	16.07	16.09	16.11	16.12
Mano Obra Mitto. (hrs)	31.03	31.03	31.03	31.03	23.47	23.47	23.47	23.47
Refacciones (% veh. nvo.)	0.29	0.29	0.29	0.29	0.25	0.25	0.25	0.25
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	59.62	59.51	59.41	59.32	62.28	62.20	62.13	62.06
COSTOS CADA 1000 KMS (\$)								
Combustible	395,605	395,573	395,542	395,513	310,840	310,800	310,762	310,725
Lubricantes	29,132	29,132	29,132	29,132	25,216	25,216	25,216	25,216
Llantas	255,138	255,133	255,128	255,123	186,815	186,807	186,798	186,789
Tripulacion	230,639	231,036	231,423	231,801	211,259	211,525	211,782	212,033
Mantenimiento	1,365,224	1,365,224	1,365,224	1,365,224	1,017,395	1,017,395	1,017,395	1,017,395
Mano Obra	372,348	372,348	372,348	372,348	281,677	281,677	281,677	281,677
Refacciones	992,876	992,876	992,876	992,876	735,719	735,719	735,719	735,719
Depreciacion	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2,275,738	2,276,068	2,276,449	2,276,793	1,751,527	1,751,744	1,751,954	1,752,159
COSTO POR TONELADA (\$)	75,493	73,897	72,445	71,121	90,842	88,885	87,107	85,486
COSTO POR TON-KM (Pesos)	75.49	73.90	72.45	71.12	90.84	88.88	87.11	85.49
RENDIMIENTOS								
Combustible (km/lt)	1.31	1.31	1.31	1.31	1.74	1.74	1.74	1.74
Lubricantes (km/lt)	188.68	188.68	188.68	188.68	229.76	229.76	229.76	229.76
Llantas (km/llanta)	78,571	78,571	78,571	78,571	67,406	67,406	67,406	67,406

* Se ha excluido el pago de peajes

SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC A LA RELACION CARGA TRANSPORTADA/PESO MUERTO *

C U A D R O C - 1

CONCEPTO	C - 2				C - 3			
	40 KM/HR	50 KM/HR	ACTUAL 63.71	MAXIMA 77.26	40 KM/HR	50 KM/HR	ACTUAL 63.73	MAXIMA 77.11
CONSUMOS CADA 1000 KMS								
Combustible (lts)	451.59	420.68	415.70	441.60	468.10	471.23	500.51	553.09
Lubricantes (lts)	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27
Llantas (fraccion)	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17
Tripulacion (hrs)	25.00	20.00	15.70	12.94	25.00	20.00	15.69	12.97
Mano Obra Mito. (hrs)	7.99	7.99	7.99	7.99	11.82	11.82	11.82	11.82
Refacciones (% veh. nvo.)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.21	0.21	0.21	0.21
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	40.00	50.00	63.71	77.26	40.00	50.00	63.73	77.11
COSTOS CADA 1000 KMS (\$)								
Combustible	233,474	217,492	214,915	228,309	242,007	243,627	258,764	285,915
Lubricantes	17,967	17,967	17,967	17,967	17,967	17,967	17,967	17,967
Llantas	109,076	111,914	116,710	123,368	143,092	145,069	148,268	152,106
Tripulacion	299,995	239,993	188,360	155,319	300,019	239,996	188,296	155,616
Mantenimiento	322,869	322,869	322,869	322,869	569,999	569,999	569,999	569,999
Mano Obra	95,933	95,933	95,933	95,933	141,810	141,810	141,810	141,810
Refacciones	226,936	226,936	226,936	226,936	428,189	428,189	428,189	428,189
Depreciacion	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	983,381	910,235	860,821	847,832	1,273,084	1,216,658	1,183,294	1,181,603
COSTO POR TONELADA (\$)	124,479	115,220	108,965	107,321	108,348	103,545	100,706	100,562
COSTO POR TON-KM (Pesos)	124.48	115.22	108.96	107.32	108.35	103.55	100.71	100.56
RENDIMIENTOS								
Combustible (km/lit)	2.21	2.38	2.41	2.26	2.14	2.12	2.00	1.81
Lubricantes (km/lit)	305.81	305.81	305.81	305.81	305.81	305.81	305.81	305.81
Llantas (km/llanta)	42,857	42,857	40,000	40,000	62,500	62,500	58,824	58,824

* Se ha excluido el pago de peajes

SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC A LA VELOCIDAD EN TRAYECTO *

CUADRO C - 1 (CONTINUACION)

CONCEPTO	T - 2				T - 3			
	40 KM/HR	50 KM/HR	ACTUAL 64.03	MAXIMA 72.96	40 KM/HR	50 KM/HR	ACTUAL 61.93	MAXIMA 69.20
CONSUMOS CADA 1000 KMS								
Combustible (lts)	622.59	594.59	587.29	597.21	668.77	659.96	664.62	671.63
Lubricantes (lts)	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30
Llantas (fraccion)	0.17	0.17	0.18	0.18	0.22	0.23	0.23	0.23
Tripulacion (hrs)	25.00	20.00	15.62	13.71	25.00	20.00	16.15	14.45
Mano Obra Mto. (hrs)	31.66	31.66	31.66	31.66	31.01	31.01	31.01	31.01
Refacciones (% veh. nvo.)	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.30
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	40.00	50.00	64.03	72.96	40.00	50.00	61.93	69.20
COSTOS CADA 1000 KMS (\$)								
Combustible	321,880	307,405	303,629	308,756	345,755	341,200	343,608	347,235
Lubricantes	29,132	29,132	29,132	29,132	29,132	29,132	29,132	29,132
Llantas	160,497	161,734	163,408	164,313	208,004	208,999	210,003	210,384
Tripulacion	343,720	275,006	214,758	188,487	343,711	275,026	222,016	198,713
Mantenimiento	1,106,973	1,106,973	1,106,973	1,106,973	1,347,610	1,347,610	1,347,610	1,347,610
Mano Obra	379,902	379,902	379,902	379,902	372,114	372,114	372,114	372,114
Refacciones	727,071	727,071	727,071	727,071	975,496	975,496	975,496	975,496
Depreciacion	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1,962,202	1,880,250	1,817,900	1,797,641	2,274,212	2,201,967	2,152,369	2,133,074
COSTO POR TONELADA (\$)	115,424	110,603	106,935	105,744	88,319	85,513	83,587	82,838
COSTO POR TON-KM (Pesos)	115.42	110.60	106.94	105.74	88.32	85.51	83.59	82.84
RENDIMIENTOS								
Combustible (km/lt)	1.61	1.68	1.70	1.67	1.50	1.52	1.50	1.49
Lubricantes (km/lt)	188.68	188.68	188.68	188.68	188.68	188.68	188.68	188.68
Llantas (km/llanta)	82,353	82,353	77,778	77,778	81,818	78,261	78,261	78,261

* Se ha excluido el pago de peajes

SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC A LA VELOCIDAD EN TRAYECTO *

CUADRO C - 1 (CONTINUACION)

CONCEPTO	T - 3A				VEHICULO PROMEDIO			
	40 KM/HR	50 KM/HR	ACTUAL 59.62	MAXIMA 65.57	40 KM/HR	50 KM/HR	ACTUAL 62.00	MAXIMA 72.00
CONSUMOS CADA 1000 KMS								
Combustible (lts)	768.07	761.53	765.19	769.73	608.01	595.83	601.24	618.18
Lubricantes (lts)	5.30	5.30	5.30	5.30	4.59	4.59	4.59	4.59
Llantas (fraccion)	0.27	0.27	0.28	0.28	0.20	0.21	0.21	0.21
Tripulacion (hrs)	25.00	20.00	16.77	15.25	25.00	20.00	16.07	14.02
Mano Obra Mttto. (hrs)	31.03	31.03	31.03	31.03	23.47	23.47	23.47	23.47
Refacciones (% veh. nvo.)	0.29	0.29	0.29	0.29	0.25	0.25	0.25	0.25
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	40.00	50.00	59.62	65.57	40.00	50.00	62.28	71.58
COSTOS CADA 1000 KMS (\$)								
Combustible	397,092	393,709	395,605	397,952	314,341	308,043	310,840	319,598
Lubricantes	29,132	29,132	29,132	29,132	25,216	25,216	25,216	25,216
Llantas	253,453	254,442	255,138	255,350	183,191	184,723	186,815	189,008
Tripulacion	343,716	275,010	230,639	209,685	328,384	262,737	211,259	184,849
Mantenimiento	1,365,224	1,365,224	1,365,224	1,365,224	1,017,395	1,017,395	1,017,395	1,017,395
Mano Obra	372,348	372,348	372,348	372,348	281,677	281,677	281,677	281,677
Refacciones	992,876	992,876	992,876	992,876	735,719	735,719	735,719	735,719
Depreciacion	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2,388,617	2,317,517	2,275,738	2,257,343	1,868,529	1,798,115	1,751,527	1,736,067
COSTO POR TONELADA (\$)	79,238	76,879	75,493	74,883	98,256	93,796	90,842	89,969
COSTO POR TON-KM (Pesos)	79.24	76.88	75.49	74.88	98.26	93.80	90.84	89.99
RENDIMIENTOS								
Combustible (km/lt)	1.30	1.31	1.31	1.30	1.71	1.76	1.74	1.68
Lubricantes (km/lt)	188.68	188.68	188.68	188.68	229.76	229.76	229.76	229.76
Llantas (km/llanta)	81,481	81,481	78,571	78,571	70,762	69,069	67,406	67,406

* Se ha excluido el pago de peajes

SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS DE OPERACION DEL AFC A LA VELOCIDAD EN TRAYECTO *

CONCEPTO	C - 2		C - 3		T - 2	
	CARGADO	'EN VACIO'	CARGADO	'EN VACIO'	CARGADO	'EN VACIO'
CONSUMOS CADA 1000 KMS						
Combustible (lts)	415.70	297.66	500.51	290.26	587.29	387.82
Lubricantes (lts)	3.27	3.27	3.27	3.27	5.30	5.30
Llantas (fraccion)	0.15	0.13	0.17	0.15	0.18	0.16
Tripluacion (hrs)	15.70	14.34	15.69	14.05	15.62	13.81
Mano Obra Mito. (hrs)	7.99	7.99	11.82	11.82	31.66	31.66
Refacciones (% veh. nvo.)	0.15	0.15	0.21	0.21	0.31	0.31
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	63.71	69.75	63.73	71.19	64.03	72.40
COSTOS CADA 1000 KMS (\$)						
Combustible	214,915	153,891	258,764	150,062	303,629	200,505
Lubricantes	17,967	17,967	17,967	17,967	29,132	29,132
Llantas	116,710	106,732	148,268	134,386	163,408	146,280
Tripluacion	188,360	172,053	188,296	168,568	214,758	189,905
Mantenimiento	322,869	322,869	569,999	569,999	1,106,973	1,106,973
Mano Obra	95,933	95,933	141,810	141,810	379,902	379,902
Refacciones	226,936	226,936	428,189	428,189	727,071	727,071
Depreciacion	0	0	0	0	0	0
TOTAL	860,821	773,512	1,183,294	1,040,982	1,817,900	1,672,795
COSTO POR TONELADA (\$)	108,965	—	100,706	—	106,935	—
COSTO POR TON-KM (Pesos)	108.96	—	100.71	—	106.94	—
RENDIMIENTOS						
Combustible (km/lit)	2.41	3.36	2.00	3.45	1.70	2.58
Lubricantes (km/lit)	305.81	305.81	305.81	305.81	188.68	188.68
Llantas (km/llanta)	40,000	46,154	58,824	66,657	77,778	87,500

* Se ha excluido el pago de peajes

NOTA: Las capacidades de carga son 7.9 tons para C-2, 11.75 para C-3, 17.0 para T-2, 25.75 para T-3 y 30.145 para T-3A

SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS PROMEDIO DEL AFC AL APROVECHAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA *

CUADRO C - 2 (CONTINUACION)

CONCEPTO	T - 3		T - 3A		VEHICULO PROMEDIO	
	CARGADO	EN VACIO*	CARGADO	EN VACIO*	CARGADO	EN VACIO*
CONSUMOS CADA 1000 KMS						
Combustible (lts)	664.62	392.08	765.19	420.42	601.24	361.98
Lubricantes (lts)	5.30	5.30	5.30	5.30	4.59	4.59
Llantas (fraccion)	0.23	0.20	0.28	0.24	0.21	0.18
Tripulacion (hrs)	16.15	13.75	16.77	13.75	16.07	13.92
Mano Obra Mto. (hrs)	31.01	31.01	31.03	31.03	23.47	23.47
Refacciones (% veh. nvo.)	0.30	0.30	0.29	0.29	0.25	0.25
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	61.93	72.71	59.62	72.71	62.28	71.86
COSTOS CADA 1000 KMS' (\$)						
Combustible	343,608	202,703	395,605	217,356	310,840	187,142
Lubricantes	29,132	29,132	29,132	29,132	25,216	25,216
Llantas	210,003	184,966	255,138	222,284	186,815	165,615
Tripulacion	222,016	189,100	230,639	189,100	211,259	182,675
Mantenimiento	1,347,610	1,347,610	1,365,224	1,365,224	1,017,395	1,017,395
Mano Obra	372,114	372,114	372,348	372,348	281,677	281,677
Refacciones	975,496	975,496	992,876	992,876	735,719	735,719
Depreciacion	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2,152,369	1,953,511	2,275,738	2,023,096	1,751,527	1,578,044
COSTO POR TONELADA (\$)	83,587	—	75,493	—	90,842	—
COSTO POR TON-KM (Pesos)	83.59	—	75.49	—	90.84	—
RENDIMIENTOS						
Combustible (km/lt)	1.50	2.55	1.31	2.38	1.74	2.82
Lubricantes (km/lt)	188.68	188.68	188.68	188.68	229.76	229.76
Llantas (km/llanta)	78,261	90,000	78,571	91,687	67,406	77,556

* Se ha excluido el pago de peajes

NOTA: Las capacidades de carga son 7.9 tons para C-2, 11.75 para C-3, 17.0 para T-2, 25.75 para T-3 y 30.145 para T-3A

SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS PROMEDIO DEL AFC AL APROVECHAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE CARGA *

C U A D R O D - 1

CONCEPTO	C - 2		C - 3		T - 2	
	EN USO	NUEVO	EN USO	NUEVO	EN USO	NUEVO
CONSUMOS CADA 1000 KMS						
Combustible (lts)	415.70	401.83	500.51	484.80	587.29	656.44
Lubricantes (lts)	3.27	3.27	3.27	3.27	5.30	5.30
Llantas (fraccion)	0.15	0.14	0.17	0.17	0.18	0.23
Tripulacion (hrs)	15.70	15.53	15.69	15.59	15.62	16.14
Mano Obra Mto. (hrs)	7.99	2.98	11.82	4.56	31.86	12.24
Refacciones (% veh. nvo.)	0.15	0.02	0.21	0.03	0.31	0.05
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.21	0.00	0.21	0.00	0.11
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	63.71	64.41	63.73	64.15	64.03	61.98
COSTOS CADA 1000 KMS (\$)						
Combustible	214,915	207,746	258,764	250,641	303,629	339,381
Lubricantes	17,967	17,967	17,967	17,967	29,132	29,132
Llantas	116,710	114,199	148,268	146,539	163,408	209,212
Tripulacion	188,360	186,305	188,296	187,055	214,758	221,858
Mantenimiento	322,869	69,675	569,999	123,150	1,106,973	309,670
Mano Obra	95,933	35,767	141,810	54,741	379,902	146,912
Refacciones	226,936	33,908	428,189	68,409	727,071	162,758
Depreciacion	0	320,404	0	443,741	0	375,647
TOTAL	860,821	916,296	1,183,294	1,169,083	1,817,900	1,484,900
COSTO POR TONELADA (\$)	108,965	111,743	100,706	95,827	106,935	55,098
COSTO POR TON-KM (Pesos)	108.96	111.74	100.71	95.83	106.94	55.10
RENDIMIENTOS						
Combustible (km/lit)	2.41	2.49	2.00	2.06	1.70	1.52
Lubricantes (km/lit)	305.81	305.81	305.81	305.81	188.68	188.68
Llantas (km/llanta)	40,000	42,857	58,824	58,824	77,778	60,870

* Se ha excluido el pago de peajes

NOTA: Las edades promedio son 14.00 años para C-2, 11.69 para C-3, 16.83 para T-2, y 10.40 para T-3 y T-3A

SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS PROMEDIO DEL AFC A LA RENOVACION DE LA FLOTA *

C U A D R O D - 1 (C O N T I N U A C I O N)

CONCEPTO	T - 3		T - 3A		VEHICULO PROMEDIO	
	EN USO	NUEVO	EN USO	NUEVO	EN USO	NUEVO
CONSUMOS CADA 1000 KMS						
Combustible (lts)	664.62	656.44	765.19	757.48	601.24	593.02
Lubricantes (lts)	5.30	5.30	5.30	5.30	4.59	4.59
Llantas (fraccion)	0.23	0.23	0.28	0.27	0.21	0.21
Tripulacion (hrs)	16.15	16.14	16.77	16.76	16.07	16.02
Mano Obra Mto. (hrs)	31.01	12.24	31.03	12.25	23.47	9.21
Refacciones (% veh. nvo.)	0.30	0.05	0.29	0.05	0.25	0.04
Depreciacion (% veh. nvo.)	0.00	0.11	0.00	0.11	0.00	0.15
VELOCIDAD ESPERADA (km/hr)	61.93	61.98	59.62	59.65	62.28	62.46
COSTOS CADA 1000 KMS (\$)						
Combustible	343,608	339,381	395,605	391,616	310,840	306,591
Lubricantes	29,132	29,132	29,132	29,132	25,216	25,216
Llantas	210,003	209,212	255,138	254,370	186,815	186,816
Tripulacion	222,016	221,858	230,639	230,512	211,259	210,750
Mantenimiento	1,347,610	309,670	1,365,224	312,662	1,017,395	233,132
Mano Obra	372,114	146,912	372,348	147,005	281,677	110,499
Refacciones	975,496	162,758	992,876	165,657	735,719	122,633
Depreciacion	0	375,647	0	390,666	0	375,049
TOTAL	2,152,369	1,484,900	2,275,738	1,608,958	1,751,527	1,337,555
COSTO POR TONELADA (\$)	83,587	55,098	75,493	51,660	90,842	72,322
COSTO POR TON-KM (Pesos)	83.59	55.10	75.49	51.66	90.84	72.32
RENDIMIENTOS						
Combustible (km/lt)	1.50	1.52	1.31	1.32	1.74	1.78
Lubricantes (km/lt)	188.68	188.68	188.68	188.68	229.76	229.76
Llantas (km/llanta)	78,261	78,261	78,571	81,481	67,406	67,981

* Se ha excluido el pago de peajes

NOTA: Las edades promedio son 14.00 años para C-2, 11.69 para C-3, 16.83 para T-2, y 10.40 para T-3 y T-3A

SENSIBILIDAD DE LOS COSTOS PROMEDIO DE OPERACION DEL AFC A LA RENOVACION DE SUS VEHICULOS*

BIBLIOGRAFIA

B I B L I O G R A F I A

- * Rusell L. Ackoff
Un Concepto de Planeación de Empresas
LIMUSA, 1987
- * Alfonso Aguilar Alvarez de Alba
Elementos de la Mercadotecnia
C.E.C.S.A., 1980
- * Hira N. Ahuja, Michael A. Walsh
Ingeniería de Costos y Administración de Proyectos
Ediciones Alfaomega, 1989
- * ANEXO DEL SEGUNDO INFORME DE GOBIERNO, 1990
CARLOS SALINAS DE GORTARI
Coordinación de Apoyo Gráfico de la Presidencia de la República, 1991
- * Asociación Mexicana de Caminos
Memorias del XIX Seminario de Ingeniería de Tránsito
29 y 30 de Noviembre de 1990, Oaxaca, Oax.
- * Leland Blank, Anthony Tarkin
Ingeniería Económica
Mc Graw Hill, 1986
- * Andrew Chesher, Robert Harrison
Vehicle Operating Costs: Evidence from Developing Countries
The Highway Design and Maintenance Standards Series
The Johns Hopkins University, The World Bank, 1987
- * Cristóbal Del Río González
Costos para Administradores y Dirigentes
Prentice Hall, 1984
- * Dirección General de Autotransporte Federal, Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Estadísticas Básicas del Autotransporte Federal, 1988
- * Eighth European Conference of Ministers of Transport
Transport and the Challenge of Structural Change
(Introductory Reports and Summary of the Discussion)
ECMT, 1980

- * Armand V. Feigenbaum
Control Total de la Calidad
C.E.C.S.A., 1989
- * Philip E. Hicks
Introducción a la Ingeniería Industrial y Ciencia de la Administración
C.E.C.S.A., 1980
- * Frederick C. Jelen, James H. Black
Cost and Optimization Engineering
Mc Graw Hill, 1985
- * Michael Lane
Planificación Analítica del Transporte
Prentice Hall, 1982
- * Hernán Levy
Políticas de Transporte en América Latina
Banco Mundial, 1988
- * Oficina Internacional del Trabajo
Introducción al Estudio del Trabajo
LIMUSA, 1987
- * Organización de Naciones Unidas
Manual de Proyectos de Desarrollo Económico
United Nations Publications, 1985
- * Don T. Phillips, A. Ravindran, James Solberg
Operations Research: Principles and Practice
John Willey and Sons, 1986
- * J. M. Thomson
Teoría Económica del Transporte
Alianza Editorial, 1976
- * United States International Trade Commission
The Likely Impact on the United States of a Free Trade Agreement with Mexico
Publication 2353, Investigation 332-297
- * Thawat Watanatada, Ashok M. Dhareshwar, Paulo Roberto S. Rezende Lima
Vehicle Speeds and Operating Costs: Models for Road Planning and Management
The Highway Design and Maintenance Standards Series
The Johns Hopkins University, The World Bank, 1987