NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL

Distr.
LIMITADA
E/CEPAL/MEX/1982/L.12
31 de marzo de 1982

ORIGINAL: ESPAÑOL

C E P A L

Comisión Económica para América Latina

ANALISIS PRELIMINAR SOBRE LA COMPETITIVIDAD EN COSTOS DE UN FERROCARRIL INTERCENTROAMERICANO FRENTE AL TRANSPORTE AUTOMOTOR

82-3-188

INDICE

/INTRODUCCION

INTRODUCCION

Los ferrocarriles centroamericanos fueron construidos en el siglo pasado con el propósito principal de atender las necesidades del comercio exterior, transportando las mercancías a los puertos y de éstos a las ciudades. Si bien en aquellos días lejanos cumplían con su finalidad, se encuentran al presente muy a la zaga de los avances administrativos y técnicos que se han logrado en este campo. Además, al igual que ocurrió en otras partes del mundo, en el Istmo se prestó durante largos años escasa atención al sistema ferroviario ante el surgimiento del autotransporte, al cual se le asignó prioridad. Así, los ferrocarriles fueron perdiendo competitividad tanto en costos, como en eficiencia. Tal situación fue también resultado de los bajos precios del combustible en todo el mundo durante un largo período.

La llamada "crisis del petróleo" ha despertado el interés por los ferrocarriles, uno de los medios que permite reducir el consumo de hidrocarburos en el sector transporte, principalmente si se emplea energía hidroeléctrica.

Los sistemas ferroviarios del Istmo Centroamericano suman unos 3 200 kilómetros, de los cuales 2 700 son de red troncal. Excluyendo el ferrocarril al Pacífico de Costa Rica que está electrificado, en los demás casos la tracción es prácticamente diesel-eléctrica.

El índice de movilización de carga por ferrocarril en el Istmo ha sido bajo comparado con el de otros países. Por ejemplo, en 1978 la carga transportada únicamente llegó a 167 000 toneladas por kilómetro de vía, lo que se reflejó en un consumo de sólo 8 000 toneladas equivalentes de petróleo (tep), o sea 0.4% del consumo total de hidrocarburos en la región. (Véase el cuadro 1.) Por otra parte, sólo existe comunicación ferroviaria entre Guatemala y El Salvador, y el ancho de vía es diferente en los diversos ferrocarriles, como se puede observar en el cuadro 2.

El presente trabajo pretende realizar un análisis preliminar de carácter general para determinar los niveles mínimos de carga en el Istmo que justificarían la construcción de un ferrocarril intercentroamericano que pueda competir en costos con el autotransporte. Para este fin se examinaron algunas alternativas, entre las que se incluyeron la de extender la vía hasta la frontera mexicana, así como la del empleo alterno de la tracción diesel-eléctrica y la eléctrica.

Dado que el combustible es uno de los elementos que más influyen en los costos de transportación, se consideró interesante sensibilizar los resultados calculando un incremento relativo de 100% en su precio.

Las dificultades de tipo estadístico y la escasa información sobre los costos en el ámbito centroamericano obligaron a emplear indicadores y costos de otros países que se trataron de ajustar a la realidad de la región, fundamentalmente en lo concerniente a mano de obra y combustible.

/Cuadro 1

Cuadro 1

TONELADAS-KILOMETRO NETAS POR KILOMETRO DE VIA EN FERROCARRILES DE DISTINTOS PAISES, 1977

(Miles)

Países centroamericanos[a/]	167
Siria	165
Argelia	490
Tunizia	779
Turquía	781
España	815
Italia	1 057
México	1 875
Francia	1 938
India	2 374
República Federal de Alemania	3 701
Polonia	5 570

Fuente: Union Internationale des Chemins de Fer, París.
a/ Se refiere al año 1978.

/Cuadro 2

Cuadro 2

ISTMO CENTROAMERICANO Y MEXICO: ANCHO DE VIA DE LOS FERROCARRILES

	Metros
Ferrocarriles de Guatemala	0.914
Ferrocarril Nacional de El Salvador	0.914
Ferrocarril Nacional de Honduras	1.067
Tela Raylroad (Honduras)	1.067
Standard Fruit Company (Honduras)	0.914
Ferrocarril del Pacífico de Nicaragua	1.067
Ferrocarril Eléctrico al Pacífico (Costa Rica)	1.067
Ferrocarril Nacional al Atlántico (Costa Rica)	1.067
Ferrocarril del Sur (Costa Rica)	1.067
Ferrocarril de Panamá	1.524
Ferrocarriles Nacionales de México	1.435

/I. EL INTERCAMBIO

I. EL INTERCAMBIO DE CARGA Y LAS ALTERNATIVAS DE ESTUDIO

1. La carga movilizable

En 1978 el intercambio de carga entre los países del Istmo y entre éstos y México fue del orden de 1.4 millones de toneladas en el primer caso y de 445 000 en el segundo. (Véanse los cuadros A-1 y A-2 del anexo.) Con el resto del mundo, el intercambio fue de 16 millones de toneladas en 1979. (Véase el cuadro A-3.)

Aunque el intercambio entre los países del Istmo Centroamericano se encuentra equilibrado en el sentido norte-sur (705 000 toneladas) y en el sur-norte (665 000 toneladas) se concentra fuertemente entre Guatemala y El Salvador, cuyo comercio absorbe el 38% del total de la región; ocupan el segundo lugar Costa Rica y Nicaragua con el 14.0%. Situación diferente se observa en el caso del intercambio con México país que exporta al Istmo un volumen casi tres veces superior de lo que adquiere de la zona, pero con una concentración en la distribución de la carga, de aproximadamente 50% con Guatemala. En cuanto al comercio exterior que se hace por vía marítima, comprende recorridos terrestres que se realizan fundamentalmente entre los puertos y las capitales respectivas.

La carga potencialmente movilizable por un sistema ferroviario integrado a nivel del Istmo y conectado a la red férrea mexicana podría originarse en los siguientes movimientos:

a) De la carga motivo de intercambio entre los países del Istmo, en particular para los casos de grandes volúmenes y/o mayores distancias;

b) Del comercio exterior entre México y el Istmo Centroamericano;

c) De la movilización ferroviaria que actualmente se realiza dentro de los países que en 1978 llegó a unos 550 millones de toneladas-kilómetro y que está en gran medida relacionada con la actividad portuaria;

d) De parte de la carga que se moviliza por autotransporte en el interior de los países. En Costa Rica más del 80% de la carga movilizada en 1979 (3 800 millones de toneladas-kilómetro) correspondió a la de los camiones medios (40%) y grandes (40%); 1/

e) Aunque las distancias entre los países centroamericanos y algunas regiones de los Estados Unidos de América con las cuales existe intercambio pueden ubicarse en más de 4 000 kilómetros ferroviarios, es

1/ Programa Energético del Istmo Centroamericano, Proyecto RLA/76/012, Alternativas de desarrollo energético - período 1981-2000, Costa Rica.

/posible

posible que en ciertos casos los costos sean inferiores a los que resultan de transportar la carga en ferrocarril en los Estados Unidos de América hasta un puerto, por barco hasta un puerto centroamericano y en tren hasta su destino (u origen); tal movilización utilizaría las vías ya existentes en los Estados Unidos de América y en México;

f) En ciertas circunstancias y dependiendo del nivel de saturación del Canal de Panamá, algunas cargas podrían transportarse por el paso territorial ferroviario de uno a otro litoral, lo que contribuiría a aumentar la carga movilizable;

g) De cargas que utilicen puertos panameños aprovechando el flujo naviero vía Canal de Panamá pero con destino a los demás países del Istmo, y

h) La carga ferroviaria podría igualmente beneficiarse con la implantación de industrias extractivas de minerales.

Entre los factores que podrían influir de manera negativa a la transferencia de carga a un sistema ferroviario se pueden citar los siguientes:

a) Para algunas distancias como las que existen entre importantes centros de población mexicanos y del Istmo Centroamericano, el transporte ferroviario podría ser desplazado por el transporte marítimo;

b) Los costos adicionales al recorrido ferroviario, como los de terminal a la puerta del usuario y de éste a la terminal, favorecen frecuentemente al autotransporte, en particular para los trayectos cortos;

c) La carga que al presente se moviliza entre los países centroamericanos consiste en buena medida de productos industrializados que para ser transferidos al ferrocarril necesitan en algunos casos de sistemas más sofisticados como los contenedores, lo que implica mayores inversiones y a veces costos más altos;

d) La hipótesis de que se duplicará el precio del combustible con relación a los demás componentes y que esto favorecería considerablemente a la solución ferroviaria, no es fácil que ocurra, porque su efecto se extiende inevitablemente a los artículos de importación necesarios para la construcción y operación de los ferrocarriles, y

e) El transporte del petróleo mexicano a los países centroamericanos --con base en los recientes acuerdos entre éstos y México y Venezuela-- que representa un elevado porcentaje de la movilización, sólo se realizaría por ferrocarril esporádicamente, ya que las formas más económicas para transportarlo son la vía marítima y los ductos.

/2. Las

2. Las alternativas ferroviarias

Tomando en cuenta el tonelaje del intercambio y las toneladas-kilómetro respectivas (véanse los cuadros A-1, A-2, A-4, A-5 y A-6), se consideró de interés analizar las siguientes alternativas a fin de establecer una vía férrea intercentroamericana:

- Ciudad de Guatemala - ciudad de Panamá
- Ciudad de Guatemala - San José
- Ciudad de Guatemala - San Salvador
- Frontera (México-Guatemala) - San José
- Frontera (México-Guatemala) - San Salvador

II. LA VIA FERREA Y EL EQUIPO

1. Características de la vía e inversiones

Para los fines del presente análisis se consideró que la vía férrea a ser construida tendrá un ancho de 1 435 metros, con rieles, durmientes y fijación adecuados a la carga en cada tramo; para los cálculos de la inversión se utilizaron dos hipótesis: a) que la vía será totalmente nueva y b) que se podría aprovechar el terraplén en aquellos tramos en donde ya existe ferrocarril. En el cuadro 3 aparecen las longitudes de vía correspondientes a cada hipótesis.

La capacidad media de la vía se estimó en 40 trenes diarios, cálculo muy superior a la demanda para cargas que permitirían que los costos ferroviarios eléctricos fuesen inferiores a los diesel eléctricos y a los del autotransporte, como se comprobará en el desarrollo de este trabajo. 2/

El costo de construcción ferroviaria adoptado con base en la experiencia de otros países, y ajustado a las condiciones centroamericanas, sería el siguiente:

- Ferrocarril diesel eléctrico:

Terraplén	300 000 pesos centroamericanos/kilómetro
Otros	165 000 pesos centroamericanos/kilómetro
Total	465 000 pesos centroamericanos/kilómetro

- Ferrocarril eléctrico:

Terraplén	300 000 pesos centroamericanos/kilómetro
Otros	240 000 pesos centroamericanos/kilómetro
Total	540 000 pesos centroamericanos/kilómetro

Con base en estos costos las inversiones en vía correspondientes a las diferentes alternativas serían de un máximo de 1 350 millones de pesos centroamericanos para la vía nueva electrificada ciudad de Guatemala-ciudad de Panamá y un mínimo de poco más de 51 millones en el caso de la reconstrucción de la vía ciudad de Guatemala-ciudad San Salvador para tracción diesel-eléctrica. (Véase el cuadro 4.)

2/ Para movilizar 5 000 millones de toneladas-kilómetro, a una distancia media de 500 kilómetros, en trenes de 1 500 toneladas de carga, se requerirían unos 18 trenes por día.

/Cuadro 3

Cuadro 3

ISTMO CENTROAMERICANO: LONGITUD DE VIA FERREA POR ALTERNATIVA

(Kilómetros)

Alternativas	Longitud total	Aprovechando vía existente	
		Por reconstruir	Nueva
Ciudad Guatemala-ciudad Panamá	2 500	1 000	1 500
Ciudad Guatemala-San José	1 580	905	675
Ciudad Guatemala-San Salvador	310	310	-
Frontera (México-Guatemala)-San José	1 880	1 205	675
Frontera (México-Guatemala)-San Salvador	610	610	-

/Cuadro 4

Cuadro 4

ISTMO CENTROAMERICANO: INVERSION EN CONSTRUCCION DE VIA FERREA POR ALTERNATIVA

(Millones de pesos centroamericanos)

Alternativa	Diesel eléctrico		Eléctrico	
	Obra nueva	Reconstrucción parcial	Obra nueva	Reconstrucción parcial
Ciudad Guatemala-ciudad Panamá	1 162.5	862.5	1 350.0	1 050.0
Ciudad Guatemala-San Salvador	144.2	51.2	167.4	74.4
Ciudad Guatemala-San José	734.7	463.2	853.2	581.7
Frontera (México-Guatemala)-San Salvador	283.7	100.7	329.4	146.4
Frontera (México-Guatemala)-San José	874.2	512.7	1 015.2	653.7

Fuente: Cuadro 3.
Nota: En los casos de reconstrucción no se incluyen los 300 000 pesos centroamericanos por kilómetro de terraplén.

/2. Inversión

2. Inversión en equipo

La demande de equipo, locomotoras, carros y otros se estimó con base en los siguientes indicadores:

- Locomotoras 80 HP por un millón de toneladas-kilómetro metas
- Carros 1.1 carro de 70 toneladas por un millón de toneladas-kilómetro netas

Como el número de locomotoras y carros varía con las toneladas-kilómetro a movilizar, se tomó como base un volumen de carga que, como se observará en las conclusiones finales, corresponde a niveles que justificarían la solución ferroviaria. La demanda de equipo aparece en cuadro 5.

Para determinar la inversión necesaria para este concepto se adoptaron los siguientes costos unitarios:

- Locomotora diesel eléctrica 285 pesos centroamericanos/HP
- Locomotora eléctrica 375 pesos centroamericanos/HP
- Carros 8 300 pesos centroamericanos/carro
- Otros (10.0%) (locomotoras más carros)

La aplicación de estos costos a los datos del cuadro 5 da por resultado una inversión en equipo que varía entre 17 y 140 millones de pesos centroamericanos para el sistema diesel eléctrico y entre 21 y 172 millones para el eléctrico. (Véase el cuadro 6.)

3. Inversión total

Las inversiones totales en infraestructura de vía y equipo llegarían a un máximo de 1 500 millones de pesos centroamericanos para una vía nueva electrificada (ciudad de Guatemala-ciudad de Panamá) y un mínimo de unos 70 millones para una diesel eléctrica reconstruida (ciudad de Guatemala-San Salvador). (Véase el cuadro 7.)

/Cuadro 5

Cuadro 5

ISTMO CENTROAMERICANO: DEMANDA DE LOCOMOTORAS Y CARROS DE FERROCARRIL POR ALTERNATIVA

Alternativa	Toneladas-kilómetro a/ (10^6)	Locomotoras b/ (HP)	Número de carros a/
Ciudad Guatemala-ciudad Panamá	4 000	320 000	4 400
Ciudad Guatemala-San José	3 000	240 000	3 300
Ciudad Guatemala-San Salvador	500	40 000	550
Frontera (México-Guatemala)-San José	3 000	240 000	3 300
Frontera (México-Guatemala)-San Salvador	1 000	80 000	1 100

a/ Base para estimación.
b/ 80 HP/10^6 toneladas-kilómetro.
c/ 1.1 carros/10^6 toneladas-kilómetro.

/Cuadro 6

Cuadro 6

ISTMO CENTROAMERICANO: INVERSION EN EQUIPO FERROVIARIO POR ALTERNATIVA

(Miles de pesos centroamericanos)

Alternativa	Diesel eléctrico				Eléctrico			
	Total	Locomotoras	Carros	Otros a/	Total	Locomotoras	Carros	Otros a/
Ciudad Guatemala-ciudad Panamá	140 300	91 200	36 500	12 800	172 100	120 000	26 500	15 600
Ciudad Guatemala-San Salvador	17 600	11 400	4 600	1 600	21 600	15 000	4 600	200
Ciudad Guatemala-San José	105 400	68 400	27 400	9 600	129 100	90 000	27 400	11 700
Frontera (México-Guatemala)-San Salvador	35 100	22 800	9 100	3 200	43 000	30 000	9 100	3 900
Frontera (México-Guatemala)-San José	105 400	68 400	27 400	9 600	129 100	90 000	27 400	11 700

Fuente: Cuadro 5.
a/ 10.0% del total de locomotoras y carros.

/Cuadro 7

Cuadro 7

ISTMO CENTROAMERICANO: INVERSION EN FERROCARRIL, VIA Y EQUIPO POR ALTERNATIVA

(Millones de pesos centroamericanos)

Alternativa	Diesel eléctrico		Eléctrico	
	Obra nueva	Reconstrucción parcial	Obra nueva	Reconstrucción parcial
Ciudad Guatemala-ciudad Panamá	1 292.8	1 002.8	1 522.1	1 222.1
Ciudad Guatemala-San José	840.1	568.6	982.3	710.8
Ciudad Guatemala-San Salvador	161.8	68.8	189.0	96.0
Frontera (México-Guatemala)-San José	979.6	618.1	1 144.3	782.8
Frontera (México-Guatemala)-San Salvador	318.8	135.8	372.4	189.4

Fuente: Cuadros 4 y 6.

/4. Costos

4. Costos

a) Infraestructura de vía

Considerando una vida útil promedio de 40 años y un interés anual de 12.0%, el costo por año de cada uno de los sistemas a base de vías totalmente nuevas sería:

- Diesel eléctrico 56 000 pesos centroamericanos/kilómetro
- Eléctrico 65 000 pesos centroamericanos/kilómetro

Estos conceptos aplicados a la longitud de vía en cada alternativa permiten conocer el costo anual de toda la vía. (Véase el cuadro 8.)

b) Costos de operación

Para estimar el costo de operación del ferrocarril se buscaron datos de sistemas ferroviarios con características similares a la del estudio, y se hicieron los ajustes pertinentes, en particular para el combustible y la mano de obra. Tales costos incluyen los correspondientes a la inversión en equipo pero no contemplan los de la vía. El ahorro estimado con sistemas eléctricos fue de 20% comparado con el diesel eléctrico. Los resultados fueron:

- Sistema diesel eléctrico[3/] 22.2 pesos centroamericanos por 1 000 toneladas-kilómetro
- Sistema eléctrico[4/] 17.0 pesos centroamericanos por 1 000 toneladas-kilómetro

En la hipótesis de que el costo del combustible se incrementará en 100%, proporción similar a los demás costos, el sistema diesel eléctrico costaría 27 pesos centroamericanos por 1 000 toneladas-kilómetro.

3/ Se utilizó un costo de 0.25 pesos centroamericanos por litro y un consumo de 19.1 litros por 10^3 toneladas-kilómetro netas.

4/ El costo de electricidad se estimó en 5.4 centavos centroamericanos por kWh para un consumo de 66.5 kWh/1 000 toneladas-kilómetro netas.

/Cuadro 8

Cuadro 8

ISTMO CENTROAMERICANO: COSTO ANUAL DE LA VIA FERREA POR ALTERNATIVA a/

(Millones de pesos centroamericanos)

Alternativa	Diesel eléctrico	Eléctrico
Ciudad Guatemala-ciudad Panamá	140.0	162.5
Ciudad Guatemala-San José	88.5	102.7
Ciudad Guatemala-San Salvador	17.4	20.2
Frontera (México-Guatemala)-San José	105.3	122.2
Frontera (México-Guatemala)-San Salvador	34.2	39.7

a/ Con base en vía totalmente nueva.

III. LA ALTERNATIVA CARRETERA

1. Características y capacidad de la vía

Para comparar los costos ferroviarios con los de vehículos automotores se tomó como base una carretera de dos carriles, pavimentada y con una capacidad de tránsito de 10 000 vehículos diarios. 5/ Asimismo, se estimó que los vehículos de carga representarán el 45%, los autobuses el 5% y los automóviles el 50% del total, y que la carga neta media de los camiones será del orden de las 10 toneladas 6/ para un peso bruto de 15 toneladas, lo que equivale a una relación $\frac{\text{peso bruto}}{\text{peso neto}} = 1.5$

2. Los costos

a) Relación entre las cargas de los vehículos

Estimando un peso bruto de una tonelada para los automóviles, de nueve para los autobuses y de quince para los camiones, la carga de estos últimos (15.0 toneladas) representará el 88% de la carga total: (0.45 x 15) entre (0.45 x 15 + 0.05 x 9 + 0.50) = 0.88.

b) Costo de construcción y conservación

El costo de construcción de la carretera que se utilizó como base de comparación se estimó en 297 000 pesos centroamericanos el kilómetro. Para una vida útil de 20 años y 12% de tasa de interés el costo anual sería de 39 800 pesos centroamericanos.

El costo anual de conservación se calculó en 4 000 pesos centroamericanos el kilómetro lo que dio por resultado un costo anual total por kilómetro de 44 000 pesos centroamericanos. 7/

Para la hipótesis de un incremento relativo de 100% en el precio del petróleo, el costo total anual llegaría a unos 50 000 pesos centroamericanos por kilómetro.

Aplicando estos costos a la longitud de la diferentes alternativas se obtuvieron los valores que aparecen en el cuadro 9.

5/ No se tomó en cuenta la posible ampliación de la carretera porque su saturación se da a un nivel de movilización superior a los 8 000 x 10^6 toneladas-kilómetro (para distancia media de 500 kilómetros), volumen que propicia costos ferroviarios muy inferiores a los carreteros, como se verá más adelante en el desarrollo de los cálculos.

6/ Según el Estudio Centroamericano de Transporte, 1974-1976 (ECAT), los camiones livianos cargan en promedio 3.0 toneladas y los grandes, 14.0 toneladas, lo que para una distribución de 60% de la carga en camiones pesados y 40% en unidades livianas arrojan un resultado de un camión promedio con carga neta de 3 x 0.4 + 14 x 0.6 = 9.6 toneladas.

7/ El costo se estimó con base en datos de otros países, con los ajustes pertinentes en cuanto a mano de obra y costo de petróleo y derivados.

/Cuadro 9

Cuadro 9

ISTMO CENTROAMERICANO: COSTO ANUAL DE CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE VIA CARRETERA POR ALTERNATIVA

(Millones de pesos centroamericanos)

Alternativa	Longitud (km)	Costo	Costo atribuible a carga neta (costo x 0.88)
Ciudad Guatemala-ciudad Panamá	2 100	92.4 (105.0)	81 (92)
Ciudad Guatemala-San José	1 300	57.2 (65.0)	50 (57)
Ciudad Guatemala-San Salvador	250	11.0 (12.5)	10 (11)
Frontera (México-Guatemala)-San José	1 600	70.4 (80.0)	62 (70)
Frontera (México-Guatemala)-San Salvador	500	22.0 (25.0)	19 (22)

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden a un incremento relativo de 100.0% en el combustible.

/c) Costo

c) Costo de operación

Los rendimientos así como los costos unitarios y totales adoptados para el transporte automotor aparecen en el cuadro 10 para dos tipos de vehículos de carga: un camión sencillo de dos ejes con un costo total de 211 pesos centroamericanos por 1 000 kilómetros y un semirremolque de cinco ejes con un costo aproximado de 469 pesos centroamericanos por 1 000 kilómetros.

Considerando que a nivel nacional las unidades de mayor dimensión como el camión de cinco ejes movilizan un 15.0% de la carga, a nivel intercentroamericano se optó por una movilización promedio del 60.0% de la carga en camiones grandes y el resto en camiones de dos ejes, cuyo costo promedio sería de: 0.60 x 468.60 + 0.40 x 211.20 = 366 pesos centroamericanos por 1 000 kilómetros.

Para el promedio de 10 toneladas por unidad el costo resultaría en 37 pesos centroamericanos por 1 000 toneladas-kilómetro netas. En el caso de un incremento relativo de 100% en el combustible, esa cifra se elevaría a 48 pesos centroamericanos por 1 000 toneladas-kilómetro netas.

/Cuadro 10

Cuadro 10

COSTOS DE OPERACION DE VEHICULOS AUTOMOTORES TIPO C2 y C3S2

(Pesos centroamericanos)

	Rendimiento (1 000 km)			Precios unitarios		Costo (1 000 km)		Porcentajes	
	Unidad	C2	C3S2	C2	C3S2	C2	C3S2	C2	C3S2
Total						211.2	468.6	100.0	100.0
Total para un incremento de 100.0% en precios de combustible						256.1	623.2		
Combustibles	litros	125	400	0.25	0.25	31.3	100.0	14.8	21.3
Lubricantes	litros	1.5	6.0	9.1	9.1	13.6	54.6	6.4	11.7
Llantas	juego	0.43 a/	0.47 a/	1 560	6 150	6.7	28.9	3.2	6.2
Depreciación				11 400	63 400	116.0 b/	178.7 c/	54.9	38.1
Operador	horas	20	20	1.3	2.0	26.0	40.0	12.3	8.5
Mantenimiento	valor depreciable del vehículo	0.123 a/	0.084 a/	-	-	17.6	66.4	8.4	14.2

a/ Porcentajes.
b/ Vida útil de 10 años; intereses al 12.0% y 17 400 km al año.
c/ Vida útil de 13 años; intereses al 12.0% y 55 000 km al año.

IV. COMPARACION DE COSTOS Y AHORRO DE COMBUSTIBLE

1. Costos comparativos

Con base en los cálculos desarrollados para determinar los costos ferroviarios (diesel y eléctrico) y carreteros es posible conocer para cada una de las alternativas estudiadas los niveles de carga que permiten costos ferroviarios inferiores a los de autotransporte y entre los primeros los que justifican su electrificación.

En los cuadros A-7, A-8, A-9, A-10 y A-11 se observan los costos correspondientes a cada alternativa por niveles de carga movilizada, tomando en cuenta el tipo de tracción (diesel-eléctrica, eléctrica y automotor), así como el costo por concepto de vía, que se reduce proporcionalmente al crecimiento de la carga, y el de operación que para los fines de este estudio se mantiene constante por toneladas-kilómetro.

Con el objeto de sensibilizar los resultados frente a un posible incremento en los precios de los combustibles, los resultados se calcularon y analizaron frente a un aumento relativo de 100%.

En el cuadro 11 se resumen los cálculos realizados indicando el nivel de movilización, tanto considerando como sin tomar en cuenta un incremento relativo de 100% en el precio del combustible. Cabe señalar que para esos niveles los costos ferroviarios resultan inferiores a los del autotransporte y los del ferrocarril eléctrico, más bajos que los de un diesel eléctrico.

La conjugación de los factores costo de vía y movilización de carga, que se reflejan en los resultados del cuadro 11, indican que la alternativa que demanda menor movilización para justificar el uso de ferrocarril-diesel eléctrico o de eléctrico es ciudad de Guatemala-San Salvador, con aproximadamente 500 millones de toneladas-kilómetro, siendo la ruta ciudad de Guatemala-ciudad de Panamá la que demanda la mayor movilización (4 500 millones de toneladas-kilómetro) para los precios actuales del combustible.

2. Ahorro de combustible

La utilización de un sistema ferroviario eléctrico (hidroelectricidad) en lugar del autotransporte permite ahorrar prácticamente la totalidad del combustible, lo que significa, con base en el cuadro 10, un ahorro de 125 y 400 litros por kilómetro para los camiones "tipo" adoptados en el estudio (C2 y C3S2, respectivamente).

Si se toma en cuenta la composición estimada de los vehículos de carga (40% para C2 y 60% para C3S2), así como una carga de 10 toneladas del camión "tipo", resultaría un ahorro de combustible de:
(125 x 0.4 + 400 x 0.6) entre 10 = 29 litros de diesel por 1 000 toneladas-kilómetro netas o 29 x 0.84 = 24.4 kilogramos.

/Cuadro 11

Cuadro 11

ISTMO CENTROAMERICANO: NIVELES DE MOVILIZACION QUE POSIBILITAN MENORES COSTOS FERROVIARIOS POR ALTERNATIVA

Alternativa	Comparación de costos	Movilización necesaria (10^6 t-km)	
		PC actual	Incremento PC 100.0%
Ciudad Guatemala-ciudad Panamá	de < at	4 000	2 500
	ee < at	4 000	2 500
	ee < de	4 500	3 500
Ciudad Guatemala-San José	de < at	3 000	1 500
	ee < at	3 000	1 500
	ee < de	3 000	1 500
Ciudad Guatemala-San Salvador	de < at	500	300
	ee < at	500	300
	ee < de	550	300
Frontera (México-Guatemala)-San José	de < at	3 000	2 000
	ee < at	3 000	1 500
	ee < de	3 500	2 000
Frontera (México-Guatemala)-San Salvador	de < at	1 000	750
	ee < at	1 000	750
	ee < de	1 250	750

Fuente: Cuadros A-7 a A-11.
Nota: de = costo ferroviario diesel eléctrico.
ee = costo para ferrocarril eléctrico.
at = costo de autotransporte.
PC = precio combustible.

/Si se

Si se utilizara la alternativa del sistema ferroviario diesel eléctrico, el resultado sería de 29 - 19.1 = 9.9 litros por 1 000 toneladas-kilómetro netas u 8.3 kilogramos. 8/

En el cuadro 12 se observan los ahorros de combustible que se obtendrían cuando la carga por ferrocarril alcance los niveles de costo que justifiquen este medio de transporte ya sea diesel-eléctrico o eléctrico (hidroelectricidad). Obviamente tales valores se duplicarían si el precio del combustible se incrementara en forma relativa al 100%.

Según el cuadro 12 el ahorro sobre los precios actuales podría llegar a unos 33 millones de dólares para la alternativa ciudad de Guatemala-ciudad de Panamá en la hipótesis de un ferrocarril electrificado (hidroelectricidad) para un nivel de movilización de 4 500 x 10^6 toneladas-kilómetro.

8/ Véase el costo de operación de los ferrocarriles en el capítulo II.

/Cuadro 12

Cuadro 12

ISTMO CENTROAMERICANO: AHORRO ANUAL DE COMBUSTIBLE DIESEL POR EL USO DEL FERROCARRIL POR ALTERNATIVAS

(Toneladas y miles de pesos centroamericanos)

Alternativa	Sistema diesel eléctrico		Sistema eléctrico b/	
	Peso	Valor a/	Peso	Valor
Ciudad Guatemala-ciudad Panamá	33 200	10 000	109 800	32 900
Ciudad Guatemala-San José	24 900	7 500	73 200	22 000
Ciudad Guatemala-San Salvador	4 200	1 300	12 200	3 700
Frontera (México-Guatemala)-San José	24 900	7 500	73 200	22 000
Frontera (México-Guatemala)-San Salvador	8 300	2 500	24 400	7 300

Fuente: Cuadro 11.
a/ Se adoptó un costo de 300 pesos centroamericanos por tonelada.
b/ Se acepta que la generación es hidroeléctrica.

/V. CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las inversiones estimadas para construir un ferrocarril diesel eléctrico, de acuerdo con la alternativa que se adopte, variarían entre un mínimo de 70 millones de pesos centroamericanos para una reconstrucción, en el caso de la alternativa ciudad de Guatemala-San Salvador, hasta 1 300 millones para una obra nueva entre ciudad de Guatemala-ciudad de Panamá. Tales inversiones se elevarían, respectivamente, a 96 y 1 500 millones de pesos centroamericanos si se tratara de un ferrocarril eléctrico.

2. En términos de costos, la alternativa que demandaría menor movilización para justificar los cambios analizados, o sea, del autotransporte a un ferrocarril diesel eléctrico y a un ferrocarril eléctrico, es ciudad de Guatemala-San Salvador, con alrededor de 500 millones de toneladas-kilómetro netas que se reducen a 300 millones en la hipótesis de que el precio del combustible se incrementara en forma relativa en un 100%.

La demanda de mayor movilización ocurriría en la alternativa ciudad de Guatemala-ciudad de Panamá entre los 4 000 y 4 500 millones de toneladas-kilómetro netas; ésta se reduciría a unos 2 500 millones para el cambio del autotransporte al ferrocarril y a 3 500 millones del ferrocarril diesel eléctrico al eléctrico si el precio del combustible se elevaría relativamente en un 100%.

3. Si se comparan los niveles de carga que justifican la solución ferroviaria con los del comercio entre los países, junto con la movilización ferroviaria en el interior de cada país (1978) se concluye:

a) En el caso de la alternativa ciudad de Guatemala-ciudad de Panamá el comercio entre los países del Istmo arroja un movimiento del orden de los 935 millones de toneladas-kilómetro (véase el cuadro A-4) que, sumados al movimiento ferroviario de 550 millones en el interior de los países, totaliza unos 1 500 millones de toneladas-kilómetro.

b) Para la alternativa ciudad de Guatemala-San Salvador, el movimiento comercial representó en 1978 cerca de 165 millones de toneladas-kilómetro (véase nuevamente el cuadro A-4))y la movilización ferroviaria, 150 millones, lo que suma unos 315 millones de toneladas-kilómetro.

Los valores anteriores sugieren que sólo en el caso de la alternativa ciudad de Guatemala-San Salvador y bajo la condición de un incremento relativo de 100% en el precio del combustible, existe alguna semejanza con el orden de magnitud que justifica la solución ferroviaria. (Véase nuevamente el cuadro 11.)

/Sin embargo

Sin embargo hay que tomar en cuenta que la existencia de un sistema ferroviario eficiente podría atraer nuevas cargas que actualmente utilizan otros modos de transporte. En este sentido bastaría citar el caso de Costa Rica en donde en 1979 se transportaron 3 800 millones de toneladas-kilómetro en camiones medios y pesados, en proporción del 50%.

4. De acuerdo con la información disponible para 1978-1979, se requerirían 109 800 tep para movilizar en camiones los 4 500 millones de toneladas-kilómetro que corresponden al nivel de carga requerido para justificar la construcción del ferrocarril intercentroamericano, en la alternativa ciudad de Guatemala-ciudad de Panamá. En relación con el consumo total de derivados de petróleo en el sector transporte (2.1 millones de tep), las 109 800 tep significarían 5% para la opción hidroeléctrica. En el caso de la alternativa diesel eléctrica el ahorro sería de sólo 2%.

Los reducidos porcentajes anteriores reflejan el hecho de que la movilización necesaria para justificar el ferrocarril es relativamente pequeña en comparación con la que ya realiza el autotransporte. Esta circunstancia refuerza la idea de que el desplazamiento de una parte reducida de la carga de este último medio al ferrocarril cambia las perspectivas que resultan de proyectar la movilización férrea actual.

5. La alternativa de esperar a que la carga llegue a niveles adecuados para hacer viable una solución ferroviaria, implica problemas económicos y sociales ya que el incremento futuro lo absorberá en mayor medida el autotransporte (y el marítimo en su caso), y se crearían en este medio intereses cada vez mayores que harían más difícil el desplazamiento de la carga al ferrocarril.

6. Según los resultados de este estudio preliminar y de carácter general, convendría que, dentro de una política de desarrollo de los ferrocarriles, la acción se concentrara en la reconstrucción y modernización del actual sistema ferroviario, base para una futura ampliación. De esta forma sería posible absorber y atraer mayores volúmenes de carga y determinar la oportunidad del proceso de integración de la red centroamericana, el cual, si se mantienen las actuales características de crecimiento de las cargas, deben realizarse por etapas a partir del tramo ciudad de Guatemala-San Salvador.

Lo anterior sugiere las siguientes medidas generales a nivel centroamericano:

a) Si bien la modernización de los ferrocarriles podrían realizarla los países de manera independiente, debería llevarse a cabo en forma coordinada, para que se establezcan normas y criterios técnicos uniformes de construcción, mantenimiento y operación, base para poder integrar los sistemas en su oportunidad;

b) Las reconstrucciones ferroviarias que impliquen nuevo trazo deberán efectuarse con base en un proyecto (o anteproyecto) de integración, para evitar duplicaciones de vías.

/Anexo

Anexo

Cuadro A-1

ISTMO CENTROAMERICANO: INTERCAMBIO COMERCIAL
ENTRE PAISES, 1978

(Miles de toneladas)

	Total	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
Total	1 370	228	397	364	115	201	65
Costa Rica	189	-	34	18	26	71	40
El Salvador	304	37	-	244	-	21	2
Guatemala	425	32	280	-	53	50	10
Honduras	107	22	-	55	-	25	5
Nicaragua	284	120	75	46	35	-	8
Panamá	61	17	8	1	1	34	-

Fuente: Estadísticas centroamericanas.

/Cuadro A-2

Cuadro A-2

INTERCAMBIO COMERCIAL MEXICO-AMERICA CENTRAL, 1978

(Toneladas)

País	Total	Exportación	Importación
Total (1977)	415 920	304 574	111 346
Costa Rica	35 741	23 929	11 812
El Salvador	41 179	21 437	19 742
Guatemala	206 013	191 880	14 133
Honduras	16 560	14 632	1 928
Nicaragua	49 277	11 726	37 551
Panamá	67 150	40 970	26 180
Total proyectado a 1978 (7.0% anual)	445 000		

Fuente: Secretaría de Programación y Presupuesto, Anuario estadístico de comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos.

/Cuadro A-3

Cuadro A-3

ISTMO CENTROAMERICANO: MOVIMIENTO COMERCIAL PORTUARIO, 1979

(Miles de toneladas)

País	Total	Vertiente	
		Atlántico	Pacífico
Total	15 695	10 352	5 343
Costa Rica	2 895	2 106	789
El Salvador	1 521	-	1 521
Guatemala	3 237	1 974	1 263
Honduras	3 089	2 930	159
Nicaragua	909	38	871
Panamá a/	4 044	3 304	740

Fuente: Información proporcionada por los países.
a/ Datos de 1978.

/Cuadro A-4

Cuadro A-4

ISTMO CENTROAMERICANO: TONELADAS-KILOMETRO INVOLUCRADAS EN EL COMERCIO ENTRE PAISES, 1978

Tramo	Kilómetros[a/]	Carga (miles de toneladas)	Toneladas-kilómetro netas (millones)
Total		1 370	935.0
Guatemala-El Salvador	312	524	164.0
Guatemala-Honduras	728	108	79.0
Guatemala-Nicaragua	1 030	96	99.0
Guatemala-Costa Rica	1 578	50	79.0
Guatemala-Panamá	2 500	11	27.0
El Salvador-Honduras	416	-	-
El Salvador-Nicaragua	718	96	69.0
El Salvador-Costa Rica	1 265	71	90.0
El Salvador-Panamá	2 165	10	22.0
Honduras-Nicaragua	475	60	29.0
Honduras-Costa Rica	1 022	48	49.0
Honduras-Panamá	1 922	6	12.0
Nicaragua-Costa Rica	547	191	104.0
Nicaragua-Panamá	1 447	42	61.0
Costa Rica-Panamá	900	57	51.0
Distancia media	682		

a/ Los tramos en donde no existe vía férrea se calcularon con base en la longitud carretera incrementada en un 20.0%.

/Cuadro A-5

Cuadro A-5

INTERCAMBIO COMERCIAL TERRESTRE MEXICO-CENTROAMERICA, 1978

(Toneladas-kilómetro)

Movimiento	Kilómetros	Toneladas (miles)	Toneladas-kilómetro (millones)
Total (1977)			400.7
Frontera (México-Guatemala)-San José	1 877	36	67.6
Frontera (México-Guatemala)-San Salvador	612	41	2.5
Frontera (México-Guatemala)-Guatemala	300	206	61.8
Frontera (México-Guatemala)-Tegucigalpa	1 028	17	17.5
Frontera (México-Guatemala)-Managua	1 330	49	65.2
Frontera (México-Guatemala)-Panamá	2 777	67	186.1
Total proyectado a 1978 (7.0% anual)			430.0

/Cuadro A-6

Cuadro A-6

ISTMO CENTROAMERICANO: CARGA MOVILIZABLE POR ALTERNATIVA, 1978

Alternativa	Toneladas (miles)	Toneladas-kilómetro netas (millones)
Ciudad Guatemala-ciudad Panamá	1 370	935
Ciudad Guatemala-San José	1 244	775
Ciudad Guatemala-San Salvador	524	164
Frontera (México-Guatemala)-San José	1 508	1 005
Frontera (México-Guatemala)-San Salvador	788	233

Fuente: Cuadros A-1, A-2, A-4 y A-5.

/Cuadro A-7

Cuadro A-7

CIUDAD GUATEMALA-CIUDAD PANAMA: COSTOS COMPARATIVOS POR TIPO DE TRACCION

(Pesos centroamericanos)

t-km (10^6)	Tipo de tracción	Número de vías o carriles	Costos netos (1 000 t-km) Total	Vía	Operación
1 000	diesel eléctrica	1	162 (167)	140	22 (27)
	eléctrica	1	180	163	17
	automotor	2	118 (140)	81 (92)	37 (48)
2 000	diesel eléctrica	1	92 (97)	70	22 (27)
	eléctrica	1	99	82	17
	automotor	2	78 (94)	41 (46)	37 (48)
3 000	diesel eléctrica	1	69 (74)	47	22 (27)
	eléctrica	1	71	54	17
	automotor	2	64 (79)	27 (31)	37 (48)
3 500	diesel eléctrica	1	62 (67)	40	22 (27)
	eléctrica	1	64	47	17
	automotor	2	60 (74)	23 (26)	37 (48)
4 000	diesel eléctrica	1	57 (62)	35	22 (27)
	eléctrica	1	58	41	17
	automotor	2	57 (71)	20 (23)	37 (48)
4 500	diesel eléctrica	1	53 (58)	31	22 (27)
	eléctrica	1	53	36	17
	automotor	2	55 (68)	18 (20)	37 (48)

Fuente: Cuadros 8, 9 y 10.
Nota: Los costos entre paréntesis representan los correspondientes a un aumento relativo de 100.0% en el precio del combustible.

/Cuadro A-8

Cuadro A-8

CIUDAD DE GUATEMALA-SAN JOSE: COSTOS COMPARATIVOS POR TIPO DE TRACCION

(Pesos centroamericanos)

t-km (10^6)	Tipo de tracción	Número de vías o carriles	Costos netos (1 000 t-km) Total	Vía	Operación
1 000	diesel eléctrica	1	111 (116)	89	22 (27)
	eléctrica	1	120	103	17
	automotor	2	87 (105)	50 (57)	37 (48)
1 500	diesel eléctrica	1	81 (86)	59	22 (27)
	eléctrica	1	86	69	17
	automotor	2	70 (86)	33 (38)	37 (48)
2 000	diesel eléctrica	1	67 (72)	45	22 (27)
	eléctrica	1	69	52	17
	automotor	2	62 (77)	25 (29)	37 (48)
3 000	diesel eléctrica	1	52 (57)	30	22 (27)
	eléctrica	1	51	34	17
	automotor	2	54 (67)	17 (19)	37 (48)

Fuente: Cuadros 8, 9 y 10.
Nota: Los costos entre paréntesis representan los correspondientes a un aumento relativo de 100.0% en el precio del combustible.

/Cuadro A-9

Cuadro A-9

CIUDAD GUATEMALA-SAN SALVADOR: COSTOS COMPARATIVOS POR TIPO DE TRACCIÓN

(Pesos centroamericanos)

t-km (10^6)	Tipo de tracción	Número de vías o carriles	Costos netos (1 000 t-km) Total		Vía		Operación	
200	diesel eléctrica	1	107	(112)	85		22	(27)
	eléctrica	1	117		100		17	
	automotor	2	87	(103)	50	(55)	37	(48)
300	diesel eléctrica	1	79	(84)	57		22	(27)
	eléctrica	1	84		67		17	
	automotor	2	70	(85)	33	(37)	37	(48)
400	diesel eléctrica	1	65	(70)	43		22	(27)
	eléctrica	1	67		50		17	
	automotor	2	62	(76)	25	(28)	37	(48)
500	diesel eléctrica	1	56	(61)	34		22	(27)
	eléctrica	1	57		40		17	
	automotor	2	57	(70)	20	(22)	37	(48)

Fuente: Cuadros 8, 9 y 10.
Nota: Los costos entre paréntesis representan los correspondientes a un aumento relativo de 100.0% en el precio del combustible.

/Cuadro A-10

Cuadro A-10

FRONTERA (MEXICO-GUATEMALA)-SAN JOSE: COSTOS COMPARATIVOS POR TIPO DE TRACCION

(Pesos centroamericanos)

t-km (10^6)	Tipo de tracción	Número de vías o carriles	Costo neto (1 000 t-km) Total		Vía		Operación	
1 000	diesel eléctrica	1	128	(155)	106		22	(27)
	eléctrica	1	139		122		17	
	automotor	2	99	(118)	62	(70)	37	(48)
2 000	diesel eléctrica	1	75	(80)	53		22	(27)
	eléctrica	1	78		61		17	
	automotor	2	68	(83)	31	(35)	37	(48)
2 500	diesel eléctrica	1	64	(69)	42		22	(27)
	eléctrica	1	66		49		17	
	automotor	2	62	(76)	25	(28)	37	(48)
3 000	diesel eléctrica	1	57	(62)	35		22	(27)
	eléctrica	1	58		41		17	
	automotor	2	58	(71)	21	(23)	37	(48)

Fuente: Cuadros 8, 9 y 10.
Nota: Los costos entre paréntesis representan los correspondientes a un aumento de 100.0% en el precio del combustible.

/Cuadro A-11

Cuadro A-11

FRONTERA (MEXICO-GUATEMALA)-SAN SALVADOR: COSTOS COMPARATIVOS POR TIPO DE TRACCION

(Pesos centroamericanos)

t-km (10^6)	Tipo de tracción	Número de vías o carriles	Costos netos (1 000 t-km) Total		Vía		Operación	
300	diesel eléctrica	1	135	(140)	113		22	(27)
	eléctrica	1	150		133		17	
	automotor	2	100	(121)	63	(73)	37	(48)
500	diesel eléctrica	1	90	(95)	68		22	(27)
	eléctrica	1	97		80		17	
	automotor	2	75	(92)	38	(44)	37	(48)
750	diesel eléctrica	1	67	(72)	45		22	(27)
	eléctrica	1	70		53		17	
	automotor	2	62	(77)	25	(29)	37	(48)
1 000	diesel eléctrica	1	56	(61)	34		22	(27)
	eléctrica	1	57		40		17	
	automotor	2	56	(70)	19	(22)	37	(48)

Fuente: Cuadros 8, 9 y 10.
Nota: Los costos entre paréntesis representan los correspondientes a un aumento relativo de 100.0% en el precio del combustible.