COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA
DEL ISTMO CENTROAMERICANO

LIMITADO
CCE/SC.5/IV/DI.6
20 de mayo de 1981

Subcomité Centroamericano de Electrificación
y Recursos Hidráulicos
Cuarta reunión, Panamá, 27 a 29 de mayo de 1981

EL USO DE ENERGETICOS ALTERNOS A LOS HIDROCARBUROS EN EL SECTOR TRANSPORTE DEL ISTMO CENTROAMERICANO

(Versión preliminar resumida)

81-5-336

PRESENTACION

Se presenta a manera de adelanto una versión preliminar resumida del documento en proceso de elaboración denominado "Uso de energéticos alternos a los hidrocarburos en el sector transporte".

Sobre la base de consumos típicos de energéticos para el transporte de personas y cargas para diversos medios de transportes se estiman en forma muy preliminar los efectos que sobre los requerimientos de electricidad e hidrocarburos tendrían distintos grados de electrificación en los transportes. Cabe mencionar que los resultados obtenidos están condicionados por la poca información estadística confiable disponible, así como por las hipótesis adoptadas.

/Los transportes

Los transportes representan uno de los sectores más importantes en la economía de los países del Istmo Centroamericano como se puede apreciar por las siguientes cifras indicativas correspondientes al año de 1978: en materia de autotransporte unos 56 000 kilómetros de carreteras y 560 000 unidades en total; en transporte ferroviario 4 500 kilómetros de vías férreas y 550 millones de toneladas-kilómetro de carga neta manejada; en transporte aéreo 1.5 millones de pasajeros y en transporte marítimo unas 14.0 millones de toneladas de carga movilizada en los puertos.

De los modos de transporte mencionados sólo en el carretero y ferroviario se puede al presente desplazar los hidrocarburos por energéticos disponibles en la región como serían el alcohol y la electricidad generada de fuentes locales. En lo que sigue nos referiremos solamente a la posibilidad de electrificación de los medios de transporte antes indicados.

Los combustibles derivados del petróleo son los energéticos utilizados en el sector transporte —exceptuando el ferrocarril al Pacífico en Costa Rica— y su consumo alcanzó un total de 2.2 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep) con un valor superior a los 500 millones de pesos centroamericanos en 1978. De éstas unas 9/10 partes correspondieron a los autotransportes y el resto a los ferrocarriles, aviones y barcos. Cabe mencionar que el consumo total de hidrocarburos en la región fue de 5.3 millones de toneladas equivalentes de petróleo para el año en referencia.

En lo que concierne a los autotransportes y para el año de 1978 los camiones consumieron prácticamente la mitad de la demanda, ocupando sólo la tercera parte del parque automotriz. Los automóviles que cubrieron un 62% de las unidades rodantes consumieron un 40% de los hidrocarburos y el resto, ligeramente mayor de 10%, correspondió a los autobuses. (Véase el cuadro 1.)

/Cuadro 1

Cuadro 1

ISTMO CENTROAMERICANO: CONSUMO DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR AUTOTRANSPORTE, 1978

	Vehículos		Consumo de Hidrocarburos		
	Miles de unidades	Porcentaje	Por unidad (tep/año)	Total Miles de tep/año	Porcentaje
Total	648	100	3.2	2 060	100
Autos	405	62	2.0	810	39
Autobús	25	5	10.0	250	12
Camión	218	33	4.6	1 000	49

Fuente: CEPAL.

/Para obtener

Para obtener una primera estimación de lo que se podría lograr mediante la electrificación progresiva de los transportes se adoptaron las siguientes hipótesis de trabajo con referencia a los datos disponibles para 1970: como alternativa baja o inicial se considerarían electrificados los autobuses en un 25% y los ferrocarriles en su totalidad. En una segunda etapa (alternativa intermedia) en adición a lo anterior, se electrificaría un 25% de los automóviles --de los cuales 4/5 partes serían reemplazados por trolebuses y el quinto restante pasarían a carros eléctricos--. Asimismo, un 25% de los camiones transferirían su carga a trenes eléctricos. En una etapa posterior (alternativa alta) se electrificarían en total un 50% de los automóviles, pasando la mitad a carros eléctricos y la otra mitad a trolebuses; los camiones de carga y el ferrocarril se electrificarían al igual que en la alternativa intermedia. (Véase el cuadro 2.)

Para estimar los resultados que se obtendrían de la aplicación de las hipótesis mencionadas, se consideraron por separado el transporte de personas y el de carga. Se establecieron en cada caso consumos unitarios de hidrocarburos, electricidad y energía calórica.

En lo que concierne al transporte de personas los resultados indican que por millar de pasajeros-kilómetro se requerirían: en vehículos de combustión interna 42.5 kilogramos equivalentes de petróleo para un automóvil y 5.5 para un autobús; en unidades con tracción eléctrica el automóvil consumiría 195 kWh y el trolebús 36. En términos de energía calórica por millar de pasajeros-kilómetro los requerimientos variarían de 447 kilocalorías para un automóvil de combustión interna a 31 en un trolebús. (Véase el cuadro 3.)

En materia de transporte de carga para un millar de toneladas-kilómetro (carga neta) un camión diesel requeriría 37.5 kilogramos equivalentes de petróleo y el ferrocarril diesel eléctrico 13.7, mientras que el tren eléctrico utilizaría 66.5 kWh. Los consumos calóricos variarían desde 382 kilocalorías hasta 57.2 por tonelada-kilómetro neta entre un camión diesel y el ferrocarril eléctrico. (Véase el cuadro 4.)

/Cuadro 2

Cuadro 2

ISTMO CENTROAMERICANO: ALTERNATIVAS DE USO DE ELECTRICIDAD EN EL SECTOR TRANSPORTE

(Porcentaje)

	Gasolina o diesel	Electricidad
1. Situación actual		
Automóviles	100.0	-
Autobuses	100.0	-
Camiones	100.0	-
Ferrocarril	92.0	8.0 a/
2. Alternativa baja		
Automóviles	100.0	-
Autobuses	75.0	25.0 c/
Camiones	100.0	-
Ferrocarril	-	100.0 d/
3. Alternativa intermedia		
Automóviles	75.0	5.0 b/ + 20.0 c/
Autobuses	75.0	25.0 c/
Camiones	75.0	25.0 d/
Ferrocarril	-	100.0 d/
4. Alternativa alta		
Automóviles	50.0	25.0 b/ + 25.0 c/
Autobuses	50.0	50.0 c/
Camiones	75.0	25.0 d/
Ferrocarril	-	100.0 d/

a/ Participación del ferrocarril al Pacífico en Costa Rica.
b/ Transferencia a automóvil eléctrico.
c/ Transferencia a trolebús.
d/ Transferencia a ferrocarril eléctrico.

/Cuadro 3

Cuadro 3

ISTMO CENTROAMERICANO: CONSUMO DE ENERGETICOS PARA EL TRANSPORTE DE PERSONAS

Medio de transporte	Número de personas promedio	Peso nominal promedio (ton)	Hidrocarburos (kg)			Electricidad (kWh)			Energía (kCal)		
			Por miles de km	Por miles de t-km a/	Por miles de p-km b/	Por miles de km	Por miles de t-km	Por miles de p-km	km	t-km	p-km
Automóvil de gasolina	2	1.0	85	85	42.5				893	893	447
Automóvil eléctrico	2	1.0				390	390	195	335	335	167
Autobús diesel	40	9.0	220	24	5.5				2 236	248	56
Trolebús	55	12.0				2 000	167	36	1 720	143	31

a/ t-km = tonelada kilómetro.
b/ p-km = pasajero kilómetro.

/Cuadro 4

Cuadro 4

ISTMO CENTROAMERICANO: CONSUMO DE ENERGETICOS PARA EL TRANSPORTE DE CARGA

Medio de transporte	Carga bruta	Carga neta	CB/CN	Hidrocarburos (kg)			Electricidad (kWh)		Energía (kCal)		
				Por miles de km	Por miles de t-km a/	Por miles de t-km netas	Por miles de t-km	Por miles de t-km netas	km	t-km	t-km netas
Camión diesel	30	18	1.7	672	22.4	37.5			70	228	382
Ferrocarril diesel eléctrico			1.9		7.2	13.7				74	141
Ferrocarril eléctrico			1.9				35	66.5		30	57

a/ t-km = tonelada kilómetro.

/De los

De los indicadores anteriores se pueden derivar tanto las relaciones electricidad/hidrocarburos como las correspondientes a energía calórica para las alternativas de substitución entre los diversos medios de transporte. Así tenemos que, en lo concerniente a personas-kilómetro transportadas, los kWh requeridos para desplazar un kilogramo de petróleo equivalente de hidrocarburos serían de: 6.50 para pasar de autobús a trolebús; 4.5 de automóvil de gasolina a automóvil eléctrico y 0.85 para desplazar automóviles de gasolina por trolebuses. Las proporciones de energía calórica requeridas para los cambios mencionados serían de 55%, 37% y 7%, respectivamente. (Véase el cuadro 5.)

En materia de toneladas-kilómetro de carga neta transportada, para substituir los ferrocarriles diesel-eléctricos y camiones diesel por ferrocarriles-eléctricos, los requerimientos de electricidad (kWh) por kilogramo equivalente de petróleo de hidrocarburos serían 4.85 y 1.77 respectivamente. Asimismo, los porcentajes de energía calórica requeridos serían de 41% y 15% para las substituciones en el orden mencionado. (Véase nuevamente el cuadro 5.)

La aplicación de las relaciones kWh/kg antes mencionadas a las alternativas de substitución entre medios de transporte, de acuerdo a la hipótesis denominada intermedia, significaría un aumento en la demanda eléctrica de unos 1 200 GWh, que equivale a un 14% de los requerimientos totales para el año de 1978 en referencia. Los consumos mayoritarios de electricidad corresponden a la movilización de pasajeros en trolebuses con un 45% del total y al desplazamiento de carga camionera a ferrocarril eléctrico con un 37%, que corresponden a su vez a los desplazamientos que tendrían mayor impacto en materia de transporte de personas y carga, de acuerdo con la hipótesis considerada. (Véase el cuadro 6.) En lo que respecta a las hipótesis baja y alta, cálculos similares indican que las demandas eléctricas adicionales oscilarían entre 450 y 2 400 GWh, respectivamente.

/Cuadro 5

Cuadro 5

ISTMO CENTROAMERICANO: RELACIONES ENERGETICAS POR TIPO DE SUBSTITUCION

Tipo de substitución	Relación calórica	
	kWh/kg	Porcentaje
Transporte de personas a/		
Autobús diesel a trolebús	6.50	55
Automóvil de gasolina a automóvil eléctrico	4.50	33
Automóvil de gasolina a trolebús	0.85	7
Transporte de carga b/		
Ferrocarril diesel eléctrico a ferrocarril eléctrico	4.85	41
Camión diesel a ferrocarril eléctrico	1.77	15

Fuente: Cuadros 3 y 4.
a/ Referida a pasajeros-kilómetros.
b/ Referida a toneladas-kilómetros.

/Cuadro 6

Cuadro 6

ISTMO CENTROAMERICANO: AUMENTO DE DEMANDA ELECTRICA POR SUBSTITUCION DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR TRANSPORTE

(Alternativa intermedia)

Tipo de substitución	Demanda eléctrica (GWh)	Porcentaje
Total	1 204	100
Transporte de personas		
Autobús diesel a trolebús	410	34
Automóvil de gasolina a automóvil eléctrico	182	15
Automóvil a trolebús	137	11
Transporte de carga		
Ferrocarril diesel eléctrico a eléctrico	34	3
Camión diesel a ferrocarril eléctrico	441	37

Fuente: Cuadros 2, 3 y 4.

/Para la

Para la misma hipótesis intermedia los ahorros en materia de hidrocarburos serían de unas 521 000 toneladas equivalentes de petróleo que representarían un 10% de la demanda total de hidrocarburos y más del 20% de los requerimientos del sector para 1978. Los mayores ahorros corresponderían a las substituciones de camiones diesel por ferrocarril eléctrico y de automóviles de gasolina por trolebuses, situación que se repite con pequeñas variaciones en lo que se refiere al ahorro de energía calórica. (Véase el cuadro 7.) Para las hipótesis baja y alta mencionadas, los ahorros en hidrocarburos oscilarían entre 70 000 y 790 000 toneladas de petróleo, respectivamente.

/Cuadro 7

Cuadro 7

ISTMO CENTROAMERICANO: AHORRO DE ENERGETICOS POR SUBSTITUCION DE HIDROCARBUROS POR ELECTRICIDAD EN EL SECTOR TRANSPORTE

(Alternativa intermedia)

Tipo de substitución	Hidrocarburos		Energía calórica	
	Miles de tep	Porcentaje	Tera calorías	Porcentaje
Total	521	100	4 287	100
Transporte de personas				
Automóvil de gasolina a trolebús	162	31	1 534	36
Autobús diesel a trolebús	63	12	293	7
Automóvil de gasolina a automóvil eléctrico	40	8	259	6
Transporte de carga				
Camión diesel a ferrocarril eléctrico	249	48	2 156	50
Ferrocarril diesel eléctrico a ferrocarril eléctrico	7	1	45	1

Fuente: Cuadros 2, 3, y 4.