

LA INTERCONEXION ELECTRICA GUATEMALA-EL SALVADOR

II. Incidencia en la interconexión del aumento de los precios de los combustibles derivados del petróleo y de dos alternativas del programa de obras de generación del INDE de Guatemala

Addendum complementario elaborado por el señor Rafael Carrillo Lara, experto de la Oficina de Cooperación Técnica de las Naciones Unidas, asignado al Programa de Integración Económica Centroamericana.

Este informe no ha sido aprobado oficialmente por la Oficina de Cooperación Técnica de las Naciones Unidas, la que no comparte necesariamente las opiniones aquí expresadas.

INDICE

	<u>Página</u>
I. Introducción	1
II. Programa de obras de generación del Instituto Nacional de Electrificación de Guatemala	3
III. Costo de generación en centrales termoeléctricas	4
1. Precios de los combustibles	4
2. Rendimiento de las unidades termoeléctricas y costo por kWh	4
3. Costo de unidades generadoras	6
IV. Bases para la interconexión	8
V. Consideraciones económicas	9
VI. Conclusiones y recomendaciones	15

I. INTRODUCCION

La Secretaría General de la Presidencia de la República de Guatemala solicitó en septiembre de 1973 la opinión de la CEPAL sobre un estudio de interconexión eléctrica entre Guatemala y El Salvador elaborado por la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEG), solicitud a la que se atendió en el documento: La interconexión eléctrica Guatemala-El Salvador.

I. Análisis de la factibilidad de la interconexión del Sistema Central de Guatemala y el Sistema CEL de El Salvador (CEPAL/MEX/73/21; TAO/LAT/131, octubre 1973).

Para determinar la factibilidad del proyecto de la EEG se analizaron inicialmente las características de la demanda y del suministro de potencia y energía tanto de Guatemala como de El Salvador en cada estación (lluviosa y seca) y durante un período de diez años, con base en las proyecciones y programas de desarrollo del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) de Guatemala, y de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) de El Salvador. Se estimaron asimismo los costos de generación de las centrales termoeléctricas y los de las nuevas unidades generadoras que muy probablemente se precisaría instalar en Guatemala (1975 y 1979) para atender el crecimiento de la demanda eléctrica de no llevarse a cabo la interconexión proyectada. Por otro lado, se determinaron los sobrantes aproximados de energía hidroeléctrica y las disponibilidades termoeléctricas del sistema de la CEL --también en cada estación del mismo período-- que podrían ser utilizados en sustitución de la energía generada en centrales de vapor, gas y diesel en Guatemala.

Los beneficios económicos del proyecto se determinaron estimando, por un lado, los gastos de inversión y de mantenimiento de las obras de interconexión proyectadas (línea de transmisión y subestaciones), y el costo del combustible que utilizaría la CEL para generar en sus plantas de vapor la energía adicional que se enviaría a Guatemala, y, por otro, el ahorro que significaría la disminución en combustible, inversiones y costos fijos de operación y mantenimiento de las unidades térmicas que

/necesitaria

necesitaría Guatemala para obtener la energía equivalente. De ese cálculo resultó que la interconexión podría significar para Guatemala, durante el período considerado, un ahorro neto no menor a 5 millones de dólares, con una rentabilidad superior al 60 por ciento, siempre que las obras quedaran terminadas en el primer semestre de 1975.

La crisis mundial de energéticos y los sustanciales aumentos de los precios de los combustibles derivados del petróleo observados en los mercados internacionales en los últimos meses han aconsejado a la Secretaría de la CEPAL actualizar los cálculos económicos del proyecto de interconexión, y consecuentemente el documento presentado en octubre pasado.

II. PROGRAMA DE OBRAS DE GENERACION DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACION DE GUATEMALA

En el estudio original del proyecto de interconexión se utilizó como base de comparación el siguiente programa-calendario de expansión del INDE; enero de 1975, unidades diesel, 28 MW; julio de 1976, unidad de vapor, 66 MW; diciembre de 1976, unidad de vapor, 66 MW; enero de 1979, turbina de gas, 16 MW; enero de 1981, Proyecto Hidroeléctrico Chixoy, 230 MW, y enero de 1983, Proyecto Hidroeléctrico Chixoy, 80 MW.

En este anexo se ha considerado conveniente ampliar la investigación para considerar las dos alternativas complementarias que se indican enseguida:

Alternativa 1: El INDE dejaría de instalar la planta diesel de 28 MW y la de gas de 16 MW, que en nuestro informe anterior se había supuesto iniciarían operaciones en 1975 y en 1979, respectivamente.

La inclusión de esta alternativa en este anexo obedece a que, según información reciente recibida del INDE, no están contempladas oficialmente en su programa de desarrollo las plantas diesel y de gas antes señaladas.

Alternativa 2: El INDE instalaría en 1979 una planta térmica adicional de gas de 50 MW, y no efectuaría instalación adicional alguna en 1975.

III. COSTO DE GENERACION EN CENTRALES TERMoeLECTRICAS

1. Precios de los combustibles

Las estimaciones de los precios de los combustibles diesel y bunker C del estudio original han quedado notablemente alteradas por las alzas registradas durante las últimas semanas. Las nuevas estimaciones correspondientes a 1973 están basadas en las cotizaciones vigentes para el INDE y la EEG al 7 de noviembre de este año. (Véase el cuadro 1.) Para 1974 se supuso, conservadoramente, que el precio del bunker C sería igual al del petróleo crudo fijado por la República de Venezuela a mediados del presente mes de noviembre. El precio del diesel se calculó, también conservadoramente, postulando que mantendría la proporción histórica que lo relaciona al del bunker C. Por otro lado, como en el estudio anterior, se mantuvieron las hipótesis de un incremento en los precios del 5 por ciento y se estimó para la CEL de El Salvador un precio igual al del INDE de Guatemala.

2. Rendimiento de las unidades termoeléctricas y costo por kWh

Conforme a lo dicho hasta aquí, los índices de rendimiento de las unidades de generación térmica no sufrían alteración alguna. Las cifras correspondientes se reproducen a continuación:

a) Plantas actualmente en operación

EEG

- 1) La Laguna, vapor (promedio de las cuatro unidades): 9.5 kWh por galón de bunker C
- 2) La Laguna, gas: 7.6 kWh por galón de diesel

INDE

- 1) Escuintla, vapor: 12.0 kWh por galón de bunker C
- 2) Escuintla, gas: 7.6 por galón de diesel

CEL

- Acajutla, vapor: 11.6 kWh por galón de bunker C

Cuadro 1

PRECIOS DEL COMBUSTIBLE DIESEL Y BUNKER C, 1973 A 1984

(Centavos de dólar por galón)

Año	Guatemala				El Salvador
	EEG		INDE		CEL (Bunker C)
	Bunker C	Diesel	Bunker C	Diesel	
1973 ^{a/}	11.30	19.89	10.46	19.10	10.46
1974 ^{b/}	16.70	29.39	16.70	29.39	16.70
1975 ^{c/}	17.53	30.86	17.53	30.86	17.53
1976	18.41	32.40	18.41	32.40	18.41
1977	19.33	34.02	19.33	34.02	19.33
1978	20.30	35.72	20.30	35.72	20.30
1979	21.31	37.51	21.31	37.51	21.31
1980	22.38	39.39	22.38	39.39	22.38
1981	23.50	41.36	23.50	41.36	23.50
1982	24.67	43.43	24.67	43.43	24.67
1983	25.90	45.60	25.90	45.60	25.90
1984	27.19	47.88	27.19	47.88	27.19

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala (EEG) y estimaciones de la CEPAL.

a/ Precios vigentes en Guatemala al 7 de noviembre de 1973.

b/ Estimados a base del precio fijado por Venezuela a mediados de noviembre de 1973, de 7 dólares por barril de crudo de 42 galones.

c/ 5 por ciento anual de incremento de 1975 en adelante.

b) Instalaciones futuras

INDE

- 1) Unidades de vapor de 66 MW: 12.8 kWh/galón de bunker C
- 2) Unidades diesel de velocidad media: 14.1 kWh/galón de diesel (no analizadas en detalle en este anexo pero incluidas para efectos comparativos con el estudio original)

Los costos de generación de las centrales termoeléctricas obtenidos a base de los precios y rendimientos anotados figuran en el cuadro 2.

3. Costo de unidades generadoras

La inversión y los gastos fijos de operación y mantenimiento de la turbina de gas de 50 MW de la alternativa 2 se han estimado como sigue:

	<u>Dólares</u>
1) Inversión por kW	120
2) Inversión total	6 000 000
3) Gastos fijos anuales de operación y mantenimiento	75 000

Cuadro 2

GUATEMALA-EL SALVADOR: COSTO VARIABLE DE GENERACION (COMBUSTIBLE) EN
LAS CENTRALES TERMoeLECTRICAS DEL SISTEMA CENTRAL INTERCONECTADO Y
DEL SISTEMA CEL, 1975 A 1984 a/

(Milésimos de dólar por kWh)

Año	Guatemala						El Salvador CEL	
	EEG		INDE				Vapor	
	Vapor	Gas	Vapor		Gas	Diesel ^{b/}	(33 MW)	(66 MW)
		(33 MW)	(66 MW)					
1975	18.5	40.6	14.6	-	40.6	21.9	15.1	-
1976	19.4	42.6	15.3	14.4	42.6	23.0	15.9	-
1977	20.4	44.8	16.1	15.1	44.8	24.1	16.7	-
1978	21.4	47.0	16.9	15.8	47.0	25.3	17.5	-
1979	22.5	49.4	17.8	16.6	49.4	26.6	18.4	-
1980	23.6	51.8	18.7	17.5	51.8	27.9	19.3	-
1981	24.8	54.4	19.6	18.3	54.4	29.3	20.2	18.4
1982	26.0	57.1	20.6	19.2	57.1	30.8	21.2	19.3
1983	27.3	60.0	21.6	20.2	60.0	32.3	22.3	20.2
1984	28.7	63.0	22.7	21.2	63.0	34.0	23.4	21.2

Fuente: CEPAL, a base de información suministrada por las empresas eléctricas respectivas.

a/ Para calcular el costo total variable de generación, es necesario agregar las siguientes cantidades por concepto de gastos de operación y mantenimiento:

Turbinas de gas: 0.4 milésimos de dólar/kWh,

Unidades diesel: 1.5 milésimos de dólar/kWh.

b/ Unidades futuras de 600 a 900 r.p.m. (Incluidas para efectos comparativos.)

IV. BASES PARA LA INTERCONEXION

Como se señala en el estudio básico, las proyecciones de la demanda y el suministro de potencia y energía señalan la necesidad de instalar en Guatemala unidades de gas o diesel con una potencia mínima de 22 MW en 1975 y de 35 MW adicionales para 1980.

Al no haberse programado dichas inversiones, la interconexión con El Salvador parece revestir mayor importancia puesto que, además de permitir a Guatemala mantener reservas adecuadas de potencia para la operación del sistema central interconectado se garantizaría la continuidad del servicio eléctrico.

En el caso de que el INDE se pronunciase por la alternativa 2, la interconexión permitiría ahorrar los costos de la instalación, operación y mantenimiento de la turbina de gas de 50 MW considerada en la misma.

Los intercambios de energía calculados en el estudio original se mantendrán, obviamente, sin alteración.

V. CONSIDERACIONES ECONOMICAS

Las estimaciones de los beneficios económicos que la interconexión representaría para los países participantes fueron presentadas en el estudio original tomando en cuenta además de la disminución de gastos de combustible que habría de significar para Guatemala sustituir energía térmica de vapor, gas y diesel por los excedentes hidroeléctricos y de vapor de El Salvador, la disminución en inversiones y costos fijos de operación y mantenimiento de 44 MW en unidades diesel y de gas que aquel país habría de instalar en 1975 y 1979.

En este anexo se han recalculado los ahorros de la disminución de generación térmica en Guatemala con base en los nuevos precios del combustible, y se consideran también las dos alternativas indicadas anteriormente: en un caso, no se llevaría a cabo instalación térmica adicional alguna, y en otro, el INDE instalaría en 1979 una turbina de gas de 50 MW.

En cuanto a la proyección de los gastos se partió de los conceptos analizados originalmente, que incluyen la inversión requerida para las obras de interconexión, los costos de operación y mantenimiento de dichas obras y el combustible que requeriría el Sistema de la CEL para generar la energía adicional de sus centrales a vapor en sustitución de la de las turbinas de gas y de las unidades diesel de Guatemala.

Los ahorros netos que resultan de las dos alternativas analizadas ascienden a 7.0 millones de dólares para la primera y a 13.5 para la segunda. Dichos ahorros, actualizados a diferentes tasas de interés, arrojarían rentabilidades superiores al 75 por ciento en el primer caso y al 100 por ciento en el segundo. (Véanse los cuadros 3 y 4.) Por otra parte, la interconexión habría de significar para Guatemala, de acuerdo con las estimaciones realizadas, un ahorro neto en divisas de 9.7 millones de dólares en un caso y de 14.6 en el otro. (Véanse los cuadros 5 y 6.)

Cuadro 3

GUATEMALA-EL SALVADOR: VALOR PRESENTE DE LOS AHORROS NETOS DE LA INTERCONEXION,
1975 A 1984. ALTERNATIVA 1

(Miles de dólares)

	Total	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
I. Ahorros	<u>13 518</u>	<u>4 771</u>	<u>116</u>	<u>3 805</u>	<u>2 349</u>	<u>1 954</u>	<u>307</u>	<u>216</u>	-	-	-
Disminución en generación térmica											
Centrales a vapor	9 746	999	116	3 805	2 349	1 954	307	216	-	-	-
Gas y diesel	3 772	3 772									
Disminución en inversiones a/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Disminución en gastos fijos de operación y mantenimiento a/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II. Gastos	<u>6 479</u>	<u>5 750</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>
Obras de interconexión b/											
Inversión	4 141	4 141	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de operación y mantenimiento	810	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
Combustible adicional en El Salvador	1 528	1 528	-	-	-	-	-	-	-	-	-
III. Ahorros netos (I-II)	<u>7 039</u>	<u>-979</u>	<u>35</u>	<u>3 724</u>	<u>2 268</u>	<u>1 873</u>	<u>226</u>	<u>135</u>	<u>-81</u>	<u>-81</u>	<u>-81</u>
IV. Valor presente a 1975 de los ahorros netos a:											
40 por ciento	2 303	-979	25	1 900	826	488	42	18	-8	-5	-4
60 por ciento	1 362	-979	22	1 455	554	286	22	8	-3	-2	-1
75 por ciento	895	-979	20	1 216	423	200	14	5	-2	-1	-1

Fuente: Estimaciones de la CEPAL.

a/ Se asume que no se efectuará instalación térmica alguna adicional a las plantas de vapor actualmente en negociación en el INDE; b/ Línea de interconexión a 230 kv.

Cuadro 4

GUATEMALA-EL SALVADOR: VALOR PRESENTE DE LOS AHORROS NETOS DE LA INTERCONEXION,
1975 A 1984. ALTERNATIVA 2

(Miles de dólares)

	Total	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
I. Ahorros	<u>19 968</u>	<u>4 771</u>	<u>116</u>	<u>3 805</u>	<u>2 349</u>	<u>3 029</u>	<u>382</u>	<u>291</u>	<u>75</u>	<u>75</u>	<u>75</u>
Disminución en generación térmica											
Centrales a vapor	9 746	999	116	3 805	2 349	1 954	307	216	-	-	-
Gas y diesel	3 772	3 772	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Disminución en inversiones <u>a/</u>											
Turbina de gas 50 MW	6 000	-	-	-	-	6 000	-	-	-	-	-
Disminución en gastos fijos de operación y mantenimiento <u>a/</u>											
Turbina de gas 50 MW	450	-	-	-	-	75	75	75	75	75	75
II. Gastos	<u>6 479</u>	<u>5 750</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>81</u>
Obras de interconexión <u>b/</u>											
Inversión	4 141	4 141	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de operación y mantenimiento	810	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
Combustible adicional en El Salvador	1 528	1 528	-	-	-	-	-	-	-	-	-
III. Ahorros netos (I-II)	<u>13 489</u>	<u>-979</u>	<u>35</u>	<u>3 724</u>	<u>2 268</u>	<u>7 948</u>	<u>301</u>	<u>210</u>	<u>-6</u>	<u>-6</u>	<u>-6</u>

/(Continúa)

Cuadro 4 (Conclusión)

	Total	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
IV. Valor presente a 1975 de los ahorros netos a:											
40 por ciento	3 924	-979	25	1 900	826	2 069	56	28	-1	0	0
60 por ciento	2 307	-979	22	1 455	554	1 213	29	13	0	0	0
100 por ciento	762	-979	18	931	283	497	9	3	0	0	0

Fuente: Estimaciones de la CEPAL.

a/ Se asume la instalación de una planta térmica de gas de 50 MW en 1979.

b/ Línea de interconexión a 230 kV.

Cuadro 5

GUATEMALA: AHORRO NETO EN DIVISAS Y MONEDA LOCAL, 1975
A 1984, ALTERNATIVA 1 a/

(Miles de dólares)

	Divisas	Moneda Local
I. Ahorro Bruto	12 166	1 325
Disminución en generación en centrales de vapor	8 771	975
Disminución en generación en centrales de diesel y de gas	3 395	377
Inversión en unidades generadoras	—	—
Gastos fijos de operación y mantenimiento	—	—
II. Gastos	2 488	1 349
Obras de interconexión		
Inversión	2 346	782
Gastos fijos de mantenimiento	142	567
III. Ahorro neto (I-II)	9 678	3

Fuente: Estimaciones de la CEPAL.

a/ Se asume que no se ejecutará ninguna instalación térmica adicional a las plantas de vapor actualmente en negociación en el INDE.

Quadro 6

GUATEMALA: AHORRO NETO EN DIVISAS Y MONEDA LOCAL, 1975
A 1984, ALTERNATIVA 2 a/

(Miles de dólares)

	Divisas	Moneda Local
I. Ahorro bruto	17 056	2 912
Disminución en generación en centrales de vapor	8 771	975
Disminución en generación en centrales de diesel y de gas	3 395	377
Inversión en la turbina de gas de 50 MW	4 800	1 200
Gastos fijos de operación y mantenimiento de la turbina de gas de 50 MW	90	360
II. Gastos	2 488	1 349
Obras de interconexión:		
Inversión	2 346	782
Gastos fijos de mantenimiento	142	567
III. Ahorro neto (I-II)	14 568	1 563

Fuente: Estimaciones de la CEPAL.

a/ Se asume la instalación de una turbina de gas de 50 MW en 1979.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones de carácter técnico presentadas en el estudio original tienen plena validez. Aún más, cabría señalar que el proyecto de interconexión tendría mayor relevancia en el caso de no haberse previsto la instalación de unidades adicionales en 1975 y 1979, años en los que la reserva de potencia del Sistema Central Interconectado de Guatemala alcanzaría valores sumamente críticos.

Las consideraciones económicas parecen confirmar, por lo tanto, la alta rentabilidad del proyecto, que además se refuerza considerablemente con el significativo aumento de los costos de generación de energía termoeléctrica resultante de la crisis mundial del petróleo. Incluso en el caso de que no se hubiese programado la inversión en plantas térmicas complementarias a las de vapor de 66 MW, la rentabilidad del proyecto se mantendría por encima del 75 por ciento, estimando el ahorro exclusivamente a base del combustible no consumido por la disminución de la generación térmica en Guatemala. Sólo por este concepto, los ahorros podrían llegar a 13.5 millones de dólares en el período analizado.

Debe insistirse también en que los precios estimados para los combustibles diesel y bunker C son muy conservadores, y que el problema de las cotizaciones de dichos combustibles parece haber pasado a segundo término ante el posible racionamiento de los suministros externos, inducido por los desajustes entre la oferta y la demanda mundiales.

En definitiva, los nuevos elementos de juicio disponibles, ponen en mayor relieve las ventajas del proyecto de interconexión, lo mismo si se las mide en términos de beneficios económicos netos que en función de su aporte a la balanza de pagos y a la solución de los problemas de corto y mediano plazo de la oferta de energéticos. Por ello reviste interés innegable la posibilidad de acelerar el aprovechamiento conjunto de recursos e instalaciones complementarias y elevar al máximo los intercambios probables de energía y potencia. En ese sentido, cabría dar prelación desde ahora al diseño de una línea de interconexión de 230 kv.

Todo lo anterior, junto a la crítica situación de los mercados internacionales de combustibles, subraya la necesidad de introducir sistemáticamente criterios más estrictos de programación a nivel nacional y regional --o al menos por pares de países-- orientados a aprovechar en mayor escala las economías de complementación y los amplios recursos hidráulicos inexplorados y a prever con suficiente anticipación la aparición de estrangulamientos de la oferta que pueden ocasionar serios trastornos al desarrollo de múltiples actividades productivas.



