


NACIONES UNIDAS  
CONSEJO  
ECONOMICO  
Y SOCIAL



28  
  
LIMITADO  
CCE/SC.5/GRIE/IV/9  
Febrero de 1977

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA  
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA  
DEL ISTMO CENTROAMERICANO  
SUBCOMITE CENTROAMERICANO DE  
ELECTRIFICACION Y RECURSOS HIDRAULICOS  
Grupo Regional de Interconexión Eléctrica (GRIE)

Cuarta reunión  
Panamá, Rep. de Panamá, 24 a 26 de febrero de 1977

TERMINOS DE REFERENCIA PARA COMPLETAR EL ESTUDIO DE INTERCONEXION  
ELECTRICA EN EL ISTMO CENTROAMERICANO

## INDICE

	<u>Página</u>
Presentación	v
1. Objetivos y alcances del estudio	1
2. Calendario de actividades	3
3. Costo de los estudios complementarios	4
Anexo 1: Calendario de actividades para completar el estudio de interconexión eléctrica en el Istmo Centroamericano	9
Anexo 2: Requerimientos de información básica	11
Anexo 3: Necesidades de personal de los estudios complementarios del proyecto de interconexión eléctrica en el Istmo Centroamericano	17

## PRESENTACION

Este documento describe los términos de referencia y los requerimientos de información y de recursos para la completación del Estudio de interconexión eléctrica del Istmo Centroamericano. La propuesta se basa esencialmente en la experiencia adquirida y en los resultados obtenidos hasta la fecha.

Se señalan en forma pormenorizada las actividades por desarrollar, indicándose además un calendario de ejecución de las mismas. Se identifican también los recursos humanos y financieros para concretar el estudio, bajo dos alternativas de ejecución. Finalmente, se describe la información básica que requiere el estudio.

### 1. Objetivos y alcances del estudio

Ha quedado establecido en informes anteriores que los beneficios globales que se derivarían de una eventual interconexión eléctrica entre los países del Istmo Centroamericano serían, según estimaciones preliminares, de una magnitud apreciable.<sup>1/</sup> Esto justifica completar los estudios efectuados hasta la fecha con la cuantificación de los beneficios para cada uno de los países involucrados, la justificación económica de la interconexión regional o parcial de los sistemas eléctricos, la definición de las características básicas de las instalaciones de generación, y transmisión y de un calendario de desembolso de estas últimas. El logro de estos objetivos ha determinado la necesidad de ampliar el estudio mediante la utilización de nuevas herramientas de análisis<sup>2/</sup> lo que demandará una ampliación de los programas de trabajo y de los requerimientos financieros.

Por otra parte, las informaciones recopiladas al comienzo del estudio sobre demandas, características técnicas y costos de los sistemas eléctricos existentes y de los proyectos estudiados requieren de una revisión y ampliación por las siguientes razones:

a) La recopilación se hizo especialmente orientada a la aplicación de la metodología SIPSE mientras que la terminación del estudio considera el uso de varios modelos (OPERHID, MGI, WASP, FLUJOS), por lo que se requiere mayor cobertura de la información básica.

b) Los datos disponibles corresponden a mediados de 1974, y sería conveniente actualizar los costos a una fecha más próxima (fines de 1976). Desde 1974 hasta ahora, se han realizado diversos estudios nacionales que contienen información valiosa, y de manera especial sobre alternativas de desarrollo hidroeléctrico.

c) Los datos originales estaban previstos para un estudio de menor plazo (10 años) que el definido actualmente (15 a 20 años), motivo por el cual hay deficiencia de proyectos hidroeléctricos con adecuado grado de definición que puedan ser incluidos en los estudios.

1/ Véase Resultados preliminares del estudio de interconexión eléctrica del Istmo Centroamericano (CCE/SC.5/GRIE/IV/6).

2/ Véase Análisis comparativo de las metodologías SIPSE, WASP y MGI para su aplicación en el Istmo Centroamericano (CCE/SC.5/GRIE/IV/4).

Los estudios adicionales que se propone realizar comprenderían las siguientes actividades:

a) Implementación, adecuación y prueba de un sistema metodológico adecuado al logro de los fines propuestos.

b) Revisión y ampliación de antecedentes básicos referentes a características técnicas y costos de los proyectos hidroeléctricos existentes en el Istmo, mediante:

i) estudio de la hidrología y recopilación de datos sobre topografía y geología;

ii) análisis de las características técnicas del proyecto que tengan incidencia en los procesos de planificación posteriores;

iii) actualización de costos con base en un sistema de costos unitarios y de volúmenes de obra que permita mantenerlo actualizado en cualquier momento;

iv) estudio de la política de operación prevista hacia el futuro;

v) determinación de la variación de la energía generada en función de la potencia instalada, y

vi) estudio de costos del proyecto para distintas alternativas de potencia instalada.

c) Revisión de los estudios de potencial geotérmico existente en el Istmo y de costos de construcción y operación de centrales geotérmicas.

d) Actualización de las demandas eléctricas para los próximos 15 a 20 años incluyendo

i) Revisión de los estudios más recientes en cada uno de los seis países del Istmo; y

ii) Estudio preliminar sobre las posibilidades de desplazar energía obtenida de los derivados del petróleo mediante generación hidroeléctrica y geotérmica.

e) Estudios del desarrollo a largo plazo y de la operación en el plazo medio para los sistemas eléctricos aislados y para las alternativas de interconexión.

f) Determinación de las transferencias de energía y de los beneficios individuales de la interconexión.

/g) Estudios

- g) Estudios sobre costos y tarifas de transferencia de energía entre países.
- h) Definición y justificación económica de las redes de transmisión regional o parciales entre sistemas eléctricos del Istmo.
- i) Sensibilización de los resultados del estudio frente a parámetros económicos y su valoración a costos sociales.
- j) Definición de programas de obras y de inversiones para las alternativas estudiadas.
- k) Análisis preliminar sobre las perspectivas de interconexión del sistema del Istmo Centroamericano con los de los países vecinos (México y Colombia).

## 2. Calendario de actividades

El estudio propuesto, tomando en cuenta la experiencia adquirida y las metodologías de que se dispone, tendría una duración estimada de 12 meses calendario. De iniciarse de inmediato las etapas de procesamiento sistemático de datos, el informe definitivo se finalizaría en febrero de 1978. (Véase el anexo 1).

Durante el primer trimestre de 1977 se efectuaría la implementación y prueba del sistema metodológico propuesto. Los estudios al respecto se encuentran avanzados con la colaboración del BID, el BIRF, la CFE y la ENDESA. A partir de marzo de 1977 se procedería a ampliar y homogeneizar los registros hidrológicos para los proyectos hidroeléctricos; se revisarían los estudios de demanda; se actualizarían los costos de proyectos hidroeléctricos; se completaría la revisión y actualización de los parámetros técnicos y económicos que se emplearían en el estudio; se llevaría a cabo una optimización de los proyectos hidroenergéticos; se determinaría el tamaño más adecuado de las centrales termoeléctricas futuras, y se elaboraría el documento sobre posibilidades de desplazamiento de energéticos importados por energía generada en plantas hidráulicas y geotérmicas y sus efectos sobre el patrón y el volumen de la demanda, a mediano y largo plazo.

En el segundo y tercer trimestres de 1977 se aplicaría en forma definitiva la metodología de planificación seleccionada para determinar

/las posibilidades

las posibilidades de interconexión entre los sistemas eléctricos de la región. En esta etapa se analizarían las diversas alternativas bajo una gama de supuestos y condiciones probables.

En el cuarto trimestre se determinarían las tarifas y los beneficios de la interconexión y se estudiaría la conveniencia de una posible interconexión con México y Colombia.

Finalmente, durante los meses de enero y febrero de 1978 se elaboraría un informe que resuma los resultados del estudio.

Durante el año se celebrarían dos reuniones adicionales del Grupo Regional de Interconexión Eléctrica (GRIE), con el propósito de evaluar los avances del estudio. (Véase nuevamente el anexo 1.)

### 3. Costo de los estudios complementarios

Se ha estimado el costo del resto del estudio (marzo de 1977 a febrero de 1978) bajo dos alternativas diferentes que se diferencian fundamentalmente en el grado de participación que puedan aceptar las empresas eléctricas del Istmo para el proceso de planificación de las obras a largo plazo y para los estudios de operación de sus propios sistemas. La estimación del personal requerido para ambos casos se presenta en el anexo 3.

Los costos correspondientes se presentan en el cuadro 1 y alcanzan a 513 600 pesos centroamericanos en la alternativa con mayor participación de los países y a 441 600 pesos en la alternativa de menor participación de los mismos. Esta última tiene menores requerimientos de personal debido a que la etapa de implementación de la metodología se hace sólo una vez.<sup>3/</sup> En el mismo cuadro se señala el monto del financiamiento asegurado que alcanzaría los 390 600 pesos en el caso de mayor participación de las empresas eléctricas, y 270 600 pesos en el caso de sólo participación limitada, aceptando que dichas empresas dispongan del personal que se indica en cada caso.

El monto sin financiamiento alcanzaría a 147 000 pesos centroamericanos en el primer caso y 195 000 pesos centroamericanos en el segundo.

<sup>3/</sup> Esta alternativa tiene el inconveniente que el grado de transferencia de metodología hacia las empresas eléctricas es menor que si los modelos se aplican en cada país.

## Cuadro 1

PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO PARA LA TERMINACION DEL  
ESTUDIO DE INTERCONEXION ELECTRICA a/

(Miles de pesos centroamericanos)

	<u>Con participación más activa de los países</u>		<u>Con participación menos activa de los países</u>	
	Meses-hombre	Costo	Meses-hombre	Costo
<u>Costos del proyecto</u>				
Total		<u>513.6</u>		<u>441.6</u>
Personal				
Coordinador general	6	24.0	6	24.0
Especialistas en planificación eléctrica	24	96.0	36	144.0
Consultores varios	22	88.0	22	88.0
Personal de apoyo	12	33.6	12	33.6
Ingenieros y economistas	72	180.0	24	60.0
Equipo y facilidades de computación		50.0		50.0
Gastos de viaje		18.0		18.0
Gastos misceláneos		24.0		24.0
<u>Financiamiento</u>				
Total		<u>513.6</u>		<u>441.6</u>
Financiamiento otorgado		390.6		270.6
CEPAL	30	105.6		105.6
BCIE		65.0		65.0
PNUD	4	16.0	4	16.0
Organismos eléctricos	72	180.0	24	60.0
Financiamiento pendiente		147.0		195.0

a/ Para el periodo marzo de 1977 a febrero de 1978.

/Para conseguir



Para conseguir el financiamiento requerido se han adelantado gestiones con las agencias financieras que han mostrado interés en el estudio y que --aparte del BCIE y del PNUD, ya mencionadas en el cuadro y que han comprometido aportaciones de importancia-- son el BIRF, el BID y la CIDA (Canadian International Development Agency). No se cuenta aún con resultados definitivos de las gestiones mencionadas aunque estos organismos han manifestado buena disposición a considerar su participación financiera en el estudio.

Anexo 1

CALENDARIO DE ACTIVIDADES PARA COMPLETAR EL ESTUDIO DE INTERCONEXION ELECTRICA EN EL ISTMO CENTROAMERICANO

	1976		1977										1978			
	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
Comparación de modelos e implementación de sistema metodológico en México																
Revisión de características técnicas y de costos de proyectos hidroeléctricos																
Ampliación y complementación de la hidrología																
Características técnicas																
Actualización de costos																
Política de operación																
Estudio de la función generación potencia																
Estudio de la función costo potencia																
Actualización parámetros técnicos y económicos. Alternativas termoeléctricas																
Estudio del potencial y de costos de la geotermia en el Istmo Centroamericano																
Estudios sobre actualización de la demanda y desplazamiento de energía																
Estudios de selección de inversiones a largo plazo para los países del Istmo																

Anexo 1 (Conclusión)

	1976		1977										1978			
	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
Estudios de la operación de los sistemas aislados																
Estudios de selección de inversiones a largo plazo para alternativas de interconexión																
Estudio de operación de los sistemas interconectados																
Estudios sobre tarifas																
Determinación de los beneficios de la interconexión																
Estudios de los sistemas de interconexión																
Estudio sobre interconexión con México y Colombia																
Estudios de sensibilidad frente a parámetros económicos y valoración a costo social																
Reuniones del GRIE																
Elaboración del informe final																

Anexo 2

REQUERIMIENTOS DE INFORMACION BASICA

Se describen pormenorizadamente los requerimientos de información básica para completar el Estudio de interconexión eléctrica del Istmo Centroamericano.

A pesar de que la oficina de la CEPAL en México cuenta con información al respecto, se enumera la totalidad de los datos necesarios. Algunos datos podrían, naturalmente, sustituirse por información ya procesada que pueda estar disponible en los países.

Se pretende obtener la mayor información posible para aminorar las diferencias de niveles en los estudios y presentación de resultados para los proyectos considerados en el estudio.

1. Información sobre la demanda

- a) Nuevas proyecciones de demanda en los países del Istmo, así como la relativa a cargas aisladas (industriales, mineras, etc) que ameriten un tratamiento especial.
- b) Curvas de demanda mensuales definidas para un año típico (1976), para cada uno de los nodos definidos para el estudio de interconexión, o bien curvas de demanda por país, junto con información que permita elaborar las curvas correspondientes a cada nodo.
- c) Demandas máximas anuales y mensuales para el período 1977-1999, por nodo o en forma semejante al inciso anterior.

2. Información técnica sobre proyectos hidroeléctricos

a) Datos generales sobre las cuencas en desarrollo

i) Plano general que ubique los proyectos existentes y futuros dentro de sus respectivas cuencas, indicando el área de la cuenca en la zona de captación, y localización de estaciones hidrométricas y climatológicas directamente relacionadas con el diseño u operación de los proyectos.

ii) Para cada uno de los ríos con desarrollo hidroeléctrico, existente o en proyecto, proporcionar el perfil del río que incluya la localización de los proyectos y los datos que caractericen cada proyecto como los niveles del coronamiento del embalse (m.s.n.m.), normal de operación, de carga, etc.

iii) Hidrología y climatología (en los ríos en que hay proyectos existentes y/o futuros)

1. Nombre y localización de estaciones hidrométricas y climatológicas, indicando período de registro e información disponible en cada estación.

2. Área de la cuenca hasta cada una de las estaciones hidrométricas.

3. Registros de precipitación y evaporación mensual.

4. Resumen anual del registro de caudales, indicando caudales máximos, medios y mínimos para cada mes del registro.

b) Sobre las centrales hidroeléctricas, existentes y futuras.

i) Croquis general de localización del proyecto, así como ubicación, cotas y dimensiones generales de obras hidráulicas y casa de máquinas.

ii) Curva de elevación-área-volumen del embalse.

iii) Niveles característicos del embalse (m.s.n.m.)

- Nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME)
- Nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO)
- Nivel medio de operación
- Nivel mínimo de operación
- Nivel hasta la capacidad muerta
- Nivel de descarga

iv) Volúmenes característicos del embalse ( $Mm^3$ )

- Volumen al NAME
- Volumen al NAMO
- Volumen al nivel medio de operación
- Volumen al nivel mínimo de operación
- Volumen útil para generación.

5. Diseño de la planta hidroeléctrica

- Tipo y número de turbinas
- Potencia instalada (MW)
- Carga máxima (m)
- Carga mínima (m)
- Carga de diseño (m)
- Caudal máximo turbinable ( $m^3/seg$ ) y cota para la cual se indica este dato
- Generación media anual (GWh)
- Generación año seco (GWh) indicando la correspondiente probabilidad del año seco
- Coeficiente energético medio ( $GWh/Mm^3$ )

c) Proyectos en operación (además de lo anterior)

- Registro de generación mensual durante el período de operación (GWh)
- Volúmenes o caudales utilizados durante el período de operación ( $Mm^3$  o  $m^3/seg$ )

/- Aportaciones

- Aportaciones al embalse y variación mensual de los niveles en el mismo, cuando corresponda.

d) Proyectos en estudio

- Nivel de definición de los proyectos (primera estimación; evaluación con antecedentes fidedignos; pre-inversión; factibilidad y proyecto; construcción)
- Fecha posible o programada de entrada en operación
- Estudios topográficos existentes
- Estudios geológicos y de mecánica de suelos existentes
- Estadística de caudal mensual afluyente a la planta en regimen natural
- Regimen de precipitación y evaporación (promedio mensual)
- Estudios hidrológicos existentes
- Políticas de operación de los embalses prevista

3. Costos de los proyectos hidroeléctricos

Para cada proyecto futuro, cubicación y costo unitario (en términos reales) en dólares de fines de 1976 de los siguientes conceptos:

- |                      |  |
|----------------------|--|
| 1. Terrenos          | 12. Cámara de oscilación   |
| 2. Caminos de acceso | 13. Tubería  |
| 3. Obras de desvío   | 14. Casa de máquinas (obra civil)  |
| 4. Embalse           | 15. Turbinas   |
| 5. Presa             | 16. Generadores  |
| 6. Obra de toma      | 17. Equipo electromecánico   |
| 7. Vertedores        | 18. Grúa   |
| 8. Túneles           | 19. Campamento   |
| 9. Sifones           | 20. Otros fijos (desglosar)  |
| 10. Canales          | 21. Otros variables (desglosar)  |
| 11. Desarenador      | 22. En proyectos existentes, registros de costos de operación, fijos y variables |

#### 4. Información sobre centrales térmicas

##### a) Plantas térmicas existentes y futuras

- i) Localización
- ii) Tipo
- iii) Número y capacidad de unidades (MW)
- iv) Carga mínima de operación (MW)
- v) Consumo específico (Kcal/KWh) para diferentes niveles de operación (MW), incluyendo el nivel mínimo medio y el máximo (full load)
- vi) Costo de combustible puesto en planta (US\$/Kcal)
- vii) Costos fijos de operación y mantenimiento (US\$/Kwh)
- viii) Costos variables de operación y mantenimiento, no atribuibles a combustible (US\$/Kwh)
- ix) Periodo de mantenimiento anual (días/año)
- x) Probabilidad de falla (%)
- xi) Costo de combustible de referencia (US\$/barril)

##### b) Plantas térmicas existentes

- i) Registro histórico de energía mensual producida
- ii) Registro histórico de consumos mensuales de combustible
- iii) Registro histórico de gastos fijos y variables (sin incluir combustible) de operación
- iv) Registro histórico de períodos de mantenimiento programado y de fallas.

#### 5. Información sobre la red de transmisión

a) Diagrama unifilar de las redes existentes (considerar únicamente líneas de 115 Kv o más)

b) Características de las líneas existentes

- Longitud
- Voltaje
- Número de circuitos
- Tipo y calibre del conductor
- Capacidad
- Reactancia

/c) Adaptación



c) Adaptación de la red existente al sistema regional de transmisión

Integrar la red existente, de acuerdo al esquema simplificado adoptado en el estudio de interconexión, estableciendo características equivalentes, tanto de las líneas de transmisión como de los consumos en los nodos.

Anexo 3

NECESIDADES DE PERSONAL DE LOS ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS DEL  
PROYECTO DE INTERCONEXION ELECTRICA EN EL ISTMO  
CENTROAMERICANO

Se han estudiado dos alternativas para el financiamiento de las actividades señaladas en el anexo 1, las que se basan en las estimaciones de personal que se presentan a continuación. Ellas han sido definidas según que:

i) Las actividades sean desarrolladas fundamentalmente por la CEPAL con apoyo de consultores y la participación indirecta de las empresas eléctricas del Istmo;

ii) Las empresas eléctricas del Istmo participen más activamente en el estudio, especialmente en las etapas de definición de programas de desarrollo a largo plazo y en los estudios de operación para los sistemas aislados. Estas se presentan a grandes rasgos en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1  
 ESTIMACIONES DE PERSONAL PARA LA TERMINACION DEL ESTUDIO  
 (Mayor participación de los países)

Actividad	Ejecutores	Tiempo (hombres-mes)		
		CEPAL	Países	Consultor
1. Estudios metodológicos	CEPAL	1		
2. Revisión proyectos hidroeléctricos				
Recolección de antecedentes	Países		12	10
Elaboración de informe	Consultor			4
3. Parámetros técnicos y económicos de alternativas termoeléctricas	Consultor			2
4. Actualización de informaciones sobre geotermia	Consultor			2
5. Estudios sobre demanda y desplazamiento de energía	Cons/países		2	2
6. Selección de inversiones a los países aislados	Países	3	24	
7. Estudios de operación para los sistemas aislados	Países	3	24	
8. Selección de inversiones en las alternativas del SIR	CEPAL	12		
9. Estudios de operación para el SIR	CEPAL	12		
10. Determinación de sistema tarifario	Países		6	
11. Determinación de los beneficios de la interconexión	CEPAL	2		
12. Estudio de los sistemas de transmisión	CFE/CEPAL	2		
13. Interconexión con México y Colombia	Consultor			2
14. Estudios de sensibilidad	CEPAL	4		
15. Reuniones del GRIE	Países/ CEPAL	1	4	
16. Informe final	CEPAL	2		
<b>Totales</b>		<b>42</b>	<b>72</b>	<b>22</b>

Cuadro 2

## ESTIMACIONES DE PERSONAL PARA LA TERMINACION DEL ESTUDIO

(Menor participación de los países)

Actividad	Ejecutores	Tiempo (hombres-mes)		Consultores
		CEPAL	Países	
1. Estudios metodológicos	CEPAL	1		
2. Revisión proyectos hidroeléctricos				
Recolección de antecedentes	Países		12	10
Elaboración de informe	Consultor			4
3. Parámetros técnicos y económicos de alternativas termoeléctricas	Consultor			2
4. Actualización de informaciones sobre geotermia	Consultor			2
5. Estudios sobre demanda y desplazamiento de energía	Consultor		2	2
6. Selección de inversiones a los países aislados	CEPAL	12		
7. Estudios de operación para los sistemas aislados	CEPAL	12		
8. Selección de inversiones en las alternativas del SIR	CEPAL	9		
9. Estudios de operación para el SIR	CEPAL	9		
10. Determinación de sistema tarifario	Países		6	
11. Determinación de los beneficios de la interconexión	CEPAL	2		
12. Estudio de los sistemas de transmisión	CFE/CEPAL	2		
13. Interconexión con México y Colombia	Consultor			2
14. Estudios de sensibilidad	CEPAL	4		
15. Reuniones del GRIE	Países/ CEPAL	1	4	
16. Informe final	CEPAL	2		
<b>Total</b>		<u>54</u>	<u>24</u>	<u>22</u>