

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA

LIMITADO
CEPAL/MEX/SRNET/38/Rev.2
19 de agosto de 1980

APOYO TECNICO PARA EL SEGUIMIENTO AL ESTUDIO REGIONAL DE
INTERCONEXION ELECTRICA EN EL ISTMO CENTROAMERICANO

80-8-100

1000

1

2

3

4

INDICE

	<u>Página</u>
Presentación	1
1. Los objetivos del programa	2
2. Antecedentes y justificación	2
a) El estudio de interconexión	2
b) La alternativa "A" de interconexión eléctrica	4
c) El Consejo de Electrificación de América Central	4
d) La metodología de planeación eléctrica para los países del Istmo Centroamericano	5
3. El programa de asistencia técnica	6
a) La duración del proyecto	6
b) Las actividades por desarrollar	6
c) Los insumos que requiere el proyecto	8
d) Posibilidades de financiamiento del proyecto	10
Anexo: Principales programas de uso general utilizados en el Proyecto de Interconexión Eléctrica del Istmo Centroamericano	11



PRESENTACION

Este documento contiene una propuesta de programa de cooperación técnica que permitiría apoyar la integración del sector eléctrico de los países del Istmo Centroamericano durante un período de un año.

Describe los requerimientos de asesoría para dar seguimiento al recientemente concluido Estudio Centroamericano de Interconexión Eléctrica, así como apoyo técnico misceláneo a las actividades iniciales del Consejo de Electrificación de América Central (CEAC), cuya creación se decidió en principio en fecha reciente.^{1/}

El programa cuenta con el apoyo decidido de las autoridades de los organismos de la región, quienes han expresado sus deseos de que se ponga en marcha de inmediato, con objeto de que exista continuidad en la asesoría para el sector.^{2/}

Este documento tiene por objeto presentar una solicitud de asistencia financiera ante la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) para fortalecer la ejecución del programa de asistencia técnica.

- 1/ La puesta en marcha del Consejo de Electrificación de América Central (CEAC) aguarda las expresiones de apoyo oficial de los gobiernos de Honduras y Guatemala.
- 2/ Véanse los Informes de la séptima y octava reuniones del Grupo Regional sobre Interconexión Eléctrica (GRIE), (E/CEPAL/CCE/SC.5/131; CCE/SC.5/GRIE/VII/9/Rev.1); (E/CEPAL/CCE/SC.5/134); (CCE/SC.5/GRIE/VIII/4/Rev.1).

1. Los objetivos del programa

El programa de cooperación técnica propuesto tiene como objetivo de largo plazo el mejoramiento del nivel de vida de los habitantes de la región centroamericana al atenuar el impacto negativo del encarecimiento de los hidrocarburos sobre el desarrollo económico y social de los países. De manera particular facilitaría el aprovechamiento racional y eficiente de los recursos naturales energéticos disponibles en la región, por medio de la integración de los sistemas eléctricos de los países. Permitiría también fortalecer el movimiento centroamericano de integración mediante la ejecución de acciones conjuntas.

En el plazo inmediato, el programa permitiría alcanzar los objetivos siguientes:

- a) Impulsar las interconexiones binacionales y subregionales correspondientes, lo que facilitaría completar en el futuro cercano la integración eléctrica de todo el Istmo Centroamericano;
- b) Dar apoyo directo a las actividades del Consejo de Electrificación de América Central (CEAC) y su secretaría técnica, en sus etapas iniciales
- c) Transferir a los países de la región la metodología de análisis y planificación de desarrollo eléctrico perfeccionada durante el Estudio Regional de Interconexión Eléctrica del Istmo Centroamericano, que se concluyó a mediados de 1980.

2. Antecedentes y justificación

a) El estudio de interconexión

Durante el período 1977-1980 la subsección en México de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), llevó a cabo el Estudio Regional de Interconexión Eléctrica del Istmo Centroamericano a un costo superior al millón de dólares, con apoyo financiero del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Dicho trabajo tenía como propósito estudiar tres alternativas para interconectar los sistemas eléctricos de los países de la región y determinar los beneficios económicos que de ellos podrían obtenerse. La primera alternativa denominada "A", suponía que los países desarrollarían

en forma aislada sus programas de obras de generación, pero operarían sus sistemas como un conjunto regional integrado. En la segunda opción --alternativa "B"-- los países optimizarían tanto su programa de obras como su operación sobre una base regional. Finalmente, la tercera --alternativa "C"-- se refiere a una situación intermedia entre las dos anteriores, seleccionada sobre la base de una reducción razonable en la autonomía de los sistemas aislados.

Para realizar dicho estudio se utilizó una moderna tecnología de análisis y planificación eléctrica, basada en modelos matemáticos y programas de computación electrónica. Dicha metodología incluye la simulación de centrales hidroeléctricas, la planificación de programas de adiciones de obras de generación y transmisión, así como la evaluación y asignación de beneficios a los países participantes en una interconexión eléctrica regional.

Los resultados finales del estudio indican que los beneficios netos que podrían obtenerse de la interconexión, para el período 1984-2000, oscilarían entre 407 y 527 millones de pesos centroamericanos de 1977, actualizados a 1984, año de inicio del estudio para las alternativas A y B, respectivamente, que representan los casos extremos considerados.

No queda duda alguna, por consiguiente, de la significativa importancia que la interconexión eléctrica tendría para atenuar los problemas energéticos de la región. No obstante, el estudio reveló que el aprovechamiento de los recursos hidroeléctricos económicamente atractivos --que se conocen a nivel de inventario de proyectos en la región-- sólo permitiría satisfacer la demanda prevista hasta mediados de la década que se inicia en 1990. A partir de esa fecha, sería necesario desarrollar nuevos proyectos hidroeléctricos y/o aprovechar otro tipo de recursos. Convendría, por lo tanto, asegurar que las interconexiones se realicen en forma oportuna para poder concretar los beneficios estimados antes de que se agote el potencial hidroeléctrico económico disponible.

b) La alternativa "A" de interconexión eléctrica

Como un resultado concreto del estudio regional de interconexión eléctrica a que se refiere el acápite anterior, se llegó a la conclusión de que la alternativa "A", de entre las tres alternativas consideradas, es la más viable de realizar en un futuro cercano.

Bajo dicha alternativa, la mayor parte de los beneficios se obtendrían de los ahorros en la compra de combustibles derivados del petróleo. De hecho, solamente la operación integrada de los sistemas permitiría disminuir la importancia de hidrocarburos en unos 50 millones de barriles entre 1984 y 2000, de los cuales un 40% correspondería a los primeros seis años. Esta cifra equivale a la mitad del combustible que habrían de consumir las empresas eléctricas si no existiese la interconexión, y a un 5% del consumo total de hidrocarburos previsible para dicho período en el Istmo Centroamericano.

Cabe señalar que al emplear los precios reales de principios de 1980 para los hidrocarburos y para la construcción de obras, los beneficios de la interconexión bajo la alternativa "A" llegarían a los 615 millones de pesos centroamericanos (actualizados a 1984).

c) El Consejo de Electrificación de América Central

En la quinta reunión de Presidentes y Gerentes de Empresas Eléctricas del Istmo Centroamericano, realizada en Panamá en marzo de 1979, se tomó la decisión --y se están adelantando gestiones diversas posteriores-- para establecer el Consejo de Electrificación de América Central (CEAC), organismo de las empresas eléctricas de la región, cuya actividad principal será la de fomentar la integración del sector. Cabe apuntar que para que dicho organismo empiece a funcionar resta solamente la ratificación oficial de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) de Honduras y del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) de Guatemala, la que se espera ocurrirá durante la sexta reunión de Presidentes y Gerentes programada para realizarse próximamente en Tegucigalpa, Honduras.

El CEAC iniciará sus actividades disponiendo de una secretaría técnica mínima --con un presupuesto de aproximadamente 150 000 dólares anuales-- que

/realizaría

realizaría todos los estudios técnicos sobre los cuales el Consejo apoyaría sus decisiones, y que requeriría --al menos en la etapa inicial-- de asistencia técnica internacional en materia de planificación eléctrica.

d) La metodología de planeación eléctrica para los países del Istmo Centroamericano

Durante el desarrollo del estudio de interconexión se realizó un importante esfuerzo de investigación en materia de planeación eléctrica. Al final se definió una metodología que, utilizando al máximo los modelos y programas ya existentes y adaptándose a las características de los sistemas eléctricos considerados, permitió llevar a cabo los estudios en forma eficiente.

Los resultados de dicha investigación fueron excelentes y constituyen una contribución sustantiva a la metodología de planeación para el sector eléctrico en general, así como uno de los beneficios de importancia del estudio.

Al respecto conviene tener presente que los países del Istmo Centroamericano acusan en general un crecimiento sostenido de la demanda eléctrica, la que ha podido satisfacerse mediante la instrumentación de planes de desarrollo eléctrico que normalmente son elaborados con la ayuda de firmas consultoras, quienes emplean metodologías de origen y características distintas. Algunos de los países tienen capacidad técnica y herramientas de planificación que les permite ya sea participar en la elaboración de los planes o al menos supervisar efectivamente a las firmas consultoras; los otros países, sin embargo, acusan una limitada capacidad en este renglón.

Resulta evidente por lo tanto la conveniencia de transferir a los países las herramientas metodológicas desarrolladas durante el estudio, con miras a su adopción a nivel nacional y su eventual generalización en el plano regional.

3. El programa de asistencia técnica

Se describen en seguida los diversos componentes del programa de asistencia técnica para la integración del sector eléctrico, que sería trasladado al Consejo de Electrificación de América Central tan pronto se considere conveniente, una vez que éste inicie formalmente sus operaciones.

a) La duración del proyecto

Se estima necesario que el programa tendría una duración de 12 meses calendario y que sus actividades se iniciarían de inmediato.

b) Las actividades por desarrollar

i) La transferencia de la metodología de planificación eléctrica.

La transferencia efectiva de la metodología en referencia a los países del Istmo Centroamericano aseguraría que todos ellos dispondrían de herramientas de planificación acordes con las características propias de sus sistemas, y permitiría la adopción eventual de una metodología uniforme en la región. Obviamente ello facilitaría la realización de estudios conjuntos para dos o más países.

Los trabajos a realizar incluyen en primer término el perfeccionamiento y/o la depuración de algunos de los modelos y programas involucrados, un resumen de los cuales se incluye como anexo. En seguida se procedería a elaborar los manuales de uso, documentados con suficiente detalle para que puedan ser utilizados de manera eficaz por el personal de las empresas eléctricas del Istmo Centroamericano. En este sentido hay que señalar que durante el estudio no se contó con el tiempo suficiente para la realización de esas labores de transferencia.

Adicionalmente, será necesario proveer asesoramiento para la adaptación de los programas a las instalaciones específicas de computación disponibles en cada país.

Lo anterior incluirá --en algunos casos-- efectuar modificaciones menores en los programas debido a diferencias en las características de lenguaje y, en términos generales, realizar los cambios que sean necesarios debido a las particularidades de los sistemas operativos de cada computadora.

/Finalmente,

Finalmente, el aprendizaje de los detalles de utilización de algunos modelos requerirá la realización de seminarios o cursillos de adiestramiento.

En lo que concierne a los modelos WASP y MGI se podrán aprovechar los cursos especiales de adiestramiento que lleva a cabo periódicamente el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en Argonne, Wisconsin, Estados Unidos, así como las facilidades de adiestramiento en relación con el MGI que la Empresa Nacional de Electricidad Chile (ENDESA) está dispuesta a proporcionar a solicitud específica de los países interesados.

ii) El apoyo a la integración eléctrica en el Istmo Centroamericano. Durante la octava reunión del Grupo Regional sobre Interconexión Eléctrica (GRIE), celebrada en Managua, Nicaragua, del 9 al 11 de julio de 1980, se solicitó a la secretaría de la CEPAL, que continuara apoyando la integración eléctrica regional, hasta tanto el CEAC estuviera en condiciones de asumir plenamente dichas funciones.

Como actividades específicas se mencionaron, por una parte, la formalización y consolidación de las actividades del CEAC y, por la otra, la promoción de las interconexiones binacionales que faltan para lograr la integración regional de los sistemas eléctricos nacionales.

La secretaría de la CEPAL continuará gestionando y apoyando --ante los organismos nacionales y regionales correspondientes-- el oportuno establecimiento del CEAC con el fin de que dicho Consejo pueda impulsar la integración del sector.

En lo que se refiere a la alternativa "A" de interconexión eléctrica, se cuenta al presente con una línea de transmisión entre Honduras y Nicaragua; se están llevando a cabo las licitaciones correspondientes para la construcción de una línea de interconexión entre Nicaragua y Costa Rica, y se han concretado estudios y convenios para la integración de los sistemas eléctricos de Guatemala y El Salvador. Con base en lo anterior, sólo quedaría por realizar la interconexión entre El Salvador y Honduras o, alternativamente, entre Guatemala y Honduras en el norte, así como la interconexión de Costa Rica y Panamá en el sur. También restaría que los países interconectados tomaran la decisión de operar sus sistemas con base en la optimización regional de los beneficios a obtenerse.

Con miras a fomentar la eventual integración regional de los sistemas de los seis países del Istmo, la secretaría apoyará por todos los medios

a su alcance en los diversos foros en que participa, la oportuna puesta en marcha de las obras y acciones faltantes ya mencionadas. Al respecto, cabe mencionar que dicha integración constituiría un eslabón de importancia fundamental para el movimiento integracionista de la región, cuyos resultados en otros campos afines no se harían esperar.

c) Los insumos que requiere el proyecto

Con el fin de alcanzar los objetivos del proyecto dentro del período estimado de 12 meses, se requeriría contar con 34 meses-hombre de expertos y consultores, así como con fondos para financiar misiones y seminarios, además de gastos de computación, edición de manuales y misceláneos cuyo monto total se estima ascendería a los 235 000 pesos centroamericanos. (Véase el cuadro 1.)

Se incluye dentro de lo anterior 4 meses-hombre para atender las tareas de orientación y dirección general de las actividades; 12 meses-hombre de un experto principal en metodología de planeación eléctrica; 6 meses-hombre en asesoría especializada y 12 meses-hombre en labores de apoyo técnico.

Asimismo, se incluyen 14 000 pesos centroamericanos para gastos de misiones a la región, 12 000 pesos para la realización de seminarios, 23 000 para la elaboración de manuales, 12 000 para gastos de computación y 20 000 para gastos diversos. (Véase nuevamente el cuadro 1.)

Cabe anotar al respecto que no se han presupuestado fondos para arriendo de equipo de computación, puesto que la instrumentación de las tareas previstas requiere que se disponga de la minicomputadora PDP 11/34, adquirida con cargo al Programa Energético Centroamericano, RLA/76/012.

Tampoco se han incluido partidas para cubrir los gastos de viaje del personal de las empresas eléctricas que asistiría a los seminarios, ya que se prevé continuar con las prácticas acostumbradas de las reuniones del GRIE, en las cuales los gastos son sufragados por los organismos interesados.

Cuadro 1

PRESUPUESTO PARA EL PROGRAMA

Componente	Fuente financiera	Meses-hombre	Pesos centro-americanos
<u>Total gastos</u>			<u>235 000</u>
<u>Subtotal personal</u>			<u>154 000</u>
Dirección general	CEPAL	4	20 000
Dirección técnica	a/	12	60 000
Asesor en metodología	BID	3	15 000
Consultor en metodología	a/	3	15 000
Ingeniero asistente	CEPAL	12	44 000
<u>Subtotal otros gastos</u>			<u>81 000</u>
Costo de misiones	a/		14 000 ^{b/}
Seminarios	a/		12 000
Edición de manuales	a/		23 000
Mantenimiento y operación minicomputador c/	CEPAL		12 000
Misceláneos	a/		20 000
<u>Financiamiento</u>			<u>235 000</u>
CEPAL			80 000
BID			15 000
Por financiar			140 000

a/ Por financiar.

b/ La CEPAL aportaría 4 000 pesos centroamericanos.

c/ Se refiere a la minicomputadora PDP 11/34-A instalada en CEPAL-México.

/d) Posibilidades

d) Posibilidades de financiamiento del proyecto

De los 235 000 pesos centroamericanos requeridos, cerca de 95 000 tienen virtualmente asegurado su financiamiento. En efecto, la subsección de la CEPAL en México dispondría, dentro de su presupuesto regular, de aproximadamente 78 000 pesos centroamericanos para cubrir costos de personal y mantenimiento del minicomputador PDP 11/34 antes mencionado. Por otra parte, y según los ofrecimientos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) expresados en la séptima y octava reuniones del GRIE, se espera que dicho organismo asigne al proyecto un asesor en metodología por espacio de tres meses, lo que se ha valorizado en 15 000 pesos centroamericanos.

La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), podría aportar los 140 000 pesos centroamericanos faltantes que, según se explicó anteriormente, se utilizarían para financiar al experto principal, gastos de misiones, seminarios, edición de manuales y misceláneos.

Cabe mencionar que de acuerdo con los pronunciamientos de la propia OLADE, su posible contribución estaría condicionada a la decisión manifiesta de los países interesados en llevar a la práctica el programa que nos ocupa. Al respecto, las empresas eléctricas habrán de iniciar gestiones ante los ministerios que actúan como vínculos nacionales con la OLADE.

Anexo

PRINCIPALES PROGRAMAS DE USO GENERAL UTILIZADOS EN EL PROYECTO
DE INTERCONEXION ELECTRICA DEL ISTMO CENTROAMERICANO

1. SYNFLOW^{1/}

Este modelo se encarga de generar registros sintéticos de escurrimientos con base en las estadísticas de los registros históricos de las estaciones hidrométricas.

2. Programa OPEHID^{2/}

Realiza la operación simulada de una central hidroeléctrica obteniendo las estadísticas de operación como son: potencia y energía generadas, derrames, volumen utilizado, niveles de embalse, etc.

3. Programa OPECAS^{3/}

Realiza la operación simulada de varias centrales en cascada, arroja los mismos resultados que el OPEHID pero con la ventaja de poder considerar la operación conjunta de varias presas.

4. Modelo MGI^{4/}

Modelo de Programación Lineal que permite conocer el programa óptimo de centrales de generación en forma discreta en el tiempo, proporciona entre otras cosas la potencia que debe instalarse en los proyectos hidroeléctricos y la manera en que deben operarse los embalses de gran regulación.

5. Programa FACTOR^{5/}

Calcula las demandas máximas por trimestre en base a los datos de demanda máxima anual; calcula además el factor de carga.

1/ Desarrollado por el Proyecto.

2/ Desarrollado por el Proyecto con base en un programa de la ENDESA.

3/ Ibid.

4/ Ibid.

5/ Desarrollado por el Proyecto.

6. Programa DUPOL^{6/}

Con apoyo en las demandas horarias de un año base, calcula las curvas de carga por trimestre de los sistemas ajustando a la curva un polinomio de grado N.

7. Programa FACDEM^{7/}

Suma de las demandas coincidentes de los países hora a hora y calcula la curva de duración de las demandas del sistema integrado y su agregación por país.

8. Programa WASE^{8/}

Define el programa óptimo de desarrollo de las instalaciones de generación de un sistema existente considerando para ello alternativas de expansión hidroeléctrica, termoeléctrica y geotérmica.

9. Programa TRANSF^{9/}

Se encarga de hacer un desglose de la generación de cada proyecto hidroeléctrico y constituye un modelo auxiliar al modelo WASE, ya que este último no proporciona tales resultados por la representación que éste tiene de las plantas hidroeléctricas y de su representación unimodal. Como resultado de este desglose por trimestre y para cada condición hidrológica se obtiene la generación por país de las centrales hidroeléctricas y de las térmicas por tipo y calcula además las transferencias de energía entre países.

10. Programa COSOPE^{10/}

Opcional al modelo TRANSF está el programa COSOPE que actúa como una subrutina que calcula los costos de operación de las centrales hidroeléctricas y geotérmicas para cada uno de los países con el mismo nivel de detalle del programa TRANSF.

^{6/} Ibid.

^{7/} Ibid.

^{8/} Desarrollado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

^{9/} Desarrollado por el Proyecto.

^{10/} Ibid.

11. ESTAD^{11/}

Programa que se encarga de una serie de cálculos estadísticos con los resultados arrojados por el programa TRANSF relativos a las transferencias de energía.

12. EVCUA^{12/}

Programa de evaluación utilizado en la alternativa "A" (desarrollo aislado-operación integrada) calcula los beneficios para cada país basándose en el intercambio de energía y en las diferencias de costos de esta energía existentes entre el país importador y el exportador, lo cual acarrea beneficios para ambos.

13. FLULIN^{13/}

Programa que determina los flujos de potencia en los elementos de una red.

11/ Desarrollado por el Proyecto.

12/ Ibid.

13/ Desarrollado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en Basic. Traducido a la FORTRAN por el Proyecto.

1
2
3

4
5
6