

Distr.
RESTRINGIDA

LC/MEX/R.370
26 de octubre de 1992

ORIGINAL: ESPAÑOL

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

TERMINOS DE REFERENCIA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA INTERCONEXION ELECTRICA
GUATEMALA-MEXICO**

INDICE

	<u>Página</u>
PRESENTACION	1
I. ANTECEDENTES	3
II. OBJETIVOS, ALCANCES Y BASES DEL ESTUDIO	7
1. Objetivos	7
2. Alcances	7
3. Bases del estudio	8
a) Horizonte de estudio y recursos humanos que se emplearán	8
b) Planes de expansión de la generación	8
c) Dirección del flujo en el enlace	8
d) Perspectivas de proyectos eléctricos regionales	9
e) Alternativas que se analizarán	9
f) Modelos que se utilizarán	10
III. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES	13
1. Actividades preparatorias	13
2. Mercado eléctrico	13
3. Análisis de intercambios	14
4. Análisis de redes	16
a) Análisis de estado estable	16
b) Análisis de estado dinámico	17
c) Análisis de sobretensiones	17
5. Estudios de ingeniería	17
6. Análisis económico y financiero	18
IV. ORGANIZACION, CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO	20

PRESENTACION

Se presentan en este documento los términos de referencia para desarrollar el estudio de factibilidad de la interconexión eléctrica entre Guatemala y México. Se apoya en el documento del estudio preliminar, 1/ elaborado conjuntamente por profesionales del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) de Guatemala y de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) de México, y que contó con el apoyo técnico y logístico de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

La iniciativa para interconectar los sistemas eléctricos de Guatemala y México se viene desarrollando en el marco de la integración de la cuenca energética de los países que constituyen al Grupo de los Tres (Colombia, México y Venezuela) y los seis países del Istmo Centroamericano.

La versión preliminar de este documento, elaborado por la CEPAL, se revisó durante la reunión técnica entre representantes del INDE y de la C.F.E., llevada a cabo en Tapachula, Chiapas, el 16 de octubre de 1992. 2/ En esa ocasión se acordó solicitar a la CEPAL que incorporara las modificaciones y que publicara la versión que, previa consulta al INDE y a la C.F.E., se utilizaría para gestionar el financiamiento del estudio de factibilidad.

1/ Véase, CEPAL, Interconexión eléctrica Guatemala-México (Estudio preliminar) (LC/MEX/R.357), 22 de junio de 1992.

2/ Véase la minuta de la reunión técnica entre representantes del INDE y de la C.F.E., 16 de octubre de 1992.

I. ANTECEDENTES

La interconexión eléctrica entre Guatemala y México es un proyecto que se ha venido considerando desde hace algunos años por sus respectivos entes nacionales de electricidad (la C.F.E. de México y el INDE de Guatemala). La crisis de abastecimiento eléctrico que sufrió Guatemala en 1984 propició la búsqueda de alternativas de interconexión rápida entre los dos países para ayudar a resolverla, iniciativa que no pudo concretarse debido a limitaciones en la capacidad de las redes de transmisión existentes en aquel momento.

Posteriormente se desarrollaron estudios conjuntos para analizar una posible interconexión a 115 kV. Los resultados indicaron que a esa tensión sólo era factible intercambiar cantidades reducidas de potencia y energía eléctrica, lo que hacía poco atractivo el proyecto.

Simultáneamente, el INDE y las empresas nacionales de electricidad de los otros cinco países del Istmo Centroamericano, en conjunto con el grupo ENDESA de España, realizaron estudios del proyecto Sistema de Interconexión para los Países de América Central (SIPAC), consistente en una red troncal de interconexión de 500 kV. En la actualidad este proyecto se ha reformulado de tal manera que el reforzamiento de la red de interconexión evolucione en etapas, para acomodar mejor el proyecto a los potenciales intercambios de potencia y energía que podrían darse como resultado de una planificación coordinada de las adiciones de generación en los seis países de la región. Por este motivo, será necesario efectuar nuevos estudios para determinar la mejor opción para el desarrollo del proyecto SIPAC. Los estudios subsiguientes muy posiblemente se iniciarán a fines de 1992.

Por otra parte, en septiembre de 1990 los presidentes de México, Colombia y Venezuela (Grupo de los Tres: G-3) suscribieron la declaración que delimitó el marco para la integración energética entre los países del G-3 y los de América Central. De estos acuerdos surgió el Comité de Cooperación Energética, integrado por los Viceministros de energía del G-3, y sus cuatro grupos de trabajo, entre los que cabe destacar, para los fines de este proyecto, el de interconexión eléctrica (GTIE).

El GTIE cuenta con la participación de las empresas nacionales de electricidad del Grupo de los Tres y del Istmo Centroamericano y del organismo de integración de estas últimas: el Consejo de Electrificación de América Central (CEAC). Este grupo de trabajo se ha abocado a desarrollar las actividades preparatorias y a formular los términos de referencia del estudio de prefactibilidad 3/ para interconectar los sistemas eléctricos de los nueve países participantes, tarea para la que se ha propuesto a la CEPAL como unidad ejecutora. En la tercera reunión del Grupo de Trabajo de Interconexión del Grupo de los Tres y el Istmo Centroamericano, y en la tercera reunión extraordinaria del CEAC, se coordinaron ambas iniciativas de interconexión regional. 4/

Como consecuencia de todas estas iniciativas, los Gobiernos de Guatemala y México han decidido intensificar la cooperación bilateral en esta materia, y es así como la C.F.E. y el INDE determinaron realizar un estudio de factibilidad de la interconexión de los dos sistemas. Como una primera fase, con recursos técnicos y financieros propios, ambas instituciones elaboraron un estudio preliminar, que posteriormente fue aprobado como estudio de prefactibilidad por las dos empresas. 5/

En el estudio preliminar antes mencionado se analizaron tres alternativas para la interconexión eléctrica; la primera consistía en una interconexión en 230 kV, que implicaría adelantar las obras contempladas por el lado mexicano y completar la red en 230 kV de la subestación de San Sebastián hasta la frontera, por parte de Guatemala. La segunda, en una línea de 500 kV en el lado de Guatemala y de 400 kV en el lado de México. Y la tercera era igual que la segunda, salvo que se operaría inicialmente en 230 kV. Como conclusión de dichos estudios se encontró que, debido al desarrollo de los sistemas eléctricos que se interconectarían, así como a las premisas en que se basó la justificación económica, la primera presentaba la mayor rentabilidad. No obstante, el análisis económico

3/ Véase, CEPAL, Términos de referencia. Estudio de prefactibilidad de la interconexión eléctrica de Colombia, Venezuela, Istmo Centroamericano y México (LC/MEX/R.313), 12 de agosto de 1991.

4/ Efectuadas en San José, Costa Rica, el 3 y 4 de julio, y el 5 de julio de 1991, respectivamente (véanse las actas de dichas reuniones).

5/ Véase, CEPAL, Interconexión eléctrica..., op. cit.

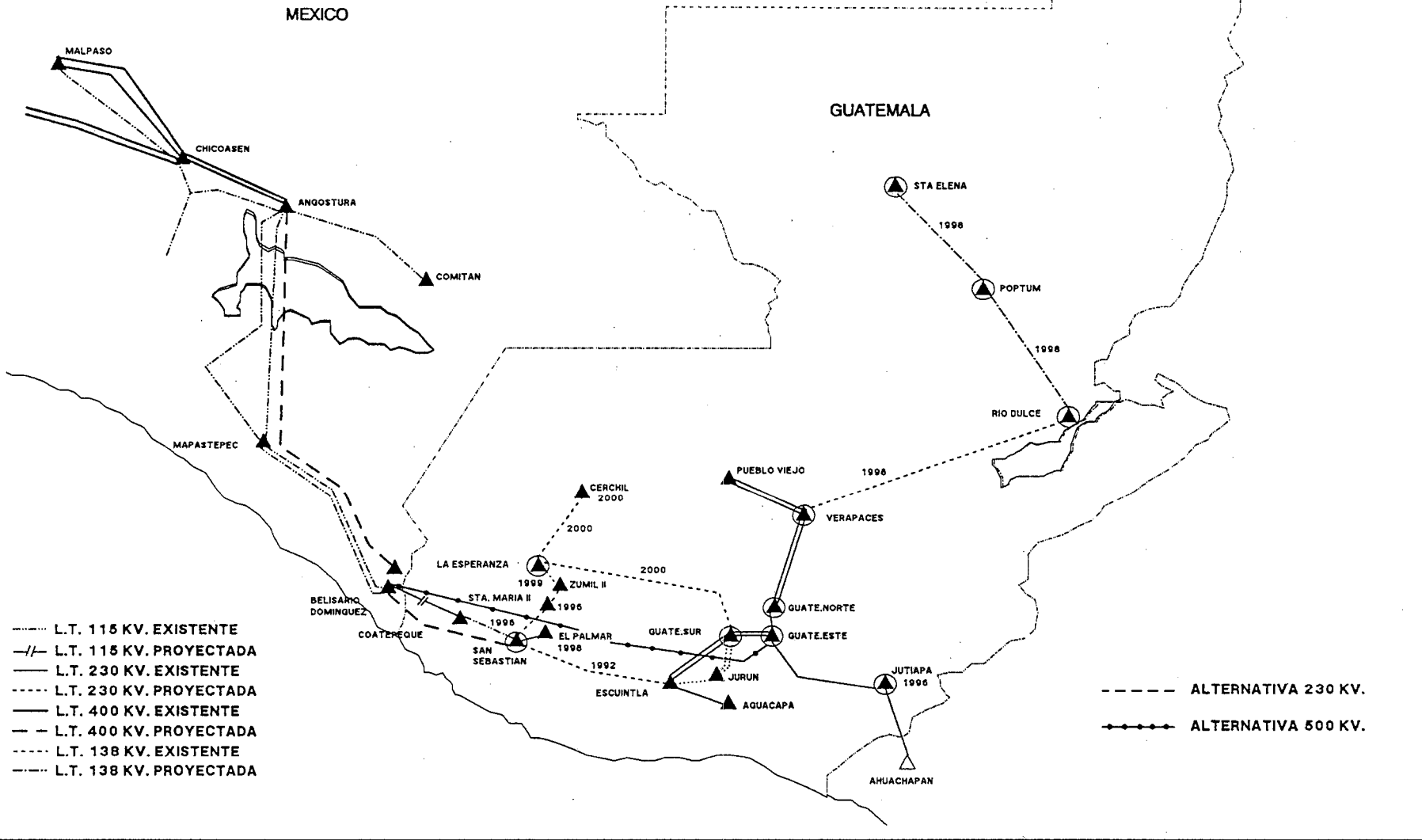
preliminar demostró que las tres opciones tienen indicadores de rentabilidad atractivos, por lo que resultó recomendable incluirlas para análisis adicionales en el estudio de factibilidad.

Las dos instituciones han acordado interconectar los sistemas eléctricos en la zona fronteriza de Tapachula, Chiapas. Esta propuesta se apoya en el hecho de que una vez construida la línea de 230 kV que interconectará las subestaciones de Escuintla y San Sebastián en Guatemala, los puntos más cercanos con infraestructura eléctrica disponible, para una interconexión bilateral, serán la zona de Tapachula, en el lado mexicano, y la subestación San Sebastián, en Guatemala (véase el diagrama 1).

El plan de expansión que actualmente prevé la C.F.E., contempla la construcción de un doble circuito en la misma torre de 230 kV, entre Angostura y Belisario Domínguez; la primera línea entraría en junio de 1995, operando en 115 kV y la segunda en marzo de 1998, también en 115 kV. En la subestación Angostura --que actualmente sólo cuenta con tensiones de 400 y 115 kV-- se tiene programada la puesta en servicio de un banco de 400/115 kV, 375 MVA en marzo de 1994, que reemplazará al actual de 135 MVA; asimismo, se tiene previsto poner en servicio un autotransformador de 400/230 kV, 375 MVA, en el 2001, año en el que se pasarían a operar en 230 kV las dos líneas mencionadas.

Diagrama 1

**INTERCONEXION
GUATEMALA - MEXICO**



II. OBJETIVOS, ALCANCES Y BASES DEL ESTUDIO

1. Objetivos

El estudio de factibilidad servirá de base para gestionar el financiamiento para construir las obras de interconexión eléctrica entre Guatemala y México. Los objetivos específicos del estudio son los siguientes:

a) Identificar y cuantificar los beneficios que la interconexión aportará a ambos países.

b) Analizar diversas opciones para el diseño de la interconexión eléctrica y seleccionar la que arroje los mejores resultados técnicos y económicos.

c) Determinar los límites de transmisión para las varias opciones de la interconexión, ante distintas condiciones de operación y diferentes escenarios de intercambios.

d) Formular el convenio de interconexión que establecerá los esquemas de intercambio y demás aspectos técnicos, financieros y legales para formalizar la interconexión y su operación entre ambos países.

e) Determinar costos, presupuestos y cronograma para la construcción y puesta en servicio de la interconexión.

2. Alcances

El estudio de factibilidad abarcará estudios técnicos para las redes eléctricas, tanto en régimen permanente como dinámico. Se representarán distintos niveles de carga para dimensionar los esquemas de compensación reactiva, protecciones y mediciones. Asimismo, se abordarán estudios económicos, identificando de la manera más completa posible los costos y los beneficios generados por la interconexión.

El resultado del estudio de factibilidad será suficiente para proceder al estudio de ingeniería y al diseño de las obras necesarias para concretar la interconexión eléctrica entre ambos países.

3. Bases del estudio

a) Horizonte de estudio y recursos humanos que se emplearán

El proyecto de interconexión se considerará con una vida útil estimada de 30 años. El análisis comprenderá hasta el año 2020, seleccionando años representativos de la evolución prevista para la oferta, la demanda y las redes de transmisión. El detalle será mayor hasta el 2010, ya que después de ese año la incertidumbre de los planes de expansión impiden mayor precisión. Las dos empresas eléctricas cuentan con excelentes recursos humanos y técnicos para realizar los trabajos que requiere este estudio. Por este motivo, han decidido que los trabajos se lleven a cabo con recursos propios, requiriendo solamente el financiamiento para que se desplacen los profesionales participantes por ambas empresas. Los modelos digitales, tal como se mencionó en el estudio preliminar ya citado, también serán aportados por la C.F.E. y el INDE, según se describe más adelante en esta sección.

b) Planes de expansión de la generación

Se partirá del supuesto de que los planes nacionales de expansión de la generación no se modificarán con motivo de la interconexión. Sin embargo, los técnicos que participen en los estudios podrán incluir el análisis de casos que impliquen la postergación de obras en alguno de los países.

c) Dirección del flujo en el enlace

Se explorarán diversos esquemas de intercambio que puedan producir beneficios económicos. Por este motivo, la dirección del flujo en el enlace será abierta y dependerá de los escenarios que se estudien. Los siguientes beneficios, sin ser exhaustivos, pueden dar una idea del tipo de evaluaciones de intercambio que se realizarán: i) posible retraso de las líneas de Angostura-Belisario Domínguez, en México; ii) posible retraso de plantas en Guatemala; iii) evaluaciones de energía económica (diferencias significativas en los costos de producción); iv) aprovechamiento de excedentes hidroeléctricos estacionales en Guatemala

y en El Salvador. Durante la temporada de lluvias podría haber derrames de agua, incluso teniendo disponible capacidad de generación en el INDE y en la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) de El Salvador; en esas condiciones México podría comprar los excedentes, o bien "almacenarlos" en los grandes embalses del Grijalva (Angostura y Malpaso), y regresarlos en la temporada de estiaje; v) aprovechamiento de las diversidades en las curvas de carga y en las hidrocondiciones; vi) apoyo en emergencias, y vii) apoyo ante catástrofes.

d) Perspectivas de proyectos eléctricos regionales

En el desarrollo de los estudios para definir la interconexión entre Guatemala y México se tomarán en cuenta los proyectos que afecten a la interconexión, y se mantendrá una comunicación estrecha para conocer la evolución de los proyectos regionales adicionales que puedan surgir. Entre estos proyectos se puede mencionar los siguientes: i) la interconexión existente entre Guatemala y El Salvador; ii) la posible realización, en 1995, de la interconexión entre El Salvador y Honduras; iii) la evolución del proyecto SIPAC, y iv) la eventual construcción de centrales generadoras de mayor tamaño a las contempladas en los planes de expansión nacionales, en las que podría haber participación de varios países.

e) Alternativas que se analizarán

Como conclusión del estudio de prefactibilidad ya citado, el INDE y la C.F.E. propusieron analizar de nuevo las tres alternativas de interconexión, variando solamente las posibles fechas de entrada en operación de cada uno y las etapas para su ejecución.

Como resultado de la revisión de este documento, en la reunión de Tapachula antes citada, se acordó agregar dos alternativas para el lado mexicano.

La primera alternativa adicional consiste en construir una línea de 400 kV de Angostura a Belisario Domínguez, que podría operarse inicialmente en 115 kV.

La segunda consiste en construir las torres de transmisión con un diseño capaz de soportar el doble circuito de 230 kV como una primera etapa y, posteriormente, reconvertir el acomodo de los conductores para transformar las dos líneas de 230 kV en una de 400 kV (véanse los diagramas 2 y 3).

Estas opciones tienen ventajas ante la incertidumbre de los montos de intercambio que podrían darse en cualquier dirección. La potencia natural (SIL) de una línea de 230 kV es del orden de 135 MW, mientras que para una de 400 kV es de 525 MW, por lo que resulta evidente el gran beneficio que se obtendría en la capacidad de transmisión, al tener la flexibilidad de contar con una línea de 400 kV para el enlace.

f) Modelos que se utilizarán

Para simular la operación futura y determinar los costos de producción, cada empresa determinará de manera independiente sus costos marginales de corto y largo plazos, utilizando sus propias herramientas. Posteriormente, se simulará la operación en una herramienta especializada de planeamiento operativo, con participación simultánea de profesionales de las dos instituciones.

Para los análisis de redes en régimen permanente y dinámico se utilizará el simulador de redes conocido como PSS/E, herramienta con que cuenta la C.F.E..

Para las evaluaciones económicas y los cálculos financieros se aplicará la misma metodología, basada en hoja de cálculo, que se usó en el estudio de prefactibilidad.

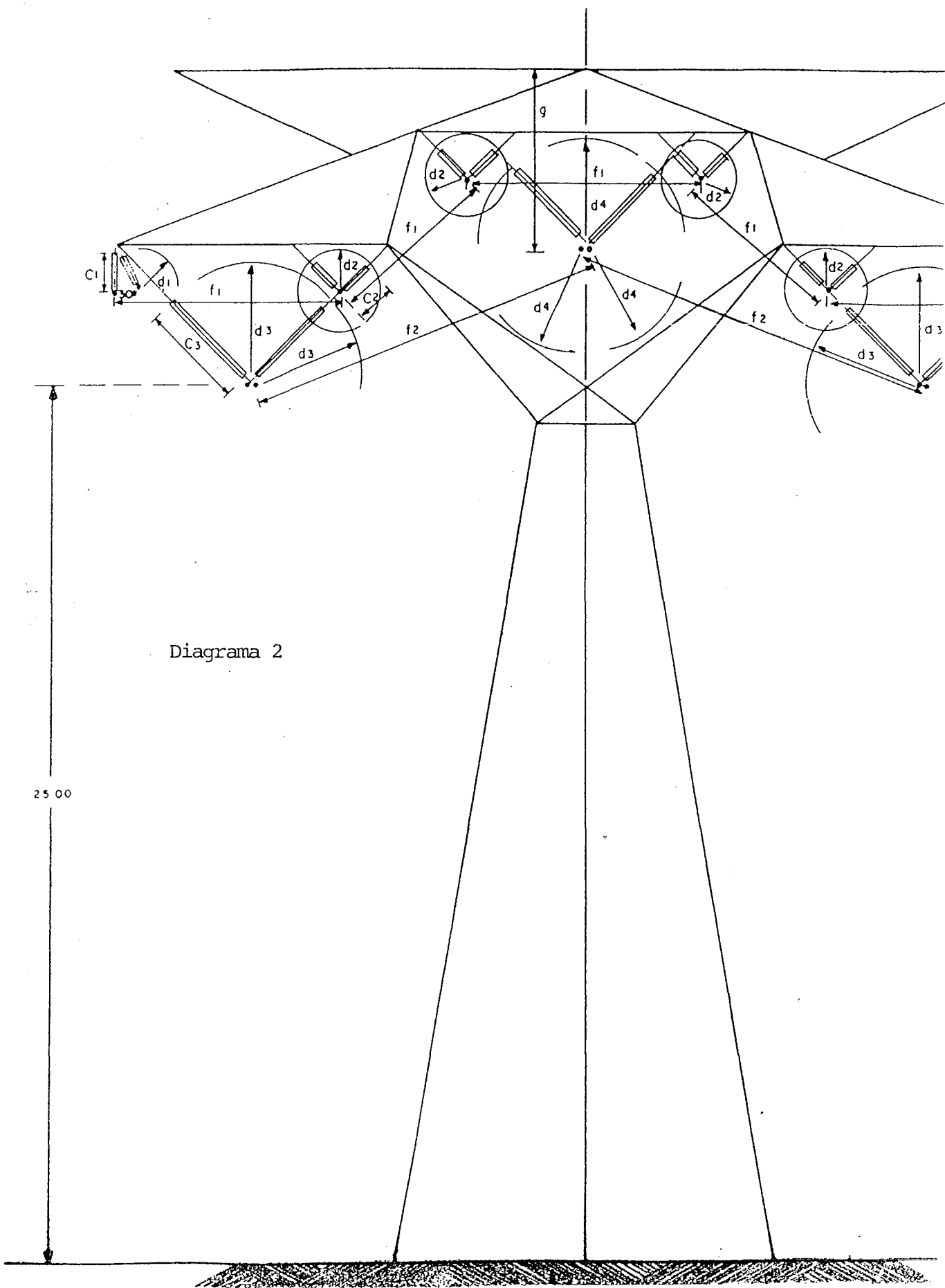


Diagrama 2

25 00

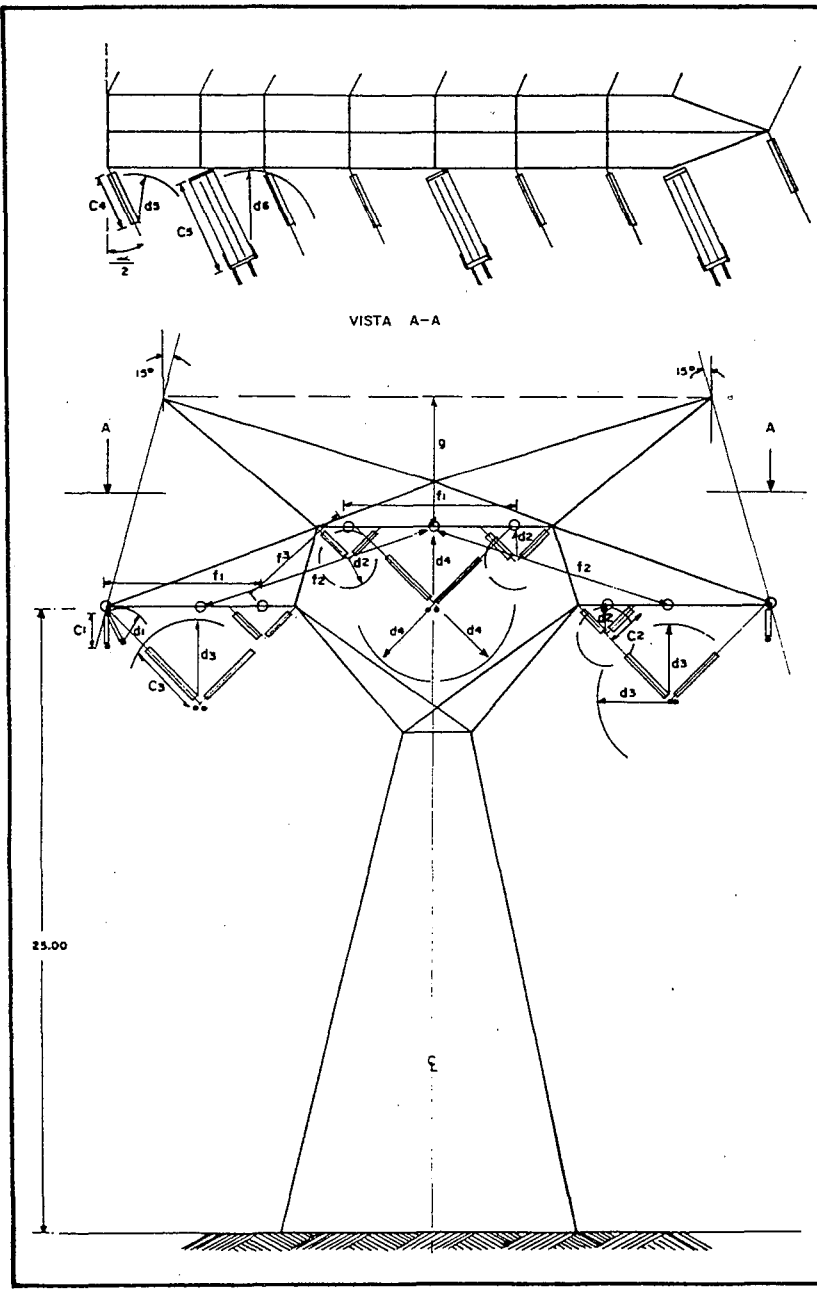


Diagrama 3

NOTA (1)-A PARTIR DEL DISEÑO DE LAS TORRES 2CY2 Y 2CZ2
 EL PROVEEDOR RELECCIONARA CUAL CUBRE LOS REQUERIMIENTOS
 MINIMOS DE LA 2CR2. EN CUYO CASO SE INDICARA CUAL ES SU
 UTILIZACION MECANICA MAXIMA.

TORRE CARACT.	2CY2	2CZ2	2CR2
CMH	500	500	400(1)
CV	800	800	450(1)
DEFLEX.	25°	50°	0°
d1	2.48	2.48	2.48
d2	2.70	2.70	2.70
d3	3.35	3.35	3.35
d4	3.66	3.66	3.66
d5	2.70	2.70	2.70
d6	3.66	3.66	3.66
C1	2.86	2.86	2.86
C2	3.11	3.11	3.11
C3	3.98	3.98	3.98
C4	2.85	2.85	2.85
C5	3.90	3.90	3.90
f1(min.)	8.00	8.50	NOTA(1)
f2(min.)	10.00	10.65	NOTA(1)
f3(min.)	7.85	8.30	NOTA(1)
g	4.58	4.58	4.58
USO ELEC.	0-2650	0-2650	0-2650

CFE	SUBDIRECCION DE CONSTRUCCION C.P.T.T.					
	CARACTERISTICAS GENERALES TORRES DE TENSION					
	230 KV-2C CONVERTIBLE A 400 KV-1C					
	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 70%;">PROYECT: ING. RAUL RODRIGUEZ I.</td> <td style="width: 30%;">ESCALA: SIN</td> </tr> <tr> <td>DIBUJO: E. FARRERA T.</td> <td>ACOT.: EN METROS</td> </tr> <tr> <td></td> <td>FECHA: 90 05 31</td> </tr> </table>	PROYECT: ING. RAUL RODRIGUEZ I.	ESCALA: SIN	DIBUJO: E. FARRERA T.	ACOT.: EN METROS	
PROYECT: ING. RAUL RODRIGUEZ I.	ESCALA: SIN					
DIBUJO: E. FARRERA T.	ACOT.: EN METROS					
	FECHA: 90 05 31					

III. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES

1. Actividades preparatorias

a) Designar un coordinador técnico en cada empresa, que será responsable y servirá como enlace para el seguimiento de las actividades preparatorias.

b) Acordar y precisar los modelos (simuladores digitales) que se utilizarán para desarrollar los estudios.

c) Definir el contenido detallado de la información que se recopilará para los diversos trabajos que constituirán el estudio de factibilidad.

d) Recopilar e intercambiar entre las dos empresas la información mencionada en el inciso anterior.

e) Realizar análisis económicos comparativos de las opciones para el lado mexicano. Estos análisis se llevarán a cabo en las oficinas y con el apoyo de la CEPAL; intervendrán técnicos de la C.F.E. y eventualmente del INDE.

f) Analizar el comportamiento de la demanda en el tiempo, incluidos los pronósticos de los próximos 10 años para escenarios de crecimiento bajo, medio y alto. Desarrollar el análisis estacional de la demanda y generar las curvas de duración de carga que se emplearán en los estudios. Se integrará un pequeño informe sobre este trabajo.

g) Preparar estudios de flujos representativos de condiciones de operación en carga mínima, media y máxima. Elaborar diagramas unifilares que muestren la evolución de las redes eléctricas de cada país en las zonas de interés.

h) Intercambiar entre las dos empresas información cartográfica escala 1:50,000, que contenga la red eléctrica principal, el trazo preliminar de trayectorias y la zona de cruce fronterizo, así como los sitios de las subestaciones adyacentes y/o alternativas para ellas.

2. Mercado eléctrico

Deberán revisarse algunos aspectos de los pronósticos de demanda de energía y potencia eléctrica de cada una de las empresas y adoptar criterios que

sean consistentes para definir el pronóstico de la demanda que se usará en los análisis. Las principales actividades que deberán realizarse en este rubro son:

a) Adopción de un escenario de referencia o base del pronóstico de la demanda de cada empresa, que posea criterios de cálculo similares o por lo menos no contradictorios. Si se hace algún tipo de análisis de sensibilidad a la demanda, los escenarios alternativos que se adopten para cada sistema deberán ser calculados sobre las mismas bases.

b) Cálculo de la suma de las demandas de potencia no coincidentes de los sistemas, que se utilizará para el análisis de estado estable y dinámico de las redes.

c) Distribución de la carga en cada nodo de los dos sistemas, principalmente de las regiones eléctricas que tengan más influencia sobre el comportamiento de la red de transmisión de alta tensión, que esté relacionada con la línea de interconexión.

d) Se deberá revisar el pronóstico de la demanda de energía eléctrica, sobre todo la distribución horaria y estacional, con el propósito de poder analizar mejor el potencial de intercambio de potencia y energía entre ambos sistemas.

3. Análisis de intercambios

En primera instancia se definirá la representación para los dos sistemas eléctricos, así como los puntos de operación que se analizarán, procurando cubrir todo el espectro de posibles condiciones de operación. También se incluirán casos considerando la agregación del sistema eléctrico de El Salvador.

Se desarrollará un análisis de los sistemas de generación que permita identificar la capacidad de transacciones reales de potencia y energía económica entre los dos sistemas y, de ser posible, entre éstos y el resto de países del Grupo de los Tres y de América Central.

En el análisis de intercambios se deberán cumplir por lo menos las siguientes actividades:

a) Un estudio de operación coordinada de los despachos de carga económicos, planteado sobre la base de curvas de carga cronológicas. Este

estudio dará como respuesta la cantidad de energía y potencia que podrá intercambiarse en un lapso de por lo menos 10 años, y el costo de cada uno de los bloques de potencia y energía de intercambio.

Se recomienda que el estudio se realice sin modificar los planes de expansión de la generación de las dos empresas, utilizando hipótesis hidrológicas sobre el criterio de seguridad, para lo cual los técnicos deberán acordar el porcentaje de riesgo que se usará.

En el estudio no se deberá discriminar el tipo de energía que pueda ser intercambiada ni su tecnología de producción, ya que el análisis económico del proyecto dará la respuesta de qué tipo de energía resultará conveniente intercambiar.

b) Con base en el estudio de despachos de carga económicos, se deberán calcular los Costos Marginales de Corto Plazo (CMCP) de cada uno de los sistemas, los cuales a su vez servirán para calcular los beneficios derivados de los intercambios.

c) Se deberá realizar un estudio para determinar la función de variación de la cantidad de energía no servida, con respecto a los intercambios de energía que resulten de los escenarios de despachos de carga.

Ya que los tres estudios anteriores se harán sobre la base de los planes de expansión de cada una de las empresas, no será necesario utilizar ningún modelo de optimización de secuencias de desarrollo, como el del Wien Automatic System Planning Package (WASP) o el del Modelo Nacional de Inversiones (MNI), y será suficiente la aplicación de un modelo de simulación de despachos de carga óptimos. En consecuencia, se recomienda que se utilice para estos estudios un modelo especializado de planeamiento operativo.

d) Como consecuencia de los estudios indicados, se acordarán los escenarios de intercambios, procurando que entre éstos se encuentren los extremos críticos para los estudios de estado estable y dinámico, y los que tengan más probabilidad de acordarse entre las empresas en el futuro.

El resultado de los programas de operación de las centrales eléctricas que se origine de esos escenarios, será usado como datos de entrada para los modelos de flujos de carga y estabilidad.

4. Análisis de redes

a) Análisis de estado estable

Las actividades mínimas que se realizarán son:

i) Adoptar una decisión definitiva sobre las alternativas de interconexión eléctrica que se estudiarán. Para ello se recomienda que se parta de la propuesta de alternativas planteadas en el capítulo II de este documento.

ii) Depurar la información necesaria para flujos de carga, contingencias y cortocircuito, con un horizonte de por lo menos 10 años, para poder hacer simulaciones cada dos años. Se recomienda que se preparen modelos de las redes de cada país con un nivel equivalente. Para períodos superiores a los 10 años se podrán utilizar datos típicos para las adiciones de generación y transmisión.

iii) Cada empresa revisará con anticipación el diseño topológico de sus propias redes y realizará flujos de carga, contingencias y cortocircuito, a fin de que cuando se realicen los estudios conjuntos la red que se analice esté depurada.

iv) Para cada una de las alternativas que se decida estudiar, se harán simulaciones con diferentes valores de intercambio en ambos sentidos, de acuerdo con los resultados del análisis de intercambios. Los sistemas se analizarán para condiciones de carga máxima, media y mínima.

v) Se deberá realizar un minucioso análisis de contingencias que permita descartar aquellas alternativas que no sean adecuadas, y que proporcione al grupo de profesionales encargado de la ingeniería preliminar del proyecto la suficiente información para considerar, en su caso, las necesidades de compensación de reactivos.

vi) Se deberá realizar un estudio más detallado sobre el comportamiento de las pérdidas eléctricas debidas al sistema de transmisión.

vii) Se hará un estudio de la variación en estado estable de la probabilidad de pérdida de carga (LOLP), para poder cuantificar el valor de la energía no servida, atribuible al sistema de transmisión.

b) Análisis de estado dinámico

En el estudio de factibilidad se deberá realizar un análisis de estabilidad transitoria del sistema interconectado para todos los escenarios de interconexión, que permita descartar aquéllos que no sean viables desde el punto de vista de la operación en estado dinámico. Se modelarán los sistemas de excitación y sus estabilizadores, así como los esquemas de protección pertinentes. No se representarán los gobernadores. Los criterios de confiabilidad dinámica para probar las distintas opciones serán acordados entre los técnicos de la C.F.E. y del INDE.

Para poder realizar ese análisis, cada empresa deberá preparar con suficiente anticipación la información necesaria. Dado que en la reunión de Tapachula, Chiapas, se acordó que se utilizará el modelo PSS/E disponible en la C.F.E., se recomienda que se inicie la recolección de la información sobre la base de los formatos que requiere dicho modelo.

c) Análisis de sobretensiones

Se simularán casos simplificados para determinar las sobretensiones por maniobra. Los resultados de este tipo de estudios servirán para especificar los equipos de interrupción y los apartarrayos y, eventualmente, características especiales para los equipos de compensación de reactivos.

5. Estudios de ingeniería

Los estudios de ingeniería que se harán en la etapa de factibilidad deberán alcanzar un detalle a nivel de diseño preliminar de todas las alternativas que se sometan al análisis económico y financiero, y a nivel de anteproyecto de la alternativa seleccionada para la siguiente etapa de diseño final.

Las actividades mínimas que se deberán realizar en el diseño preliminar son:

a) Optimización de las rutas de las líneas a una escala preferentemente de 1:50,000. En caso de ser posible se harán caminamientos de los tramos más difíciles de las posibles rutas.

b) Ubicación y dimensiones de los terrenos de cada una de las subestaciones preparatorias.

c) Diseño de cada una de las subestaciones, que incluya diagramas unifilares, dimensiones y características de los principales equipos, tableros de instrumentos y protecciones.

d) Diseño y características de las diferentes alternativas de la línea de transmisión, que incluyan configuración de fases, tamaño y configuración de conductores y torres y estructuras principales.

e) Estudio de costos que deberá sustentarse sobre la base de precios internacionales del mercado de suministro de materiales y equipos, y precios nacionales de mano de obra de construcción y montaje.

f) Presupuesto detallado de cada obra, expresado en moneda local y moneda externa, desagregado por cada país. Deberá considerarse en el presupuesto, además de los costos de construcción, los costos por ingeniería de diseño, ingeniería de supervisión, administración de obras, aranceles e impuestos, imprevistos y escalamiento de precios.

g) Programa de construcción con detalle de actividades y su ruta crítica. 6/

h) Programa de desembolsos, por lo menos a nivel anual, por renglón de gasto y por tipo de moneda.

6. Análisis económico y financiero

El análisis económico y financiero del proyecto que se hará en la fase de factibilidad deberá ser más minucioso que el realizado en el estudio preliminar; sin embargo, se recomienda que se adopte la misma metodología propuesta, profundizando en los siguientes aspectos:

a) Incluir, ya sea como costo o como beneficio, la variación en el costo de energía no servida de los sistemas de generación y transmisión, resultante del cambio en la probabilidad de falla de cada alternativa, con respecto a la de los sistemas nacionales cuando operan sin la interconexión. Esa variación se valorará al costo que cada país decida en la parte que le corresponda.

6/ Identificación de las actividades que constituyen las rutas críticas, tiempos de holgura y recursos para cada actividad.

b) Afinar el cálculo de la energía de intercambio y valorarla al precio de sustitución que resulte del análisis de intercambios.

c) Afinar el cálculo de la variación de la energía de pérdidas y considerarla como costo o beneficio, según el caso. Se deberá valorar, al costo marginal de corto plazo de cada sistema, la parte de pérdidas que le corresponda.

d) El análisis financiero deberá incluir en un caso los costos del financiamiento de las obras, y en otro no. Las hipótesis sobre las condiciones financieras deberán adoptarse de común acuerdo.

e) Deberá hacerse un análisis económico del proyecto que incluya los costos ambientales y los beneficios económicos adicionales.

IV. ORGANIZACION, CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

La buena organización para realizar los estudios de factibilidad es indispensable para su éxito, y requiere que cada una de las empresas dedique los recursos adecuados, principalmente humanos, a este trabajo. En consecuencia, es necesario que los grupos de profesionales que se seleccionen sean dedicados en forma exclusiva mientras duren los estudios conjuntos.

Se recomienda que cada una de las empresas designe a un profesional con la responsabilidad de coordinar las actividades preparatorias que cada empresa debe realizar antes del inicio de los estudios de factibilidad. Estos profesionales deben tener suficiente nivel de jerarquía para dirigir tareas técnicas, y una adecuada línea de comunicación con los niveles de ejecutivos de las áreas de planificación de cada empresa. Es indispensable que cada empresa brinde todo el apoyo logístico y de servicios que los grupos de trabajo requieran, con la más alta prioridad, a fin de aprovechar al máximo el limitado tiempo de movilización de los profesionales.

Con el propósito de reducir al mínimo posible la duración y el costo del estudio de factibilidad, sin deterioro de la calidad de los resultados, en la reunión entre los técnicos de la C.F.E. y del INDE, que se efectuó en Tapachula, Chiapas, se revisaron exhaustivamente los alcances de cada actividad. Sobre la base de esa revisión, se definió una duración total de seis meses para el estudio, después de completar las actividades preparatorias y una vez contando con el financiamiento requerido.

Sobre la base de la descripción de actividades de la sección anterior, y de las consideraciones que sobre la organización se plantean en los párrafos precedentes, el cronograma para desarrollar el estudio de factibilidad se muestra en el siguiente cuadro. A partir de este cronograma de actividades se elaboró el presupuesto que se muestra en el cuadro adjunto; en el mismo se explican las bases de cálculo utilizadas.

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA INTERCONEXION
ELECTRICA GUATEMALA-MEXICO**

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	SEMANAS/ SEDE	MESES					
		1	2	3	4	5	6
1. Preparatorias: Selección de modelos y recopilación de información a/	-						
	Guatemala y México						
2. Cálculo de los costos marginales independientes b/	1	■					
	Guatemala y México						
3. Seminario sobre el uso del simulador de redes y los modelos de análisis económicos b/	1	■					
	México						
4. Identificación de intercambios c/ y valuación cuantitativa de sus beneficios económicos	5	■	■				
	Guatemala y México						
5. Realizar los estudios eléctricos (régimen permanente y dinámico)	4		■	■			
	México						
6. Efectuar los análisis económicos y financieros	3			■	■		
	México						
7. Elaborar y aprobar el convenio de interconexión	15			■	■	■	■
	Guatemala y México						
8. Efectuar los estudios de ingeniería preliminar	6	■	■	■			
	Guatemala y México						
9. Preparar los informes técnicos y el final	5				■	■	■
	Guatemala y México						

a/ Las actividades preparatorias se desarrollarán antes de iniciar el estudio de factibilidad

b/ Se incluye el intercambio de las bases conceptuales utilizadas para el cálculo y uniformación de criterios.

c/ Se incluye la homogenización de los criterios para pronosticar la demanda

Presupuesto del Estudio de Factibilidad
de la Interconexión Guatemala—México.

Actividad	Número de Reuniones	Número de Personas	Duración (días)	COSTO (dólares)		
				Pasajes	Viáticos	Total
1	2	2	4	0	0	0
2	1	4	7	1,300	3,500	4,800
3	1	4	7	1,300	3,500	4,800
4	2	2	14	1,300	7,000	8,300
5	1	2	21	650	5,250	5,900
6	1	2	14	650	3,500	4,150
7	4	2	4	2,600	4,000	6,600
8	3	2	4	1,950	3,000	4,950
9	4	2	4	2,600	4,000	6,600
Subtotal	19		79	12,350	33,750	46,100
Imprevistos (10%)				1,235	3,375	4,610
TOTAL	19		79	13,585	37,125	50,710

NOTA: El presupuesto sólo se refiere al financiamiento externo requerido.

BASES DE
CALCULO:

a. Las actividades concuerdan con el cronograma del estudio

b. Los costos unitarios utilizados fueron los siguientes (dólares):

– Pasaje aéreo México—Guatemala
(viaje redondo)

325

– Viático diario de un profesional

125

c. Las empresas aportarán lo siguiente:

– Profesionales (aproximadamente 18 meses—hombre cada empresa)

– Apoyo secretarial y personal auxiliar (calcular y dibujo)

– Cuadrillas de topografía y fotografía aérea, si esto último fuera necesario.

– Reproducción de documentos

– Equipo de cómputo

– Comunicaciones y facilidades de FAX y MODEM

– Oficinas para los profesionales de la empresa visitante, en el caso de las actividades 4, 5 y 6

– Salas de juntas y equipo audiovisual

– Costos de las reuniones de ejecutivos. Se prevén 4 reuniones de 3 días de duración cada una.