



# Informe de Terminación de Proyecto

---

## PCR

**Nombre del Proyecto:** *Proyecto de interconexión eléctrica entre Guatemala y México*

**País:** *Guatemala*

**Sector/Subsector:** *Energía*

**Equipo de Proyecto Original:** Néstor Roa (RE2/FI2), Jefe; Gonzalo Arroyo (RE2/FI2); Diego Belmonte (RE2/FI2); Dana Martín (LEG/OPR); María Cristina Landázuri (LEG/OPR); Ennio Rodríguez (INT/ITD); Clarice Zilberman (COF/CGU); Marcelo Valenzuela (COF/CCR); y Fernando Lecaros (Consultor). Maria Fernanda Mariel (RE2/FI2) asistió en la producción del documento.

**Número de Proyecto:** *GU-0171*

**Número de Préstamo(s), CT(s):** *1470/OC-GU*

**Fecha del CRG:** *marzo 7 de 2011*

**Fecha de Aprobación Final del PCR:**

**PCR Equipo: Autor Principal y Miembros:** German Cruz (ENE/CES), Jefe; Carlos Trujillo (INE/ENE); Arnaldo Vieira (INE/ENE); José Ramon Gomez (INE/ENE); María Cristina Landázuri (LEG/OPR); Jose Villatoro (PDP/CGU); Juan Carlos Martell (PDP/CGU); Marcelo Valenzuela(INE/ENE)

16 de febrero 2011



## Índice

<b>I. INFORMACIÓN BÁSICA.....</b>	<b>1</b>
<b>II. EL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
A. CONTEXTO DEL PROYECTO .....	2
B. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
i. Objetivo(s) del Desarrollo .....	3
ii. Componentes.....	3
C. REVISIÓN DE LA CALIDAD DEL DISEÑO (SI APLICA ) .....	4
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>5</b>
A. EFECTOS DIRECTOS.....	5
B. EXTERNALIDADES.....	6
C. PRODUCTOS .....	7
D. COSTOS DEL PROYECTO.....	8
<b>IV. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>9</b>
A. ANÁLISIS DE LOS FACTORES CRÍTICOS .....	9
B. DESEMPEÑO DEL PRESTATARIO/AGENCIA EJECUTORA.....	10
C. DESEMPEÑO DEL BANCO .....	10
<b>V. SOSTENIBILIDAD .....</b>	<b>10</b>
A. ANÁLISIS DE FACTORES CRÍTICOS .....	10
B. RIESGOS POTENCIALES.....	11
C. CAPACIDAD INSTITUCIONAL .....	11
<b>VI. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO .....</b>	<b>11</b>
A. INFORMACIÓN SOBRE RESULTADOS.....	11
B. SEGUIMIENTO FUTURO Y EVALUACIÓN Ex-POST.....	12
<b>VII. LECCIONES APRENDIDAS .....</b>	<b>12</b>

## Anexos



## **Abreviaturas y Acrónimos**

AMM Administrador del Mercado Mayorista  
CAT Costo Anual de Transmisión  
CENACE Centro Nacional de Control de Energía de la CFE  
CFE Comisión Federal de Electricidad  
CNEE Comisión Nacional de Energía Eléctrica  
CRIE Comisión Regional de Interconexión Eléctrica  
DEOCSA Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A.  
DEORSA Distribuidora de Electricidad de Oriente, S.A.  
ECOE Empresa de Comercialización de Energía  
EEGSA Empresa Eléctrica de Guatemala  
ETCEE Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica  
EOR Ente Operador Regional  
GEF Fondo Global Ambiental  
GGU Gobierno de Guatemala  
INDE Instituto Nacional de Electrificación  
JSF Fondo Especial Japonés  
LFC Luz y Fuerza del Centro  
LGE Ley General de Electricidad  
LP Licitación Privada  
LPI Licitación Pública Internacional  
LPN Licitación Pública Nacional  
MARN Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales  
MDE Memorando de Entendimiento  
MEM Ministerio de Energía y Minas  
MER Mercado Eléctrico Regional  
PGAS Plan de Gestión Ambiental y Social  
PPA Contrato de Compra de Energía (Power Purchase Agreement)  
PPP Plan Puebla Panamá  
SENER Secretaría de Energía de México  
SHCP Secretaría de Hacienda y Crédito Público de México  
SIEPAC Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central  
UF Grupo Unión FENOSA  
VAD Valor Agregado de Distribución



## I. Información Básica

### DATOS BÁSICOS (MONTO EN US\$)

NO. PROYECTO: GU0171

TITULO: *Proyecto de interconexión eléctrica entre Guatemala y México*

Prestatario: Republica de Guatemala  
Agencia ejecutora (AE): Instituto Nacional de Electrificación- INDE

Fecha aprobación Directorio: 06-Aug-2003  
Fecha efectividad contrato préstamo: 23-Sept-2005

Préstamo(s): 1470/OC-GU  
Sector: Energia

Fecha elegibilidad primer desembolso: 06-Apr-2006

Instrumento de préstamo:

Meses en ejecución  
\* desde aprobación: 86  
\* desde efectividad del contrato: 61

Períodos de desembolso  
Fecha original desembolso final: 23-Sep-2009  
Fecha actual desembolso final: 23-Dic-2010  
Extensión acumulativa (meses): 15  
Extensión especial (meses):

Monto préstamo(s)  
\* Monto original: 37,500,000  
\* Monto actual: 35,929,846.55  
\* Pari Passu (si aplica): 86.63%

Desembolsos  
Monto a la fecha: (100%)

Costo Total del Proyecto (Estimado Original):45,569,328.12

Redireccionamiento  
Este proyecto:  
- recibió fondos de otro proyecto? [ ]  
- Envío fondos a otro proyecto? [ ]  
- N/A [ X ]

De/Para No. Proyecto	Para No. Sub-préstamo	Monto

\* Monto actual (ajustado para redireccionamiento)

Reducción de Pobreza (PTI): No  
Equidad Social (SEQ): No  
Clasificación ambiental: A

En estado de "Alerta"  
Está el proyecto "en alerta" por PAIS: No  
De ser afirmativo, favor indicar razones (Clasificaciones OD, PI, y/o indicadores relevantes de PAIS):  
Comentarios de relevancia de la clasificación de alerta de este proyecto (si aplica):

### Resumen de la Clasificación de Desempeño

OD	[ ] Muy Probable(MP)	[ X] Probable (S)	[ ] Poco Probable (PP)	[ ] Improbable (MI)
PI	[ ] Muy Satisfactorio (MS)	[ X] Satisfactorio (S)	[ ] Poco Satisfactorio (I)	[ ] Muy Insatisfactorio (MI)
SO	[ ] Muy Satisfactorio (MS)	[ X] Satisfactorio (S)	[ ] Poco Satisfactorio (PS)	[ ] Muy Insatisfactorio (MI)



## **II. El Proyecto**

### **a. Contexto del Proyecto**

El proyecto para la Interconexión entre Guatemala y México nació como una iniciativa dentro del Plan Puebla-Panamá (PPP), hoy conocido como Proyecto Mesoamérica (PM). El PPP, que fue adoptado en la Declaración Conjunta de la Cumbre Extraordinaria de los países integrantes del Mecanismo de Diálogo y Concertación de Tuxtla celebrada en El Salvador el 15 de junio de 2001, planteo una estrategia que buscaba la integración de Centroamérica, al incluir al Sur-Sureste de México dentro del concepto de Región Mesoamérica.

Dentro de estas iniciativas del PPP se incluyó la denominada “Iniciativa Energética Mesoamericana” que incluía tres proyectos para unir los mercados eléctricos, atraer la participación privada, reducir el costo de la electricidad y mejorar la competitividad. El primer proyecto es el desarrollo del Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC); el segundo consiste en conectar el SIEPAC al mercado de México; y el último, la conexión de Belice al sistema SIEPAC. El proyecto Interconexión Guatemala- México corresponde al segundo de los ellos y comprende la construcción de la línea de transmisión entre Guatemala y México. Posteriormente, como parte del PM se incluyó además la interconexión entre Panamá y Colombia.

El proyecto Interconexión Guatemala- México se enmarca también dentro de los objetivos del Convenio de Cooperación Energética suscrito entre México y Guatemala el 17 de marzo de 1997, que busca ampliar la cooperación y aprovechar el potencial de complementación energética en el área de la energía eléctrica entre ambos países. Con el objeto de llevar a cabo las acciones para adelantar el proyecto el 18 de Diciembre de 2001, se definió un plan de acción y se integró un grupo de trabajo binacional coordinado por el Instituto Nacional de Electrificación de Guatemala (INDE) y por la Comisión Federal de Electricidad de México (CFE).

La interconexión Guatemala-México, consiste en la unión de los sistemas eléctricos de CFE de México y el INDE de Guatemala mediante la construcción de una línea de transmisión de 103 km a 400 kV y la expansión de las subestaciones de Tapachula (México) y Los Brillantes (Retalhuleu, Guatemala). El costo total de la interconexión ascendió a US\$ 58.1 millones (US\$ 45.6 millones en Guatemala y US\$ 12.5 millones en México), financiados en Guatemala, parcialmente, por el préstamo BID-1470/OC-GU, suscrito entre el Gobierno de la República y el BID el 23 de septiembre del 2005, teniendo como ejecutor al INDE. En México la CFE financió, y a su vez ejecutó el proyecto en el lado mexicano.

El proyecto en los dos países se desarrolló mediante el tendido de un circuito a 400 kV, con las estructuras previstas para una expansión futura a doble circuito. La capacidad inicial del enlace se estima en 200 MW en la dirección México a Guatemala y de 70 MW en la dirección inversa. Si bien los mercados de los dos países no se integran en el sentido estricto de la palabra, se busca que los intercambios de energía y potencia se realicen en su totalidad en un esquema de mercado. Para ello y como parte del proyecto, se diseño



una estructura jurídica, con elementos que permiten asegurar la coordinación binacional durante la construcción y operación del enlace. Dicha estructura cuenta con los elementos para dar la seguridad jurídica necesaria y promover las transacciones comerciales de energía entre los dos países.

En México, la interconexión requirió la construcción de 32 km de línea de transmisión en 400 kV y la ejecución de las obras civiles y electromecánicas para la ampliación de la subestación Tapachula, para interconectar la nueva línea al sistema mexicano. La interconexión permitirá a la CFE y a otros generadores de México exportar energía a los agentes del mercado de Guatemala; igualmente, generadores de Guatemala, estarán en capacidad de ofrecer energía a la CFE. Lo anterior también se podrá extender al resto de Centroamérica a través de la interconexión existente en Guatemala con el SIEPAC.

## **b. Descripción del Proyecto**

### **i. Objetivo(s) del Desarrollo**

De acuerdo al Anexo A del contrato de préstamo original, aprobado en 2003, el objetivo de desarrollo era aumentar la oferta de energía en Guatemala, mejorando los precios y aumentando la seguridad y calidad en el suministro eléctrico, para lo cual se requería:

- i) interconectar el sistema eléctrico de Guatemala con el de México;
- ii) interconectar el sistema de México con el SIEPAC a través de la interconexión existente entre Guatemala y los otros cinco países del Istmo; y
- iii) establecer los acuerdos y definir las reglas para permitir y promover los intercambios de energía entre agentes de México, Guatemala y otros países, a través de Guatemala.

El proyecto contribuye a crear la posibilidad de acceder hasta 200 MW adicionales en el sistema eléctrico en Guatemala y aumentar la seguridad y calidad del sistema nacional.

### **ii. Componentes**

La operación del Banco apoyó la porción de Guatemala, que fue estructurado en los tres componentes que se describen a continuación.

#### **1. Construcción de la línea de transmisión**

Comprende la construcción de una línea de transmisión de 400 kV, con una longitud aproximada de 71.2 Km, estructuras de acero galvanizado auto soportadas, en configuración vertical y con dos cables de guarda. Se utilizaron dos conductores por fase ACSR/AS (KCM) 1113, un cable de guarda tipo CGFO y el otro OPGW con 36 fibras ópticas para teleprotección y comunicaciones. Las cimentaciones son de concreto reforzado y el ancho de servidumbre de 40 m.



La línea fue terminada y puesta en servicio el 30 de Abril de 2009 con una longitud final de 71.204 Km. habiéndose montado 153 estructuras de 400 Kv y 2 postes troncocónicos como estructuras de 69 Kv.

## **2. Adecuación de la Subestación Los Brillantes (Guatemala)**

La subestación Los Brillantes fue adecuada para recibir la línea de interconexión, realizar la transformación de voltaje de 400 kV a 230kV e instalar un banco de reactores. Para la transformación, se adquirieron cuatro autotransformadores monofásicos, tres activos formando un banco trifásico y uno de reserva<sup>1</sup>, cada uno de 75 MVA, 400/230 kV, instalados en la subestación Los Brillantes. Los reactores fueron definidos con base en los estudios de comportamiento eléctrico con el cual se busca compensar energía reactiva en la línea. Para ello se adquirieron e instalaron en la subestación, cuatro reactores con una capacidad de 66.67 MVARs (banco trifásico 3x16.67 MVARs y 1x16.67 MVARs de reserva).

La adecuación, incluyó además la ampliación de la subestación, que consistió en la instalación de barras de 400 kV con modulo de acoplamiento (en la actualidad sólo tiene de 230 kV). Asimismo se construyeron cuatro bahías de 400 kV: (i) para recibir la línea de interconexión; (ii) para la transformación; (iii) para el banco de reactores; y (iv) para el acoplamiento de barras. El alcance incluyó la instalación de interruptores, seccionadores, protecciones, sistemas de medición y mando en los lados de 400 y de 230 kV que permiten la conexión del equipo a las respectivas barras de 400 kV y de 230 kV y el sistema de prevención de incendios. Se utilizó la tecnología de encapsulamiento con gas SF<sub>6</sub> (GIS), con lo cual se redujo sustancialmente los requerimientos de terreno para la expansión y permitió utilizar el área ya dispuesta en la subestación, con lo que se disminuyeron los impactos ambientales y los costos de la subestación.

La subestación fue terminada y puesta en operación comercial el 15 de abril de 2009.

## **3. Supervisión.**

Dada la magnitud y complejidad del proyecto, se incluyó como parte del mismo la contratación de dos firmas especializadas para adelantar la supervisión de los contratos que suscribió el INDE para la construcción de la línea y la adecuación de la subestación. El objetivo de tener estas firmas fue asegurar el cumplimiento de las especificaciones de las obras, los equipos, los montajes y en general de todos los servicios requeridos para la construcción de la línea y la ampliación de la subestación.

### **c. Revisión de la Calidad del Diseño (si aplica)**

N/A

#### **Revisión de la Calidad del Diseño**

<input checked="" type="checkbox"/> Muy Satisfactorio (MS)	<input type="checkbox"/> Plenamente Satisfactorio (PS)	<input type="checkbox"/> Menos que Satisfactorio (MS)	<input type="checkbox"/> Insatisfactorio (I)
--	--	---	--

<sup>1</sup> El transformador de reserva se dañó durante el transporte y se estima para el primer semestre de 2011 la fecha de entrega del nuevo transformador, el cual será financiado con recursos del INDE.



### III. Resultados

#### a. Efectos Directos

LOGRO DEL LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO (OD)			
<b>Objetivos de Desarrollo(s) (Propósito)</b>			
<p>1. <i>Oferta de energía eléctrica en Guatemala, incrementada, con precios adecuados y seguridad y calidad en el suministro eléctrico mejorada.</i></p> <p>Indicadores:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Los diferenciales de costos de la energía transmitida a través de la línea al finalizar el año 2010 serán iguales o superiores a US\$7.5/MWh.</li> <li>Los intercambios de energía entre Guatemala y México permiten un factor de utilización al finalizar el año 2010, de por lo menos el 45%.</li> <li>Al finalizar el año 2012, se estarán generando por lo menos US\$1.25 millones de ahorros anuales en inversiones en nueva generación.</li> <li>Al entrar en operación el proyecto, las desviaciones de frecuencia máxima en el sistema eléctrico de Guatemala, se habrá reducido a 0.1 Hz.</li> </ol> <p>Clasificación: Probable.</p>			
<b>Indicadores Claves de Efectos Directos</b>			
	<u>Efectos Directos Planeados</u>		<u>Efectos Directos Logrados:</u>
<u>Línea de Base</u>	<u>Intermedia</u>	<u>Término del Proyecto</u>	
1.1B_ (2003)	1.1I_ (fecha)	1.1E_ 7.5 (2010)	1.1 _29.2_ (2010)
1.2 0% (2003)		1.2E_ 45% (2010)	1.2 55.24% (2010)
1.3 0.M (2003)		1.3E_ 1.25M (2012)	1.3 pendiente (2012)
1.4 0.15 Hz (2003)		1.4E_ 0.15 (2010)	1.4 0.1 Hz (2010)
<b>Reformulación.</b>			
[ X ] N/A			
<b>Reajuste ISDP:</b> indicar si y cuándo el ISDP fue reajustado, y explicar cambios que resultaron de este ejercicio.			
[ X ] N/A			
<b>Resumen del(os) Objetivo(s) de Desarrollo Clasificación (OD):</b>			
[ ] Muy Probable(MP) [ X ] Probable (S) [ ] Poco Probable (PP) [ ] Improbable (MI)			
<p>Justifique brevemente la clasificación basada en el grado de cumplimiento de las metas planeadas, explicando las diferencias entre los efectos directos planeados y los logrados, así como otros factores relevantes. Indicar referencias sobre la evidencia que respalda dichos resultados.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>El efecto sobre el valor de la energía mayorista de Guatemala de las importaciones de México se refleja en la cantidad de energía intercambiada de México a Guatemala, ya que cada vez que hay un suministro de Energía desde México se evita el ingreso de una central mas cara al sistema y por lo tanto se evita que el costo marginal de la energía mayorista se incremente. Los valores de energía obtenidos entre el valor promedio de la energía proveniente de la interconexión y la energía spot de Guatemala desde el inicio de la operación comercial formal del contrato de compraventa de potencia firme y energía asociada por 120 MW, y del contrato de compraventa de potencia y energía hasta por 80 MW, y los valores del mercado de oportunidad de Guatemala, dan como resultado que el diferencial de costos promedio fue de US\$16.3/Mwh en octubre de 2010, US\$42.09/Mwh en noviembre y US\$29.27/Mwh en diciembre, dando como valor promedio de US\$29.22/Mwh en el trimestre..</li> <li>Los intercambios de energía entre Guatemala y México desde el inicio de la operación comercial formal del contrato de compraventa de potencia firme y energía asociada por 120 MW, y del contrato de compraventa de potencia y energía hasta por 80 MW, suman un total de 132,035 Mwh en el periodo octubre-diciembre de 2010, y el factor de carga de la interconexión fue 55.24% sobre la capacidad de transmisión de 120 MW.</li> <li>La Interconexión ha ayudado a resolver situaciones de suministro en el mercado de Guatemala, El Salvador y Honduras, en los casos de interrupciones temporales del sistema de transporte o indisponibilidad de centrales</li> </ol>			



en los sistemas de los países mencionados. En el caso particular de Guatemala, también ha permitido mejorar el suministro a la región occidental del país cuando se presentan interrupciones temporales de conexión del sistema central con el sistema occidental. El contrato entre CFE y el INDE fue ampliado y firmado el 28 de enero de 2011, por 1 año, en los mismos términos actuales, y se está negociando la perpetuidad del mismo, lo que implicara un ahorro aproximado de \$10 M anuales<sup>2</sup>.

4. En cuanto a la frecuencia, la regulación esta alrededor de  $\pm 0.1\text{Hz}$  siendo más evidente el beneficio cuando hay un desbalance importante de carga-generación, ya que las variaciones de frecuencia son mínimas y México compensa más del 90%

**Estrategia de País:** Dados los resultados descritos arriba, indicar brevemente cómo el proyecto contribuyó a la estrategia del Banco en el país.

El proyecto de interconexión Guatemala-México es consistente con las políticas del Banco al promover proyectos de alcance multinacional que aceleren el proceso de integración regional (OP702), y consistente con la estrategia del Banco para el país, que otorga especial importancia al crecimiento económico sostenible, a la competitividad, y ha dado prioridad a la reducción de la pobreza. El proyecto contribuye a la reducción de precios de la energía y a la seguridad del sistema eléctrico, por lo que la industria de Guatemala se hace más competitiva y se amplía el potencial para futuros proyectos sociales de electrificación. Igualmente, el proyecto se alinea con las políticas tendientes a facilitar el financiamiento a mediano plazo de exportaciones intrarregionales de bienes de capital y de servicios entre los países de la región, con miras a impulsar la integración y el desarrollo económico, incrementando y diversificando el comercio de la región.

## **b. Externalidades**

- i. La construcción de la línea ha generado empleo a lo largo del proyecto, no solo empleos directos sino también indirectos relacionados con bienes y servicios ofrecidos a las empresas constructoras, a la firma supervisora, y al personal de las mismas.
- ii. La infraestructura a lo largo de la línea fue mejorada, especialmente vías de acceso, que podrán ser utilizadas por los pobladores, para sus actividades personales y comerciales, mejorando la productividad de las zonas de influencia del proyecto, durante la etapa de construcción y operación futura.
- iii. Los impactos al medio ambiente, han sido adecuadamente mitigados con las medidas necesarias realizadas, por ejemplo: inversiones para compensar la tala y poda de árboles, etc.
- iv. Con la construcción de la línea y la implantación de los acuerdos INDE-CFE se han potencializando las interconexiones extra regionales con México.
- v. Los problemas relacionados con la obtención de la servidumbre de paso a lo largo de la línea ha afectado la ejecución de las obras y por ende el retraso en la conclusión de la línea y el incremento del costo del proyecto.

---

<sup>2</sup> Basado en los datos obtenidos en el mes de enero de 2011 del mercado de Guatemala y los costos reales de potencia y energía del contrato vigente entre INDE y CFE, así como simulaciones mediante modelos estocásticos duales: 46.3 Gwh/mes\*30USD/Mwh



## c. Productos

Construcción Línea de transmisión: La obra está finalizada con una longitud total de 71.2 km de línea de 400 Kv, habiéndose montado 153 estructuras de 400 Kv, y 2 postes troncocónicos como estructuras de 69 Kv.

Adecuación Subestación Los Brillantes: El proyecto de la subestación está terminado, sin embargo aún está pendiente el suministro en obra del transformador de potencia de reserva, lo cual *no constituyo un obstáculo* para la entrada en operación del proyecto (ver nota 1).

Supervisión de línea y subestación: La supervisión se terminó a satisfacción.

PROGRESO EN LA IMPLEMENTACION (PI)			
Componentes (Productos)	Indicadores Claves del Producto		
<b>1. Componente 1: Construcción de la línea de transmisión</b> <b>Indicador:</b> Línea de transmisión terminada permitiendo transferencias de México a Guatemala de 200 MW y Guatemala-México de 70 MW Costo total Componente 1: 24,496,688.39 Contrapartida: 7,554,422.25 BID: 16,942,246.14 Desembolso BID %: 100  Clasificación: S	<u>Productos Planeados</u>  <u>Línea de Base*</u> <u>Intermedia</u> <u>Al Término del Proyecto</u> 1.1B 0 (2003)    1.1I ____ (fecha)    1.1E 71km_ (2009)		<u>Fin de Proyecto</u>  <u>Término de Proyecto</u> 1.1 _71.2km_ (2009)
<b>Explique brevemente diferencias entre los productos planeados y actuales (sin aplica).</b> <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> N/A			
<b>Reestructuración. Indique si este componente del proyecto ha sido reestructurado (fecha aprobación Gerente)(si aplica). Describir brevemente las consecuencias de estos cambios.</b> <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> N/A			
<input type="checkbox"/> Muy Satisfactorio (MS)	<input checked="" type="checkbox"/> Satisfactorio (S)	<input type="checkbox"/> Poco Satisfactorio (PS)	<input type="checkbox"/> Muy Insatisfactorio (MI)
<b>2. Componente 2: Adecuación de la Subestación Los Brillantes</b> <b>Indicador:</b> Subestación Los Brillantes en servicio, permitiendo el intercambio y transformación de energía entre los sistemas de Guatemala y México Costo total Componente 2: 17,047,892.64 Contrapartida: 1759,210.52 BID: 15,288,682.12 Desembolso BID %: 100  <b>Clasificación: S</b>	<u>Productos Planeados</u>  <u>Línea de Base*</u> <u>Intermedia</u> <u>Al Término del Proyecto</u> 1.1B_0_(2003)    1.1I____(fecha)    1.1E 1 SE_ (2009)		<u>Fin de Proyecto</u>  <u>Término de Proyecto</u> 1.1 _ 1 SE_ (2009)
<b>Explique brevemente diferencias entre los productos planeados y actuales (si aplica).</b> <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> N/A			
<b>Reestructuración. Indique si este componente del proyecto ha sido reestructurado (fecha aprobación por el Gerente). Describir brevemente las consecuencias de estos cambios.</b> <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> N/A			
<b>3. Componente 3: Supervisión</b>	<u>Productos Planeados</u>  <u>Al Término</u>		<u>Fin de Proyecto</u>



Indicador: Supervisada construcción de la línea de 400 kV y la subestación Brillantes Costo total Componente 3: 3,924,113.78 Contrapartida: 232,822.08 BID: 3,6391,291.70 Desembolso BID %: 100	<u>Línea de Base*</u> 1.1B_0_(2003)	<u>Intermedia</u> 1.1I____(fecha)	<u>del Proyecto</u> 1.1E 1 (2009)	<u>Término de Proyecto</u> 1.1 _ 1 (2009)
<b>Explique brevemente diferencias entre los productos planeados y actuales (si aplica).</b> [ X ] N/A				
<b>Reestructuración. Indique si este componente del proyecto ha sido reestructurado (fecha aprobación por el Gerente). Describir brevemente las consecuencias de estos cambios.</b> [ X ] N/A				
<b>Resumen del Progreso en la Implementación Clasificación (PI):</b>				
[ ] Muy Satisfactorio (MS) [X ] Satisfactorio (S) [ ] Poco Satisfactorio (I) [ ] Muy Insatisfactorio (MI)				

#### d. Costos del Proyecto

##### PROYECTO DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ENTRE GUATEMALA Y MÉXICO

Categoria	Costo Total - Planeado			Costo Total -Actual			Difer.
	BID	Aporte Local	TOTAL	BID (1)	Aporte Local	TOTAL	
01.LINEA DE TRANSMISION	16,450,000.00	3,550,000.00	20,000,000.00	16,942,246.14	7,554,422.25	24,496,668.39	22.48
02.ADECUACION DE LA SUBESTACION	13,410,000.00	1,660,000.00	15,070,000.00	15,288,682.12	1,759,210.52	17,047,892.64	13.12
03.SUPERVISION	1,740,000.00	250,000.00	1,990,000.00	3,691,291.70	232,822.08	3,924,113.78	97.19
04.INSPECCION Y VIGILANCIA	380,000.00	0.00	380,000.00	0.00			
05.IMPREVISTOS	1,020,000.00	0.00	1,020,000.00	0.00	0.00	0.00	
06.GASTOS FINANCIEROS	4,500,000.00	330,000.00	4,830,000.00	7,626.59	93,026.72	100,653.31	- 97.92
<b>TOTAL</b>	<b>37,500,000.00</b>	<b>5,790,000.00</b>	<b>43,290,000.00</b>	<b>35,929,846.55</b>	<b>9,639,481.57</b>	<b>45,569,328.12</b>	5.27
<b>Paripassu %</b>	<b>86.63</b>	<b>13.37</b>	<b>100.00</b>	<b>78.81</b>	<b>21.19</b>	<b>100.00</b>	

(1) El Prestatario renunció al financiamiento por la suma de US\$1,570,153.45

**Explique brevemente diferencias.**

Respecto a la línea de transmisión Guatemala- México, la problemática de los derechos de vía ocasionó obstáculos para la construcción e instalación de torres y el tendido de los conductores siendo necesario tramitar 7 órdenes de Cambio, incrementando el monto del contrato en 15%.

En el caso de la subestación Los Brillantes se presentaron atrasos en la construcción por demoras en la entrega de los transformadores debido a problemas en el transporte de los mismos, desplazándose la fecha de terminación hasta abril de 2009 con un incremento en el costo del 13%.

Los atrasos en la construcción de la línea y la subestación también implicaron ajustes en el contrato de supervisión incrementándose en 6%.

Debido al incidente ocurrido en el transporte del transformador de repuesto (4º transformador) para la Subestación Los Brillantes que produjo el daño del mismo, fue necesario reprogramar la fecha de entrega del mismo. Por falta de acuerdos entre el INDE y el contratista se llegó a la fecha de último desembolso sin concretar el acuerdo. Debido a esto, el Gbno de Guatemala, a través del Ministerio de Finanzas, solicitó al Banco la cancelación del saldo no utilizado del préstamo que estaba destinado para financiar el pago del este transformador, por lo cual se procedió a cancelar la suma de \$1,570,153.45. Es importante sin embargo aclarar que esto no afecta el funcionamiento del proyecto ya que el transformador estará como repuesto y su fecha de entrega está programada para el primer semestre de 2011.

## **IV. Implementación del Proyecto**

### **a. Análisis de los factores críticos**

#### **Adquisición de Derechos de vía (servidumbres).**

El proyecto fue definido de alta importancia para el país. Las situaciones que afectaron el desarrollo del proyecto, relacionadas con negociaciones del derecho de vía y pago de daños, fueron solventadas de acuerdo a la LGE y a la aplicación de lo establecido en el contrato de construcción de la Línea de Transmisión. Los casos pendientes de derecho de vía fueron resueltos, sin causar ningún efecto adicional y las demandas sociales encontradas han sido resueltas por el INDE, de común acuerdo con las comunidades, con resultados satisfactorios.

La problemática de los derechos de vía ocasionó que el contratista tuviera obstáculos para la construcción e instalación de torres y el tendido de los conductores, siendo necesario cambiar los frentes de trabajo y movilizar los equipos de obra civil y montaje de torres, lo cual también conllevó cambios de trazado y de tipo de torres y relocalización de frentes. Se otorgaron 7 órdenes de cambio en el Contrato según las necesidades del proyecto para lograr terminar los trabajos.

#### **Riesgos iniciales de coordinación y comunicación**

Estos riesgos se solucionaron adecuadamente y la experiencia técnica en líneas de 400 kV fue debidamente respaldada por parte de la CFE de México. La supervisión del proyecto estuvo a cargo de empresas con amplia experiencia en el área técnica.



### **b. Desempeño del Prestatario/Agencia Ejecutora**

El Ejecutor cumplió con las metas del Programa, aunque lo hicieron con un retraso acumulado de más de un año. Los retrasos se debieron inicialmente a problemas de transporte de los transformadores de SE Brillantes y luego a falta de conceso sobre la reposición de transformador de repuesto de la subestación dañado durante el transporte, limitaciones que fueron superadas, pero a un ritmo que no permitió recuperar los retrasos acumulados-.

Hizo falta una adecuada coordinación técnica y financiera de los recursos externos lo que conllevó a cancelar el saldo disponible no utilizado que sería destinado para el transformador de repuesto de Subestación Los Brillantes.

Clasificación del Desempeño del Prestatario/Agencia Ejecutora			
<input type="checkbox"/> Muy Satisfactorio (MS)	<input checked="" type="checkbox"/> Satisfactorio (S)	<input type="checkbox"/> Poco Satisfactorio (PS)	<input type="checkbox"/> Muy Insatisfactorio (MI)

### **c. Desempeño del Banco**

El Banco cumplió adecuada y oportunamente con la función de efectuar los pagos directos a favor de los contratistas, por medio de las transferencias requeridas, de conformidad con las solicitudes de desembolso presentadas por el Organismo Ejecutor. Así mismo, proveyó los recursos financieros para cubrir los gastos elegibles locales, con cargo al Fondo Rotatorio.

Adicionalmente, mantuvo constante comunicación con el Organismo Ejecutor, a efecto de dar seguimiento a las fases inherentes al proyecto, con especial énfasis al cumplimiento de plazos de entrega de los informes de auditoría externa, que le permitieran mantener un control estricto y adecuado sobre la utilización de los recursos administrados por el Organismo Ejecutor, el cumplimiento de cláusulas contractuales del préstamo, así como, de evaluar el alcance oportuno de los objetivos y metas esperadas en la realización del proyecto.

Clasificación del Desempeño del Banco			
<input type="checkbox"/> Muy Satisfactorio (MS)	<input checked="" type="checkbox"/> Satisfactorio (S)	<input type="checkbox"/> Poco Satisfactorio (PS)	<input type="checkbox"/> Muy Insatisfactorio (MI)

## **V. Sostenibilidad**

### **a. Análisis de Factores Críticos**

#### Estabilización de precios de Energía

Las importaciones de energía desde México (energía intercambiada de México a Guatemala) evitan el ingreso de una central más cara al sistema y por lo tanto el costo marginal del valor de la energía mayorista no se incrementa.



Desde noviembre 2009 hasta junio 2010, la Interconexión ha ayudado a resolver situaciones de suministro en el mercado de Guatemala, El Salvador y Honduras, derivadas de la interrupción temporal del sistema de transmisión o de la indisponibilidad de centrales de generación en los sistemas de los países indicados. En el caso particular de Guatemala, la interconexión también ha permitido el suministro confiable a la región occidental del país cuando se presentan interrupciones temporales de conexión entre el sistema central y el sistema occidental.

#### Estructura jurídica entre los gobiernos de México y Guatemala

La estructura jurídica se fundamenta en el Mecanismo de Diálogo y Concertación de Tuxtla y el Convenio de Cooperación Energética suscrito entre los dos países el 17 de marzo de 1997. En el año 2003 se suscribió el Memorando de Entendimiento entre el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala y la Secretaría de Energía de México, para el proyecto de Interconexión. Asimismo existieron convenios específicos para la ingeniería, construcción y el mantenimiento y operación de la interconexión.

También existe un convenio de operación, administración y ejecución de transacciones entre el AMM de Guatemala y el CENACE de México. La información sobre la construcción del tramo de línea en México, indica que no existirá ningún condicionamiento para el proyecto global, al haber sido concluido.

#### **b. Riesgos Potenciales**

##### Limitada utilización de la interconexión en la etapa de operación.

La comunicación y negociación binacional entre Guatemala y México ha continuado y existen propuestas concretas para utilizar la interconexión. El INDE toma en consideración la disponibilidad futura dentro de la programación del abastecimiento del sistema propio y las condiciones esperadas del mercado nacional y regional.

#### **c. Capacidad Institucional**

Clasificación de Sostenibilidad (SSO)			
<input type="checkbox"/> Muy Satisfactorio (MS)	<input checked="" type="checkbox"/> Satisfactorio (S)	<input type="checkbox"/> Poco Satisfactorio (PS)	<input type="checkbox"/> Muy Insatisfactorio (MI)

## **VI. Evaluación y Seguimiento**

### **a. Información sobre Resultados**

El INDE y el Administrador del Mercado Mayorista (AMM) mantienen sistemas de información adecuados para la recolección de información sobre el mercado y las transferencias entre Guatemala y México que permitirán el seguimiento sobre el comportamiento de la interconexión y la medición y evaluación del logro de los objetivos de desarrollo.



## **b. Seguimiento Futuro y Evaluación Ex-Post**

Según lo acordado en el contrato de préstamo “se deberá realizar una evaluación posterior del proyecto, teniendo en cuenta factores como la operación por mercado de la línea, las diferencias estructurales de los mercados en los dos países, las características técnicas de la interconexión, la concurrencia en ejecución con el proyecto SIEPAC y la estructura jurídica para este proyecto”. Por las características del proyecto sin embargo, se considera que esta evaluación debe realizarse cinco años después de la entrada en operación de la línea. El Banco realizará la evaluación y el INDE apoyará el proceso de recolección y monitoreo de la información.

La evaluación “expost” medirá “el comportamiento de por lo menos las siguientes variables: (i) los diferenciales de costos de la energía transmitida; (ii) el grado de utilización de la línea; (iii) la sustitución de nueva generación; y (iv) el mejoramiento de calidad del servicio”.

## **VII. Lecciones Aprendidas**

### **1. Supuestos en la Preparación o implementación**

- ▬ Registro. El registro de las firmas internacionales en las instancias nacionales es mandatorio para que las firmas puedan acceder a contratos. Este registro tomo demasiado tiempo por lo que hubo demora en arrancar la ejecución de las obras ya que el Ejecutor no tenía posibilidad de acción debido a que los registros dependen de otras instancias.

El requisito de registrarse para obtener un contrato está en la Ley Nacional, por lo que se recomienda avisar lo más temprano posible a las firmas participantes en las licitaciones sobre esta situación para que vayan avanzando en el trámite de registro.

- ▬ Obtención de la Servidumbre de Paso. En el contrato se estableció que se podía avanzar con las licitaciones para contratar las obras y la supervisión, pero que para la firma de los contratos, se debería haber completado la obtención de la servidumbre de paso. Para ello se definieron límites mínimos para avanzar en las diferentes etapas de servidumbres negociadas y pagadas, así: 60% para la firma de los contratos; 70% para el inicio de los estudios de ingeniería de detalle; 90% para el inicio de las obras, lo que permitió avanzar en el proyecto. Como lección aprendida se puede mencionar que es posible avanzar con las obras mientras se consiguen los derechos de vía necesarios y esta solución podría considerarse en otros proyectos, dependiendo de las circunstancias.
- ▬ La obtención de la servidumbre de paso para la construcción de la Línea de Transmisión se demoró notablemente por varias razones, entre ellas: tenencia de la tierra, disposiciones legales claras, marco normativo, lo cual se constituye en el mayor problema para este tipo de obras.



- Aprobación del Congreso. Se estimó un tiempo muy corto para la aprobación del Congreso de la República al contrato negociado entre el Ejecutivo y el BID. El Congreso demoró 24 meses la aprobación pues los contratos se aprueban dependiendo de las prioridades del momento. Es necesario hacer un seguimiento y una insistente acción para su aprobación de parte del Gobierno y del BID.
- Licitaciones. Con el fin de avanzar en la ejecución del proyecto se recomienda iniciar con suficiente tiempo los procesos de precalificación de firmas para las obras y las expresiones de interés para consultoría, lo cual permite recuperar tiempo.

## **2. Otros**

- Las interconexiones entre sistemas de diferentes países tienen dos aspectos críticos principalmente: (i) el aseguramiento de que la línea de transmisión sea utilizada con intercambios de energía o que en su defecto, su sola disponibilidad así no sea despachada, genere impactos positivos en el mercado, vía mejores precios, por el efecto potencial de ser despachada; y (ii) muy relacionada con la anterior, el aseguramiento de que la operación técnica y comercial contribuyan a maximizar el despacho de la línea o su participación en el mercado.
  - a) En el primer campo, existe una muy rica experiencia en el proceso de diseño e implementación que ha acompañado al proyecto SIEPAC. La estructura jurídica creada entre los países para adelantar el proyecto, los aspectos regulatorios críticos ya identificados y en proceso de implementación y los elementos fundamentales que definen la estructura comercial han sido claves para diseñar la interconexión entre Guatemala y México y han sido fundamentales para los diálogos y acuerdos llevados a cabo entre los dos países.
  - b) En el segundo aspecto, la interconexión construida entre Guatemala y El Salvador en 1986 es una experiencia importante. Esta línea, ha tenido una baja utilización relativa. Estas limitaciones resultan de la concepción inicial del proyecto, como una infraestructura contingente desde la óptica de los países y prevista para suplir eventuales déficits en uno u otro sistema. Por ello, se definió la construcción de un solo enlace, sin embargo, con la reforma de los mercados eléctricos, la dinámica comercial cambió y un solo enlace resultó en una interconexión muy débil para soportar intercambios firmes de energía.
- El proyecto de la interconexión Guatemala-México se plantea como una infraestructura robusta desde el punto de vista técnico (400 kV) y con mecanismos de coordinación adecuados en todas las fases del proyecto. Durante la ejecución, el contacto entre los responsables de la construcción en cada país permitió la coordinación de ciertos aspectos técnicos, como por ejemplo la adquisición de los equipos de protección y telecomunicaciones cuya función exigía grados de compatibilidad importantes para el adecuado funcionamiento de



la interconexión. De igual forma, la operación en mercados distintos en cada país, requiere de una estructura jurídica adecuada para la operación y comercialización de los servicios de la línea y en este sentido los avances logrados en la conformación del MER han facilitado sustancialmente el camino.

### **3. Lecciones sobre la ejecución**

- La Unidad Ejecutora debe contar desde el inicio del proyecto con suficiente personal debidamente capacitado para llevar el control del proyecto desde la aprobación hasta su ejecución final, con lo cual se minimizan los efectos por rotación de personal. Asimismo debe tener personal con el perfil adecuado para la operación y mantenimiento que participe a tiempo completo en el proceso de montaje, pruebas y puesta en servicio de las instalaciones, así como en las capacitaciones asociadas.
- El archivo general de la institución debe tener un apartado exclusivo para resguardar todos los documentos originales que respaldan las operaciones financieras del proyecto para su fiscalización.
- Si el proyecto está previsto para doble circuito y se tiene los derechos de vía se debe realizar la limpieza de brecha de ambos lados y no solo de lado del circuito habilitado.
- En proyectos de interconexión se requiere la participación desde el inicio del AMM y Mercados Regionales para evitar el realizar modificaciones o implementar nuevos esquemas del sistema de protecciones.
- En proyectos de interconexión se requiere la participación desde el inicio de la parte Comercial “ECOE” para agilizar el proceso de inicio de operaciones comerciales.



### **Anexos:**

1. Acta del Taller de Cierre.
2. Evaluación del Prestatario.
3. Otros
  - 3.1 Informe del INDE sobre indicadores del proyecto
  - 3.2 Presentación del INDE sobre lecciones aprendidas
  - 3.3 Enlace electrónico: [Video sobre la Interconexión Guatemala-México](#)



Anexo No.1  
Acta del Taller de Cierre.

**PROYECTO: PROYECTO DE INTERCONEXION ELECTRICA ENTRE  
GUATEMALA Y MEXICO. GU-0171**

Esta acta informa sobre la discusión y resultados del Taller de Cierre del Programa, realizada el día 16 de Febrero de 2011 en la ciudad de Guatemala, Guatemala.

El Taller fue inaugurado por el Representante del BID y el Ing. German Cruz, Especialista de Energia - BID.

**PARTICIPANTES:**

<b>INDE</b> Oscar Caseros Guillermo Bedoya Jorge Stalling Edgar Palacios Juan de Jesus Chamale Edgar Lopez Anabella Alvarado Jorge Calderon	<b>Dirección de Crédito Público del Ministerio de Finanzas Públicas</b> Sr. Saul Najarro Sra. Miriam Canu  <b>BID</b> German Cruz Claudia Aguirre
---	---

**INTRODUCCION**

El Representante del BID en Guatemala, Juan Jose Taccone dió las palabras de bienvenida a los participantes y el Especialista del BID a cargo del Proyecto, German Cruz, hizo una presentación sobre los objetivos del Taller de Cierre y el INDE presentó un video sobre el proyecto e información sobre lecciones aprendidas. Enseguida se procedió, en coordinación con la Dirección de Crédito Publico del Ministerio de Finanzas y la UE del INDE, a la revisión final del Informe de Terminación del Proyecto (PCR), dando paso a la agenda y al desarrollo del Taller de Cierre.

**DISCUSION**

**I. Información Básica**

German Cruz indicó que en los **Datos Básicos**, se ha incluido información del proyecto desde su aprobación por el Directorio del Banco hasta su culminación con la fecha de ultimo desembolso y que el valor final del contrato refleja las cifras finalmente utilizadas, descontado el monto de US\$1,570,153.45 del financiamiento del BID por renuncia del Prestatario, solicitada por el Ministerio de Finanzas a finales de 2010.

También se aclaró que el Fondo Rotatorio se justificó en su totalidad, requiriendo ajustar las cifras de aporte local finalmente reconocidas por el Banco.

## **II. El Proyecto**

### **a. Contexto del Proyecto.**

Se modificó el monto total del proyecto de acuerdo a la tabla final de costos.

### **b. Descripción del Proyecto**

#### **i. Objetivo(s) del Desarrollo**

Se modificó el monto del costo del proyecto en el lado de Guatemala.

#### **ii. Componentes.**

Sin comentarios importantes.

### **c. Revisión de la calidad del Diseño**

No aplica.

## **III. Resultados**

### **a. Efectos Directos**

#### **LOGRO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO**

- **Indicadores Claves de Efectos Directos.**

Se incluyó en el indicador 1.4 frecuencia del sistema, la unidad de medida.

- **Resumen de Objetivos de Desarrollo Clasificación.**

Se completó la justificación del indicador 1.3 ahorros anuales.

- **Estrategia de País.**

Sin cambios.

### **b. Externalidades.**

Sin cambios.

### **c. Productos.**

Se modificó el costo del componente 3.

### **f. Costos del Proyecto.**

Se modificó la tabla de costos para reflejar los ajustes en el aporte local de componente 3 y del costo total del proyecto. Se aclaró la fecha de entrega del transformador de repuesto.

## **IV. Implementación del Proyecto**

### **a. Análisis de los factores críticos.**

i) sin cambios

ii) sin cambios

### **b. Desempeño del Prestatario.**

Sin cambios

### **c. Desempeño del Banco**

Se agregó la evaluación realizada por el ejecutor

## **V. Sostenibilidad**

### **a. Análisis de Factores Críticos:**

Sin cambios

### **b. Riesgos Potenciales:**

Se modificó la redacción

### **c. Capacidad Institucional:**

Sin cambios

## **VI. Evaluación y Seguimiento**

### **a. Información sobre Resultados:**

Se completó texto

### **b. Seguimiento Futuro y Evaluación Ex Post:**

Se aclaró que se realizará la evaluación expost, por el Banco con el apoyo del ejecutor, 5 años después de la entrada en operación del proyecto

## **VII. Lecciones Aprendidas**

Se revisó cada una de las lecciones aprendidas preparadas anticipadamente y se agregaron algunas que presentó el ejecutor.

Cierre



# Informe de Terminación de Proyecto

---

## PCR

***Nombre del Proyecto: Proyecto de interconexión eléctrica entre Guatemala y México***

***País: Guatemala***

***Sector/Subsector: Energía***

***Número de Proyecto: GU-0171***

***Número de Préstamo(s), CT(s): 1470/OC0GU***

27 de enero 2011



VPC/PDP

PCR April 2006

## **IV. Implementación del Proyecto**

### **c. Desempeño del Banco**

El banco cumplió adecuada y oportunamente con la función de efectuar los pagos directos a favor de los contratistas, por medio de las transferencias requeridas, de conformidad con las solicitudes de desembolso presentadas por el Organismo Ejecutor. Así mismo, proveyó los recursos financieros para cubrir los gastos elegibles locales, con cargo al Fondo Rotatorio.

Adicionalmente, mantuvo constante comunicación con el Organismo Ejecutor, a efecto de dar seguimiento a las fases inherentes al proyecto, con especial énfasis al cumplimiento de plazos de entrega de los informes de auditoría externa, que le permitieran mantener un control estricto y adecuado sobre la utilización de los recursos administrados por el Organismo Ejecutor, el cumplimiento de cláusulas contractuales del préstamo, así como, de evaluar el alcance oportuno de los objetivos y metas esperadas en la realización del proyecto.

Clasificación del Desempeño del Banco			
<input type="checkbox"/> Muy Satisfactorio (MS)	<input checked="" type="checkbox"/> Satisfactorio (S)	<input type="checkbox"/> Poco Satisfactorio (PS)	<input type="checkbox"/> Muy Insatisfactorio (MI)



**CIE-O-500-010-2011**

Guatemala, 31 de enero de 2011-02-01

**Ingeniero  
German Cruz  
Especialista Senior en Infraestructura  
Banco Interamericano de Desarrollo – BID  
Presente.**

**Ingeniero Cruz,**

En atención a la solicitud de información que me hiciera llegar por correo electrónico, de fecha 20 de los corrientes, me permito adjuntarle el informe de Terminación de la Operación (PCR), con la finalidad que se conozcan los avances logrados a la fecha en los indicadores de los objetivos de desarrollo acordados, que forman parte del marco lógico del préstamo.



**Ing. Oscar Eduardo Caceros Oxom  
Coordinador Interconexión Eléctrica**



**Adjunto lo indicado.**



BID



## PROYECTO DE INTERCONEXIÓN MÉXICO – GUATEMALA.

### Efectos Directos Planeados

1. Los diferenciales de costos de la energía transmitida a través de la línea al finalizar el año 2009 serán iguales o superiores a US\$7.5/MWh.

Los valores de energía que se ha obtenido entre el valor de la energía proveniente de la interconexión y la energía spot de Guatemala desde el inicio de operación comercial formal del contrato de COMPRAVENTA DE POTENCIA FIRME Y ENERGIA ELÉCTRICA ASOCIADA POR 120 MW y contrato de COMPRAVENTA DE POTENCIA Y ENERGIA ELÉCTRICA HASTA POR 80 MW y los valores del mercado de oportunidad de Guatemala son:

Costo variable MX.

OCTUBRE 2010	US\$/MWh
Costo Variable maximo	86.80
Costo Variable minimo	31.07
Costo Variable promedio	60.73

NOVIEMBRE 2010	US\$/MWh
Costo Variable maximo	89.39
Costo Variable minimo	34.59
Costo Variable promedio	54.07

DICIEMBRE 2010	US\$/MWh
Costo Variable maximo	94.98
Costo Variable minimo	41.77
Costo Variable promedio	69.65



**BID**



Mercado de oportunidad Guatemala.

<b>OCTUBRE 2010</b>	US\$/MWh
Costo variable máximo	134.79
Costo variable mínimo	0.81
Costo variable promedio	77.53

<b>NOVIEMBRE 2010</b>	US\$/MWh
Costo variable máximo	139.10
Costo variable mínimo	0.87
Costo variable promedio	96.16

<b>DICIEMBRE 2010</b>	US\$/MWh
Costo variable máximo	132.91
Costo variable mínimo	74.11
Costo variable promedio	98.92

Lo anterior da como resultado que el diferencial promedio de costos de octubre fue de US\$16.3/MWh, noviembre US\$ 42.09/MWh y diciembre US\$ 29.27/MWh, lo que da un diferencial promedio de USD29.22/MWh, con lo que se cumple este objetivo.



**BID**



2. Los intercambios de energía entre Guatemala y México permiten un factor de utilización al finalizar el año 2009, de por lo menos el 45%.

Los intercambios de energía entre Guatemala y México han permitido un factor de carga desde el inicio de operación comercial formal del contrato de COMPRAVENTA DE POTENCIA FIRME Y ENERGIA ELÉCTRICA ASOCIADA POR 120 MW y contrato de COMPRAVENTA DE POTENCIA Y ENERGIA ELÉCTRICA HASTA POR 80 MW, que suman un total de 132,035 MWh., siendo el detalle mensual:

MES	MWh
Octubre	41,664
Noviembre	41,561
Diciembre	44,810

Considerando los siguientes aspectos:

Octubre

Valores característicos:	
Potencia nominal, kW	120,000
Potencia media, kW	107,658.91
Factor de planta, %	65.76
Horas entrega	387
Horas este mes (del 10 @ 31)	528

Noviembre

Valores característicos:	
Potencia nominal, kW	120,000
Potencia media, kW	104,258.58
Factor de planta, %	52.73
Horas entrega	437
Horas este mes	720

Diciembre

Valores característicos:	
Potencia nominal, kW	120,000
Potencia media, kW	106,437.05
Factor de planta, %	50.19
Horas entrega	421
Horas este mes	744

El factor de carga de la interconexión fue de 55.24% sobre la capacidad técnica de transmisión identificada de 120 MW.



**BID**



Se debe indicar que previo al inicio de operación comercial, hubo intercambio de energía bajo la figura de pruebas, tanto nacionales como regionales, sin embargo, estas no se están contabilizando por no ser parte del periodo de operación comercial autorizado por el Administrador del Mercado Mayorista, sin embargo, para usos representativos se incluye el siguiente detalle que muestra el resto de las transacciones del año.

MES	MWh
Febrero	5,649.17
Marzo	54,746.01
Abril	64,732.88
Mayo	34,132.08
Junio	17,800.21
Julio	29,109.19
Agosto	15,953.23
Septiembre	0
Octubre	41,664
Noviembre	41,561
Diciembre	44,810

Es importante mencionar que los intercambios de energía se vieron afectados por dos condiciones:

- Un invierno bastante copioso que permitió contar con gran cantidad de generación hidroeléctrica la cual desplazo las importaciones derivado del despacho económico y el modelo de mercado de costos imperante y,
- Restricciones de despacho aplicadas en los últimos tres meses en los horarios de 0.00 a 6.00 horas y de 23.00 a 24.00 horas por seguridad del sistema derivado de oscilaciones no amortiguadas provenientes de Centroamérica.



BID



3. Al finalizar el año 2012, se estarán generando por lo menos US\$1.25 millones de ahorros anuales en inversiones en nueva generación.

La respuesta no tiene un sentido práctico ya que el evitar nueva inversión no es un sentido medible y no representa un beneficio para el sistema, sin embargo si se puede estimar que hubo una reducción del 14% en el costo de suministro de la demanda en comparación con el hecho de que no hubiera interconexión.

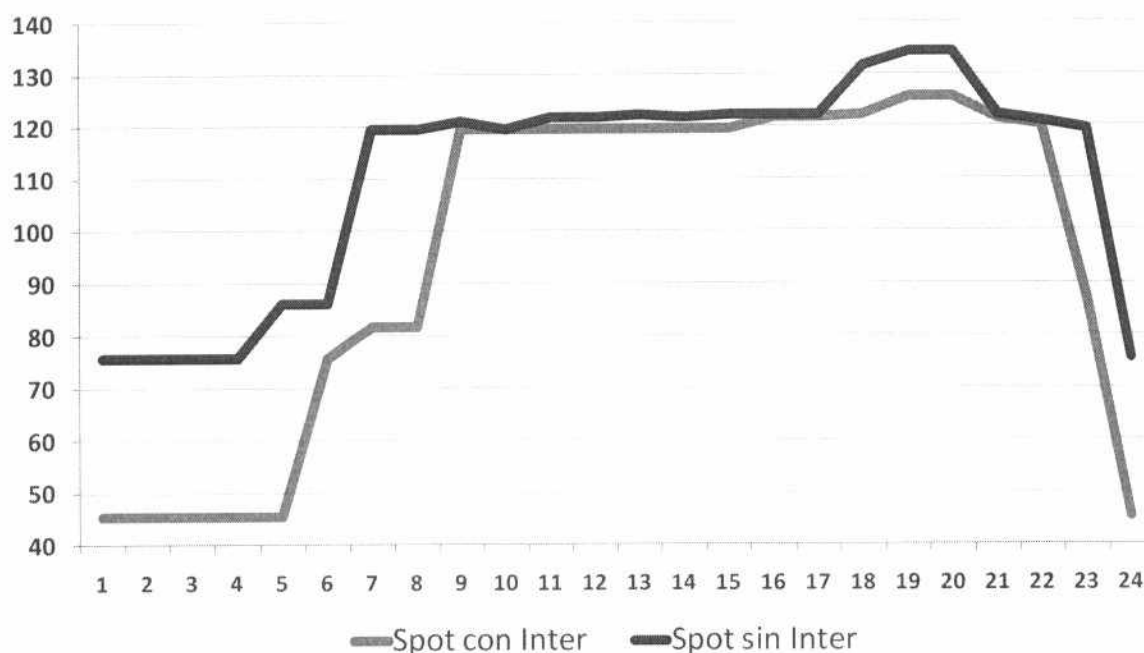
Conforme la regulación y normativa comercial del mercado mayorista de electricidad de Guatemala para que una central u importación salga despachada la misma debe ser igual al costo marginal de despacho o menor al mismo, el enunciado anterior es la base para poder realizar un análisis sobre el beneficio en el valor de la energía de las importaciones a través de la interconexión.

El efecto en el valor de la energía mayorista de Guatemala de las importaciones de México se pueden observar en la cantidad de energía intercambiada de México a Guatemala, ya que cada vez que hay un suministro de energía desde México lo que se está logrando conforme el enunciado inicial es que se está evitando el ingreso de una central más cara al sistema y por lo tanto se evita que el costo marginal del valor de la energía mayorista incremente, este ahorro obtenido se debe considerar bajo el marco no del valor de la energía pasada sino que se debe considerar sobre el marco del valor que tendría la energía sino se despachara la interconexión, el poder establecer directamente cuanto fue la disminución del valor de la energía de un periodo tan largo como el que se tiene actualmente es un estudio extremadamente demandante de tiempo y de recursos, pero si vemos bajo la óptica de un valor promedio y de muestras estadísticas se mantiene la suposición inicial de un reducción conforme los valores esperados sin ella de entre un 12% a un 14%. Es importante mencionar que el valor de la energía depende de múltiples variables y es un poco imprudente hacer una comparación directa en el tiempo del mismo bajo la consideración de que la interconexión de por sí sola puede modificar el valor si el resto de variables no fueran homogéneas o iguales, por lo que se evita este tipo de comparación y se utiliza una comparación sobre momentos temporales iguales cuyas condiciones tales como demanda, disponibilidad hidráulica, valores de combustibles fósiles, etc son iguales, y se compara el realizando una simulación del despacho hidro-térmico en estas condiciones con y sin importación de energía.

A continuación se muestran el ejemplo del valor de energía del mercado guatemalteco el 26-Oct-2010 con y sin la interconexión.



BID



4. Al entrar en operación el proyecto, las desviaciones de frecuencia máxima en el sistema eléctrico de Guatemala, se habrá reducido a 0.1 Herz.

En cuanto a frecuencia la regulación esta alrededor de los +/- .1HZ, sin embargo, es más evidente el beneficio cuando hay un desbalance importante de carga – generación, ya que las variaciones de frecuencia son mínimas y México compensa casi un 90%.

A continuación se enumeran los eventos en los cuales la interconexión intervino brindando seguridad al sistema ante pérdidas de generación.

#### 14 marzo 2010

Variación de intercambio y frecuencia a las 17:32 horas, por disparo de la línea de 230 kV Escuintla 2 – PQP y pérdida de 96 MW de generación de planta La Esperanza, el intercambio con México varía a -58.49 MW de (Importación) de un programa de -5 MW de (Importación) y el intercambio con El Salvador varía a 17.59 MW (Exportación) de un programa de 10 MW (Exportación). La frecuencia baja a 59.93 Hz. Valores de intercambio y frecuencia en lo programado a las 17:35 horas.



**BID**



### **16 marzo 2010**

Variación de Intercambio en la interconexión con El Salvador de 28.8MW (Exportación) a 131 MW y con México de -5MW (Importación) a -104 MW (Importación), por problemas de control en las unidades de planta El Cajón en Honduras de 11:21 a 11:23 horas.

### **26 marzo 2010**

Variación de frecuencia e intercambio por disparo de 120 MW de la generadora ENERSA en Honduras a las 01:27 horas. El intercambio con México varía a -215.97 MW de un programa de -120 MW, el intercambio con El Salvador varía a 119.96 MW de un programa de 25.5 MW. La frecuencia varía a 59.93 Hz y alcanza el valor programado a las 01:33 horas. Los intercambios con México y El Salvador en programa a las 01:39 horas.

### **29 marzo 2010**

**Costa Rica** pierde 50 MW de de generación a las 12:33 horas, según la información del EOR. Los intercambios en las interconexiones varían: México – Guatemala - 186.16 MW, Guatemala – El Salvador 102.37 MW.

### **30 marzo 2010**

Por pérdida de generación en Guatemala, el intercambio con México varía de -82.73 a -187.12 MW (de -120 MW programados) y el intercambio con El Salvador varía de 40.2 a 3.63 MW (de 30 MW programados). El intercambio con El Salvador y México se restablece en los valores programados a las 10:50 y 11:05 horas respectivamente.

### **26 abril 2010**

Variaciones en los intercambios por el disparo de 116.32 MW de generación en Nicaragua, de 18:23 a 18:45 horas.

### **27 abril 2010**

Variaciones de potencia en los intercambios con México y El Salvador de 11:19 a 11:23 horas, por problemas en Bloque Sur. Los intercambios enviando a México y recibiendo de El salvador alcanzaron los 251.19 MW y -206.19 MW respectivamente.



**BID**



### **28 abril 2010**

Variación de intercambios por pérdida de 74 MW en el SNI al salir de línea planta Magdalena con los bloques 3, 4 y 5. El intercambio con México sube de 0.0 a 35.0 MW (importando), y el intercambio con El Salvador se reduce de 30 MW a 10.0 MW (exportando), de 13:49 a 14:24 horas.

Variaciones en los intercambios con México y El Salvador por problemas en Honduras, el intercambio con el Salvador llegó hasta -60 MW (Importando) de 13.4 MW (Exportando) programados y con México varió hasta los 65 MW (Exportando) de 0 MW programados, entre 17:12 y 17:27 horas. El EOR reportó problemas de control en Honduras por falla en la medición de la subestación Agua Caliente.

Variaciones en los intercambios con México y El Salvador por problemas de control en Honduras, el intercambio con el Salvador vario hasta -75 MW (Importando) de 0 MW programados y con México llegó a 72 MW (Exportando) de 0 MW programados, entre 19:55 y 20:28 horas.

### **29 abril 2010**

Variación de intercambio por pérdida de 127.30 MW de generación en Guatemala a las 14:17 horas, por disparo de planta San José. El intercambio con México varió de -95.86 MW (Importando) a -227.68 MW (Importando) de un programa de 120 MW. Intercambio en programa a las 14:28 horas

### **03 mayo 2010**

Variación en intercambios programados en las interconexiones con México de -135.56 MW (Importando) a -22.85 MW (Importando) y con El Salvador de 32.78 MW (Exportando) a -80.25 MW (Importando) de 10:56 a 10:59 horas, esto debido a pérdida de 130 MW de carga en Honduras.

### **05 mayo 2010**

Dispara la interconexión de 230 kV Guatemala – El Salvador de 09:00 a 09:12 horas, actúa el esquema de control suplementario ESIM 004 por pérdida de 150 MW de generación en Costa Rica. El intercambio con El Salvador alcanza 150.71 MW (Exportando) y con México -214.93 MW (Importando). La frecuencia de los sistemas México y Guatemala alcanza los 59.99 Hz.



**BID**



### **06 mayo 2010**

Variación en intercambios programados, en las interconexiones con México de -111.85 MW (Importando) a -197.50 MW (Importando) y con El Salvador de 23.07 MW (Exportando) a 96.61 MW (Exportando) de 16:21 a 16:37 horas, esto debido a disparo de la línea de transmisión de 230 kV Masaya-Planta Amayo en Nicaragua.

### **12 mayo 2010**

Dispara la interconexión Guatemala – El Salvador a las 14:23 horas, actúa el ESIM 004. Se registra un intercambio de 138.06 MW (Exportación) de un programa de 14.46 MW (Exportación). La interconexión Guatemala – México llega a -30.39 MW (Importación) de un programa de 0 MW.

### **13 mayo 2010**

Dispara la interconexión de 230 kV Guatemala – El Salvador de 11:08 a 11:15 horas, actúa el esquema de control suplementario ESIM 004 por pérdida de 100 MW de generación en Costa Rica. El intercambio con El Salvador alcanza 151.61 MW (Exportación) de un programa de 30 MW (Exportación) y con México -148.03 MW (Importación) de un programa de 0 MW. La frecuencia de los sistemas México y Guatemala alcanza los 59.98 Hz

### **16 mayo 2010**

Dispara la interconexión a las 07:23 horas, el intercambio con El Salvador varía de 18.43 MW (Exportando) a 40.58 MW (Exportando) de un programa de 0 MW, en la interconexión con México varía de -13.45 MW (Importando) a -37.82 MW (Importando) de un programa de 0 MW. El EOR confirma que el disparo lo provocó, un esquema de disparo transferido, instalado en subestación Ahuachapan, para evitar sobrecargas en la línea de 115 kV de El Salvador.

### **18 mayo 2010**

Variación de intercambio con México y El Salvador de 01:55 a 02:00 horas, EOR reporta pérdida de 39.25 MW en El Salvador y 100 MW en Honduras. El intercambio con México alcanza -213.14 MW (Importación) de un programa de -120 MW (Importación) y con El Salvador 107.74 MW (Exportación) de un programa de 20.99 MW (Exportación).



**BID**



### **16 junio 2010**

Variación en los intercambios programados con México y El Salvador por disparo de 77.50 MW de generación en Guatemala, a las 19:54 horas. Los intercambios con México y El Salvador alcanzaron respectivamente -100.4 MW (Importación) y -6.8 MW (Importación) de -60 MW (Importación) y 0 MW programados. Los intercambios quedan en valores programados a las 19:59 horas.

### **18 junio 2010**

Variación de intercambio con El Salvador y México por pérdida de 450 MW de generación y 302 MW de carga en Guatemala al dividirse el sistema guatemalteco, quedando la zona occidental conectada a México y el resto al SER. Esto debido a disparo de línea 230 KV Escuintla – Siquinalá. El intercambio con México varía de -29.8 a -49.3 MW, de un programa de -60 MW y con El Salvador 4.49 a 72.55 MW, al momento del evento, de un programa de 28.93 MW. A las 17:50 el intercambio con El Salvador según programa, a las 19:09 horas quedaron sincronizados ambos sistemas y el intercambio con México se normaliza según programa a las 19:14 horas.

### **23 junio 2010**

Disparo de interconexión Honduras – Nicaragua. El disparo causa cambios en los intercambios: México, baja de -42.28 MW (Importación) a -74.64 MW (Importación), y El Salvador sube de 38.23 MW (Exportación) a 160.2 MW (Exportación), de un programa de 0.0 MW para ambos, de 23:47 a 23:48 horas.

### **25 junio 2010**

Variación en los intercambios con México y El Salvador por la pérdida de 140 MW de generación en Honduras, a las 19:19:28 horas. El intercambio con México alcanzó los -234.90 MW (Importación) de -120 MW (Importación) programados, con El Salvador el intercambio alcanzó los 131.73 MW (Exportación) de 0 programados. Los intercambios en valores programados a las 19:31 horas.

### **07 julio 2010**

Variación de intercambio por pérdida de generación en Costa Rica a las 13:40 horas. El intercambio con El Salvador varió de 40 MW (Exportación) a 138 MW (Exportación) y con México de -120 MW (Importación) a -225 MW (Importación).



**BID**



### **09 julio 2010**

Pérdida de Generación en Honduras (213MW), el intercambio con El Salvador varía de 22.63 MW (Exportación) programados a 138.75 MW (Exportación) y con México de -120 MW (Importación) programados a -204.47MW (Importación).

### **10 julio 2010**

Variación en el intercambio por pérdida de 127.31 MW de generación de planta San José en Guatemala de 18:02 a 18:23. El intercambio varía de -30 MW (Importación) a -156.27 MW (importación) de un programa de -60MW (Importación) con México, el intercambio con El Salvador no varía. La frecuencia baja a 59.92 Hz.

### **21 julio 2010**

EOR informa pérdida de 57 MW de Generación en Nicaragua, el intercambio con México varía de -103.24 MW (Importación) a -180.67 MW (Importación) y con El Salvador varía de 10.90 MW (Exportación) a 83.33 MW (Exportación).

### **25 julio 2010**

Variación de frecuencia e intercambio de 14:57 a 15:09 horas, por pérdida de 63.70 MW de generación en Guatemala, el intercambio con México varía de 14.68 MW (Exportación) a -69.64 MW (Importación) de un programa de 0 MW el intercambio con El Salvador varía de -12.7 MW (Importación) a 15.61 MW (Exportación) de un programa de 2.2 MW (Exportación). La frecuencia varía a 59.93 Hz. Frecuencia e intercambio en valores programados a las 15:09 horas.

### **28 julio 2010**

Variación en el intercambio con México y El Salvador de 12:39 a 12:54 horas, debido al ingreso de Hidro Xacbal 1 y unidades de Arizona, para cubrir la salida de las plantas PQP-B y GECSA B2 que prestaban el respaldo para los rechazos de carga de Xacbal.

# Interconexión Guatemala-México

SUGERENCIAS Y LECCIONES  
APRENDIDAS

# Sugerencias y lecciones aprendidas

1. Todo proyecto debe contar con una Unidad Ejecutora y el personal idóneo, debidamente capacitado por el Banco o por la institución, para llevar el control del proyecto desde la aprobación hasta su ejecución.
2. El archivo general de la institución debe tener un apartado especial para resguardar todos los documentos originales que respaldan las operaciones financieras del proyecto para su fiscalización.
3. Trabajar bajo un programa o cronograma de ejecución del proyecto, que permita ver los desfases y avances existentes, para tomar las decisiones a su debido tiempo.
4. Una situación que marco el Préstamo 1470 fue el accidente que sufrió el autotransformador en el trayecto a Brillantes. El seguro nos da la certeza de no tener perdidas económicas, pero la perdida de tiempo contractual, para este caso, fue muy costosa. Es necesario atar o asegurar debidamente los contratos de tal forma que no den opción a negociar ninguno sobrecosto.
5. Se tuvieron retrasos en el proceso de la construcción de la línea debido a las dificultades en la obtención de los derechos de vía.

6. Si el proyecto esta previsto para doble circuito y se tiene los derechos de vía se debió realizar la limpieza de brecha de ambos lados y no solo de lado del circuito habilitado.
7. Contar con el personal necesario para la operación y mantenimiento, con el perfil adecuado, para participar a tiempo completo en el proceso de montaje, pruebas y puesta en servicio de las instalaciones, así como en las capacitaciones asociadas.
8. En proyectos de interconexión se requiera la participación desde el inicio del AMM y Mercados Regionales para evitar el realizar modificaciones o implementar nuevos esquemas de protecciones.
9. En las especificaciones del proyecto y en la ingeniería de detalle se deben considerar la homologación de nomenclaturas normadas.
10. Mejorar intercambio de información entre las unidades involucradas en el proyecto (Supervisión externa/interna, diseño, construcción, operación, mantenimiento, administrativo y financiero).
11. En proyectos de interconexión se requiera la participación desde el inicio de la parte Comercial ECOE para agilizar el proceso de inicio de operaciones comerciales.

# Interconexión Guatemala – México

## Subestación Los Brillantes, Retalhuleu

