

**I TALLER LATINOAMERICANO REDUCCION DE LOS EFECTOS DE LOS DESASTRES
NATURALES EN LA INFRAESTRUCTURA ENERGETICA**

**IMPACTO DEL TERREMOTO DE 1986 EN LA COMISION EJECUTIVA
HIDROELECTRICA DEL RIO LEMPA, CEL.**

Licda. Angélica Ma. Osorio de Cruz FAX (503) 271-5452

I. ANTECEDENTES

En 1945, mediante Decreto Ejecutivo, se creó la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa, CEL, como institución encargada del desarrollo y aprovechamiento del potencial de energía del río Lempa, con el objetivo de realizar las obras necesarias para la electrificación nacional; y en 1948, a través de un Decreto Legislativo, fue transformada en una Institución Autónoma de Servicio Público, sin fin lucrativo

CEL nació ante la imposibilidad de desarrollar proyectos de gran envergadura, utilizando recursos exclusivamente del sector privado. Fue a partir de 1965, que adicionalmente de sus ventas en bloque a las compañías distribuidoras de electricidad, comenzó a vender directamente electricidad en áreas rurales, con el fin de propiciar su desarrollo.

Por lo anterior, el Objetivo General de CEL es: Desarrollar, conservar, administrar y utilizar los recursos energéticos y fuentes de energía de El Salvador.¹

1.1. Sistema de generación, transmisión y distribución

1.1.1. Sistema de generación

El sistema de generación de CEL, está compuesto por cuatro (4) Centrales Hidroeléctricas que se ubican a lo largo del Río Lempa; dos (2) Centrales Geotérmicas y cuatro (4) Centrales Térmicas.

Con la inauguración de la primera unidad generadora, la Central Hidroeléctrica "5 de Noviembre", en junio de 1954, CEL inicia sus operaciones con una capacidad instalada de 30 MW.

Para 1994, el valor acumulado de la capacidad instalada de CEL fue de 817.3MW, como se presenta en el cuadro a continuación, lo que

significa que en 40 años, la Comisión aumentó dicha capacidad instalada en aproximadamente 27.2 veces.

A continuación se presenta la capacidad de las Centrales Generadoras al 31 de diciembre de 1994.

1.1.2 Sistema de transmisión

Para 1994 el sistema de transmisión de CEL (figura No. 1), estaba formado por 25 líneas energizadas a 115 kv (712.4 kms.), tres líneas fuera de servicio (108.8 kms.) y una línea de interconexión a 230 kv con Guatemala (14 kms.); también por 15 subestaciones a 115 kv, dos de ellas fuera de servicio (en Tecoluca y Ozatlán, departamentos de San Vicente y Usulután, respectivamente), y una Subestación a 230 kv, para la interconexión, con dos autotransformadores de 125 MVA cada uno.

1.1.3 Sistema de distribución:

La venta de energía eléctrica al consumidor final es realizada por las empresas distribuidoras CAESS, CLESA, CLES, CLEA, DEUSEM y HSDMCia; CEL distribuye energía eléctrica a las zonas rurales y vende energía directamente a algunos usuarios (clientes directos).

Finalmente en la Distribución, para 1995, CEL cuenta con un total de 27 subestaciones en todo el país.

En adición a la capacidad instalada en generación, transmisión y distribución, CEL tiene las siguientes propiedades: en el Departamento de San Salvador, las Oficinas Centrales que albergan las áreas de Junta Directiva, Presidencia, Dirección Ejecutiva, Unidades Asesoras, Administración, Finanzas y de Planificación.

En el Municipio de Nueva San Salvador, Departamento de La Libertad, se encuentra el

1. Art. 2o de la Ley de Constitución de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa y sus reformas al mes de abril de 1981.

Centro de Operaciones del Sistema, COS, que es un edificio construido especialmente para alojar la sala de mando para todo el Sistema de CEL; el Centro de Investigaciones Geotécnicas, CIG; y el Centro de Capacitación y Desarrollo de CEL, CENCADE.

A continuación presentamos el impacto en CEL, del terremoto ocurrido en el área de San Salvador, el 10 de octubre de 1986.

II- IMPACTO DEL TERREMOTO DEL 10 DE OCTUBRE DE 1986 EN CEL.

El Salvador, al igual que los demás países de Latinoamérica, no escapa del impacto de los desastres naturales, que afectan diversos sectores y áreas de desarrollo.

El 10 de octubre de 1986 el territorio de El Salvador fue sacudido por un movimiento telúrico de gran magnitud, ocasionando serios daños en la infraestructura económica del país.

En la CEL las localidades afectadas por el sismo fueron las siguientes:

- 1) Edificio Oficina Central
- 2) Complejo Técnico Soyapango
- 3) Sistema de transmisión: Subestación San Antonio Abad.

2.1. Descripción de daños y monto de las pérdidas:

- a) Edificio Oficina Central

Las Oficinas Centrales de CEL, se encuentran ubicadas en el Centro de Gobierno y está compuesto por un edificio de concreto armado de 5 pisos más sótano, terraza y parqueo.

Antes del terremoto, en el edificio se encontraban las siguientes oficinas:

- 1er.piso: Administración, Finanzas y Corte de Cuentas de la República,
- 2do. piso: Procesamiento de Datos, Junta Directiva, Dirección Ejecutiva y Presidencia.
- 3o. piso: Superintendencia de Producción, Organización y Métodos,

Biblioteca, Asesoría Jurídica, Recursos Humanos, Relaciones Públicas, Unidad Agraria.

- 4to. piso: Estudios Eléctricos, Construcción y Proyectos Especiales.
- 5to piso: Planificación y Estudios Cíviles.

Los daños en el edificio de CEL, fueron localizados principalmente en las columnas del sótano y primer piso. A partir del segundo piso, el edificio no sufrió daños en su estructura y solamente se contemplaron daños a elementos arquitectónicos de relleno colocados entre los pisos.

Los trabajos de reparación comprendieron los siguientes ítems.

1.- Excavación y relleno:

Excavación de 166 mts³ en el suelo- cemento zona de muros y posteriormente la compactación del mismo.

2.- Demolición:

Demolición de 113 mts² de paredes de concreto y de ladrillos y de 27 mts³ de columnas del sótano.

3.- Obras varias:

- reinyección con resina epóxica en 24 columnas.
- reconstrucción de 45 mts³ de muros de retención
- refuerzo de 142,180 kg metálicos en columnas

4.- Forro de columnas

- 550 mts² de riostrado con tubería metálica industrial
- 1500 mts² suministro y colocación material ployee, relleno azotado sobre material ployee, repello, afiando y pintura.

5.- Restauración de escaleras

- 180 mts² de repello en escaleras.

6.- Reparación de sistema telefónico

- Reparación de la red telefónica de los

cinco pisos y en el sótano.

7.- *Instalación Eléctrica*

Se incluye sustitución de tableros, interruptores, tomacorrientes, luminarias fluorescentes, etc.

8.- *Restauración del sistema de aire acondicionado.*

Los trabajos del diseño de refuerzos necesarios para las columnas de la planta baja y primer piso fueron supervisados por el Dr. Leonardo Zeevaert, quien diseñó el sistema antisísmico del edificio y es Ingeniero Consultor, del Laboratorio de Mecánica de Suelos Cimentaciones-Estructuras de la Ciudad de México.

Resumen de las pérdidas:

- *reconstrucción de primera planta*
- *restauración de daños arquitectónicos.*
- *construcción escalera emergencia*
- *restauración bodega costado oriente al edificio*

b) Complejo Técnico Soyapango

Áreas afectadas:

- *Subestación de Transmisión Soyapango: Esta subestación fue puesta en servicio en 1954 para dar servicio a la Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador, CAESS, a 24 kV con energía de la Central Hidroeléctrica 5 de Noviembre. Posteriormente en 1961, fue agregada una segunda línea de 115 kV para suministrar energía de la misma Central y en el período 1971-72, el mecanismo de 24 kV fue expandido para las unidades números 1, 2 y 3 de la Central Turbinas a Gas Soyapango.*

Oficinas y bodegas del Complejo CEL-Soyapango: Superintendencias de Líneas, Mantenimiento de Subestaciones y Servicios Técnicos.

c) Sistema de transmisión. Subestación San Antonio Abad:

Esta subestación fue puesta en servicio en 1970 para proveer una segunda fuente principal de energía (después de la Subestación de Soyapango) a CEL para servir su carga en San Salvador. Consta de dos (2) transformadores que son alimentados de una barra colectora de anillos de 115 kV alimentada por dos líneas de 115 kV provenientes de las subestaciones de Nejapa y Nuevo Cuscatlán y cuatro (4) interruptores de 115 V y dos (2) de 46 kV de capacidad nominal.

Los daños en el equipo eléctrico de las Subestaciones de Soyapango y San Antonio Abad, fueron terminados de reparar en Agosto de 1987.

2.2 Restablecimiento del suministro eléctrico

Debido a que el sistema de transmisión se encuentra interconectado, CEL pudo restablecer el suministro eléctrico en un período no mayor de 48 horas en las áreas mayormente afectadas, utilizando los interruptores de las subestaciones de Nejapa y Nuevo Cuscatlán, los cuales no sufrieron daños. (ver figura No.1)

Sin embargo, la situación más crítica se produjo en el sistema de distribución de la Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador, CAESS, ya que debido al sismo una gran cantidad de postes del tendido eléctrico fueron derribados, por lo que el suministro eléctrico en el área sur de la capital, se demoró varios días en reestablecerse.

2.3 Repercusiones a nivel institucional

En vista de los daños que sufriera el edificio de Oficina Central, el personal administrativo fue alojado en toldos mientras se construían oficinas provisionales (dos galeras) en el área del parqueo. El costo de estas obras adicionales fue de US\$60,000.00 aproximadamente.

Asimismo, en las instalaciones de los

Centros de Operaciones del Sistema (COS), de Investigaciones Geotérmicas (CIG) y de Capacitación y Desarrollo (CENCADE), se ubicaron el resto de las oficinas, aún cuando son edificios *construidos para fines específicos*.

Así tenemos por ejemplo que en los jardines del COS, donde se encuentra la sala de mando central para todo el sistema de CEL, fueron instaladas las oficinas del área de Producción, Dirección Ejecutiva y Seguridad.

En el CIG, se ubicaron oficinas de la Presidencia de CEL. y en el CENCADE, fueron *construidos tres (3) edificios tipo galeras para soportar el resto del alojamiento, identificados como Edificios A, B y C de 1,286.86 , 359.10 y 483. 36 mts² respectivamente.*

El tiempo estimado que duró la reparación del edificio y el reacondicionamiento de las oficinas fue de 2 años aproximadamente.

Este reacomodo de las oficinas implicó para la institución, una erogación aproximada de US \$80,000.00, que incluye los costos por traslados de mobiliario y equipo de oficina del Edificio Central a CENCADE, la construcción de oficinas de emergencias, y el reacondicionamiento de la casa cuartel del COS para bodegas.

Posteriormente estas galeras fueron equipadas y amuebladas con todo lo necesario y de ser originalmente oficinas de emergencia se constituyeron oficinas permanentes.

III CONCLUSIONES

1. El terremoto de 1986 no dañó gravemente el sistema de generación - transmisión - distribución de CEL, en vista que el epicentro del se ubicó en el área de San Salvador, y no se extendió en otras partes del país.

Por otra parte, si bien es cierto que la Central Turbina a Gas Soyapango, se encuentra en el área afectada por el sismo, ésta no sufrió daños debido principalmente a dos factores:

- a) Las turbinas se encuentran instaladas en una base de concreto antisísmico.
 - b) No se encontraban en operación al momento del terremoto, por lo que no hubo incremento en el nivel de las vibraciones, que provocaran que los cimientos cedieran, con la consecuente caída de las máquinas.
2. La experiencia adquirida por CEL en la reconstrucción de daños al sistema de transmisión durante el conflicto armado, ayudó a aminorar el tiempo en el restablecimiento del sistema eléctrico.
 3. CEL tenía el compromiso social de restablecer el suministro de energía eléctrica a la zona de San Salvador, principalmente a los hospitales, bombas de suministro de agua y otros. por lo que no se escatimaron recursos financieros, humanos y técnicos para su pronta rehabilitación.
 4. Las repercusiones mayores del terremoto en la CEL, es la disgregación de las oficinas del edificio central, que aún persiste en la actualidad, con los consiguientes problemas de fluidez en la comunicación, transporte del personal y la movilización constante de una oficina a otra para realizar trámites o mantener la continuidad en el trabajo.
 5. Las normas de diseño de instalaciones de CEL , fueron revisadas en base a la experiencia del terremoto y algunas de ellas fueron modificadas, por ejemplo en los interruptores, se sustituyeron de 0,2 g por 0,4 g vertical y horizontal.

**CUADRO N° 1
CAPACIDAD INSTALADA DE CEL,
DICIEMBRE DE 1994**

NOMBRE	No. UNIDADES	CAPACIDAD INSTALADA		CAPACIDAD DISPONIBLE	
HIDRAULICA		388,00	47,47%	392,0	47,96%
Guajoyo	(1 x 15)	15,0		15,0	
C. Grande	(2 x 67,5)	135,0		130,0	
5 de Nov.	(4 x 15,0) + 21,4	81,4		77,0	
15 de Sept.	(2 x 78,3)	156,6		170,0	
GEOTERMICA		105,0	12,85%	55,0	6,73%
Ahuachapan	(2 x 30) + 35,0	95,5		50,0	
Berlin	(1 x 5)	10,0		5,0	
TERMICA		324,3	39,68%	267,5	32,73%
Acajutla	(1 x 30) + 33	63,0		58,0	
	(2 x 37,0) + (1 x 82,9)	156,9		130,0	
Miravalle	(3 x 6,2)	16,6		3,5	
Soyapango	(2 x 16,7) + 20,5	53,9		57,0	
San Miguel	(1x25,3) + (5x1,32)	31,9		19,0	
Total		817,3	100%	714,5	87,42%

**CUADRO N° 2
RESUMEN DE LAS PERDIDAS**

LOCALIDAD	DESCRIPCION	MONTO ¢
Of. Central	<ul style="list-style-type: none"> - reconstrucción primera planta - restauración de daños arquitectónicos - construcción escalera emergencia - restauración bodega costado oriente al edificio 	
	TOTAL COSTOS REPARACION TOTAL	¢ 3,324 684,70 US\$ 664 936,94
Subestación Soyapango (Equipo Destruído)	<ul style="list-style-type: none"> - 2 interruptores Oerilkon, 115 kv, 1 200 A - 2 interruptores Delle, 115 kv, 1 200 A - 1 interruptor ACEC, 45kv, 1 600 A - 4 pararrayos tipo 96 kv - 3 pararrayos 48 kv - 1 bushing - 1 banco de baterías 	
	SUBTOTAL	US \$361 500,00
Daños en Bodega	Equipo almacenado en bodegas: bushing de 115 kv, 46 kv, 13,2 kv, recloser, seccionalizadores, estantería, etc.	
	SUBTOTAL	US \$111 000,00
	TOTAL COMPLEJO SOYAPANGO	US \$684 500,00
Subestación San Antonio ABAD	<ul style="list-style-type: none"> 1- Pararrayo tipo S/E 96 kv 4- Interruptores ISODEL, 115 kv. 1 250 A 1- Interruptor ISODEL 46kv, 2 000 A 	
	TOTAL	US\$ 318 500,00

**CUADRO N° 3
RESUMEN DE PERDIDAS DEL TERREMOTO DEL 10 DE OCTUBRE DE 1986**

	EDIFICIO	EQUIPO	EXISTENCIAS	TOTALES
TOTAL ¢	¢ 3 581 984,70	¢ 2 882 500,00	¢ 1 242 895,70	¢ 7 707 380,40
total us \$	716 396, 94	576 500,00	248 579,14	1 541 476, 08

