

51  
29.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“PROYECTO LINEA DE TRANSMISION  
TUXPAN-TEXCOCO”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A  
OMAR EDUARDO LOPEZ JONES

ASESOR: ING. LUIS ZARATE ROCHA

MEXICO, D. F.

1998

262774



TESIS CON



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-086/97

Señor  
**OMAR EDUARDO LOPEZ JONES**  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. LUIS ZARATE ROCHA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.


**"PROYECTO LINEA DE TRANSMISION TUXPAN-TEXCOCO"**

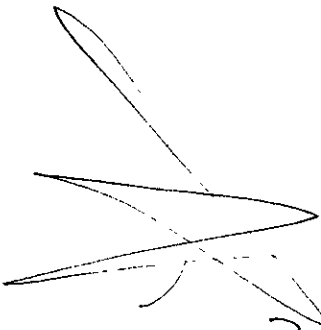
- INTRODUCCION
- I. ANTECEDENTES
- II. SITUACION ACTUAL
- III. PROCESO DE LICITACION
- IV. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA LINEA TUXPAN TEXCOCO
- V. ANALISIS FINANCIERO
- VI. IMPACTO AMBIENTAL
- VII. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria a 11 de septiembre de 1997.  
EL DIRECTOR.

  
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS  
#MCS/GMP\*lmf

  
Ing. Luis Zarate Rocha

## *Dedicatorias*

*A mis padres por su amor, su cariño y apoyo, elementos que siempre estuvieron presentes, valores que me hicieron crecer como persona y en mi vida siempre estarán.*

*A mi hermano Carlos quien me enseñó a ver las cosas de forma sencilla, y con filosofía para vivir y luchar.*

*Para Mamá Clemen, Ana y Chavo, quienes velaron por mí durante todos estos años sin importar la distancia.*

*Para ti Mariana, con todo el amor de mi corazón por recorrer el camino a tu lado hoy y siempre.*

*A mis amigos Flugo y Nacho con quienes compartí dentro y fuera de las aulas mi vida universitaria.*

*Al Ing. Luis Zárate Rocha por su apoyo durante la elaboración de este trabajo.*

*Y a todas aquellas personas que estuvieron a mi lado para brindarme su mano y hacer este sueño realidad.*

*A todos ustedes mil gracias y que Dios los bendiga.*

*Emas*



## PROYECTO LINEA DE TRANSMISION TUXPAN-TEXCOCO

CAPITULO	PAGINA
INTRODUCCION	1
I. ANTECEDENTES	3
II. SITUACION ACTUAL	13
A) Marco Legal	
B) Organización del Sistema Eléctrico Nacional	
C) Análisis de la demanda de energía	
D) Justificación de la participación privada	
III. PROCESO DE LICITACION	33
A) Descripción	
B) Esquema	
IV. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LINEA TUXPAN-TEXCOCO	45
A) Trazo y derecho de vía	
B) Cimentación	
C) Transporte y colocación de la torre	
D) Cableado	
V. ANALISIS FINANCIERO	71
VI. IMPACTO AMBIENTAL	82
VII. CONCLUSIONES	97
BIBLIOGRAFIA	100



## INTRODUCCION

El sector eléctrico es factor fundamental para el desarrollo del país, sin embargo la falta de recursos económicos a nivel gubernamental ha obligado a la Comisión Federal de Electricidad a buscar nuevos esquemas para satisfacer la demanda de electricidad. Es por ello que la línea de transmisión Tuxpan, Veracruz - Texcoco, Estado de México, forma parte de los proyectos de transmisión que se encomiendan a la iniciativa privada, con el fin de contribuir a la modernización del sistema eléctrico nacional.

El presente trabajo inicia con una breve historia del sector eléctrico en México, desde 1879 con la empresa La Americana, hasta lo que hoy en día se conoce como la Comisión Federal de Electricidad, incluyendo sus cambios e innovaciones que ha sufrido durante todo este tiempo.

En el capítulo de situación actual se analiza el marco legal y modificaciones que se le han hecho a ley referente a la energía eléctrica y a la participación privada para su generación, transmisión y distribución. Además se muestra la forma en que se divide el sistema eléctrico nacional y la capacidad total del mismo. También se toca el tema de la demanda futura de energía eléctrica para el año 2000; por último se exponen las razones por las que es necesaria la participación privada en el sector eléctrico.

El proceso de licitación se refiere a la forma en que fue licitada la obra y las condiciones que requería el inversionista privado a fin de poder participar en el concurso para la conservación de la línea de transmisión, para la realización de este proyecto se buscó un esquema del diseño y construcción de la línea, y uno más para el financiamiento de la misma

Posteriormente se explica el proceso constructivo, el cual incluye: caminos de acceso, trazo nivelación, apertura de brecha, cimentación colocación de torres y cableado, así

---

como la forma de transporte y el almacenaje de todos los elementos que conforman la torre de transmisión.

En el análisis financiero se explican los elementos que compone un análisis financiero. Posteriormente se determinan las premisas bajo las que se realizó dicho análisis y concluye con los resultados que éste arroja.

Para el impacto ambiental se realiza una breve descripción del medio ambiente por donde pasa la línea y se analizan los elementos naturales afectados durante las diferentes etapas del proyecto, haciendo una Matriz de Leopold para determinar sus impactos, para minimizarlos mediante medidas preventivas o correctivas.

Por último en las conclusiones se realiza un análisis de lo expuesto durante el desarrollo de este trabajo, destacando la importancia de la participación privada en obras de infraestructura en el sector eléctrico.



apellidado Vaquié promovió el nacimiento de la central pionera en la República Mexicana.

A partir de Necaxa, empresarios estadounidenses y británicos comenzaron a invertir en el sector eléctrico y fundaron diferentes empresas regionales. Los frutos cosechados eran cuantiosos, pero la tarea se asumía más como negocio lucrativo que labor social. Este enfoque acarreó diferentes problemas, que provocaron la intervención de las autoridades mexicanas para prevenir los abusos

El primer reglamento formal del sector se promulgó el 30 de abril de 1926. Llamado Código Nacional Eléctrico, era el instrumento legal que permitió al gobierno controlar las concesiones, regular las técnicas de operación y supervisar tanto la generación como la distribución del fluido, pero los logros fueron mínimos.

Durante 1930 la capacidad instalada rondaba los 510 mil kilowatts (kw). Dos compañías dominaban el mercado: la Mexicana de Luz y Fuerza Motriz y sus subsidiarias, de capital anglocanadiense y cuyos ingresos provenían del consumo de las minas, servicios municipales y tranvías; y la American Foreign Power, que inició actividades en 1928

Debido a la ineficiencia operativa de ambas empresas, sus altas tarifas y baja oferta, se originó una serie de protestas de los consumidores. De nueva cuenta el gobierno intervino. Esta vez dictó medidas administrativas que obligaron a las compañías a mejorar el servicio y reducir cobros.

Se creó un organismo que en manos del Estado modernizó la electrificación y le dio un sentido social justo. El 2 de diciembre de 1933, el presidente Abelardo L. Rodríguez envió al Congreso de la Unión, la iniciativa para crear la Comisión Federal de Electricidad (CFE), cuya autorización se dio a conocer el 19 de enero del año siguiente. Pero fue hasta el 14 de agosto de 1937, durante el gobierno del general Lázaro Cárdenas del Río, cuando por decreto presidencial se promulgó la ley que instituyó la CFE. El





objetivo, en un principio, fue organizar un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica para el beneficio del pueblo mexicano

Los inicios de la Comisión Federal de Electricidad fueron modestos: oficinas alquiladas, poco personal y presupuesto de cincuenta mil pesos. Las primeras obras fueron en Teloloapan, Guerrero; Pátzcuaro, Michoacán; Suchiate, Chiapas; Xia, Oaxaca; Ures y Altar en Sonora. Sus labores de planeación y anteproyectos se realizaron en las localidades de Bartolinas, Granados, Zumpimito y Tacámbaro, Michoacán; Jumatán, Nayarit, y de manera especial en Ixpantongo, Estado de México.

El proyecto de Ixpantongo se detuvo, primero por el estallido de la Segunda Guerra Mundial, y después por la falta de recursos. Luego de algunas dificultades fue puesta en operación durante 1944. Su capacidad era de 27 mil kw. Con ello la institución empezaba a crecer

La reglamentación del sector continuó por buen sendero. El 31 de diciembre de 1938 se expidió la ley del Impuesto Sobre Consumos de Energía Eléctrica, que reguló las tarifas y consideraba que la industria era un servicio público regulado por el Estado.

Gracias a la labor conjunta de la CFE y la Compañía Eléctrica de Chapala (creada a principios de la década de los cuarenta), tras la fusión de otras empresas y convertida en sociedad anónima de participación estatal con capital nacional, en 1944 se aumentó de manera significativa el porcentaje de energía y potencia disponibles.

El 11 de enero de 1948 el presidente Miguel Alemán expidió el decreto que convirtió a la CFE en un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio

El 4 de enero de 1952 se crea un laboratorio para brindar apoyo a todas las áreas de la CFE. El Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales (LAPEM), se encarga de



optimizar la calidad y confiabilidad de los materiales, equipos y sistemas utilizados en la generación, transmisión distribución y uso de la electricidad. Ofrece servicios técnicos y tecnológicos en diferentes ramas de la ingeniería. Desde 1981 opera en Irapuato, Guanajuato.

En 1956 se empezaron a diversificar las fuentes energéticas primarias, con la extracción de vapor de agua del subsuelo. Tres años después, en Pathé, Hidalgo, se construyó la primera instalación geotermoelectrica. Pero sería en 1973 cuando se inauguraron las primeras unidades geotérmicas. En la actualidad México es una de las naciones líderes de América Latina en este renglón.

Los grandes consorcios establecidos en México, comenzaron a perder terreno en materia de suministro de energía eléctrica. Para 1959 el 70 % de la energía que comercializaban dos empresas extranjeras era proporcionada por la CFE. En 1960 las plantas hidroeléctricas alcanzaron una capacidad de 727 mil 361 kw.

El 27 de septiembre de 1960, el presidente Adolfo López Mateos anunció la nacionalización de la industria eléctrica, asegurando el control nacional del sector. El proceso consistió en la compra de las empresas que tenían a su cargo el suministro de la electricidad.

La consolidación del sector continuó y el 14 de agosto de 1967, se publicó el acuerdo que la autorizaba a disolver y liquidar sus filiales. La CFE tuvo como misión primordial incrementar su capacidad para hacer frente a la creciente demanda principalmente industrial.

Debido a que en 1960 sólo funcionaban como sistemas independientes los de la zona central del país y que las demás ciudades importantes eran abastecidas por una o dos plantas, que representaban costos elevados de la inversión, la institución construyó una red de interconexiones entre los sistemas, elaboró técnicas de planeación, diseño,

construcción y operación, con lo que consiguió un empleo más racional de los medios de generación y de todo el proceso de transmisión y distribución.

Los dos consorcios extranjeros que operaban en el país, manejaban distintas frecuencias en la energía producida. En la zona metropolitana y áreas circunvecinas tenían la de 50 ciclos por segundo y en el resto del país era de 60 ciclos. Ello obligaba a que la empresa construyera centrales generadoras con los dos tipos de frecuencia.

Frente a esto se decidió regularizar las frecuencias a 60 ciclos por segundo. El decreto presidencial con el que se inició la unificación se expidió en julio de 1971, durante el mandato del licenciado Luis Echeverría Álvarez. Al año siguiente se creó el comité encargado de supervisar la modificación de equipos y aparatos domésticos, así como el acondicionamiento de las plantas, cuyo plazo máximo fue de siete años; esto se logró 36 meses antes de lo previsto.

En 1962 se fundó la Oficina Nacional de Operaciones de Sistemas, instancia que regulaba el proceso del fluido, que en 1973 se convirtió en Despacho Nacional de Carga, mismo que se consolidó en 1977 como Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). Quedando así coordinadas las actividades de generación, transmisión, transformación, distribución, comercialización y prestación de electricidad.

La relación de la CFE y sus bases laborales, el Sindicato Unico de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM), tiene su origen en noviembre de 1972, tras la fusión del Nacional de Electricistas, Similares y Conexos de la República Mexicana (SNESCAM) y el de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (STERM), el SUTERM detenta la titularidad del contrato colectivo.

A instancias de la Comisión Federal de Electricidad, en 1975 se creó el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), encargado de explorar nuevas alternativas tecnológicas que apoyen el desarrollo de la industria eléctrica nacional.



La unificación de la frecuencia de 1976, permitió la incorporación de la zona metropolitana de la Ciudad de México al Sistema Interconectado Oriental-Occidental (ORIOC), para formar con ello el Sistema Interconectado Sur. Con la construcción de la línea Tula Poza Rica-Altamira en 400 kv, se logró en 1978 enlazar los dos sistemas interconectados más importantes del país. El Norte formado por los sistemas Norte y Noroeste (NOINE) y el Sur.

Con ello se logró la formación del sistema interconectado y así como el aprovechamiento óptimo de los recursos, la asistencia mutua en caso de emergencias, la utilización de la diversidad de las cargas para satisfacer de mejor manera la demanda máxima del sistema y el despacho económico centralizado, que permitió obtener el mas bajo costo de producción global.

La abundancia de hidrocarburos en los años setenta propició un auge de las centrales termoeléctricas. En la década siguiente, sin embargo, la crisis petrolera estalló y, pese a descubrirse una rica zona en el sureste mexicano, se determinó que la expansión del sector eléctrico se basara en la diversificación energética.

Comenzaron entonces a dar frutos algunos de los proyectos hidroeléctricos más importantes, como Angostura, Malpaso e Infiernillo. Empezaron a diseñarse otros como Chicoasén. En los años subsecuentes entraron en operación comercial los proyectos de Comedero, Agua Prieta y Aguamilpa, que hoy son realidades importantes de generación hidroeléctrica.

La diversificación energética continuó con la utilización del carbón en las centrales José López Portillo (Río Escondido) y Carbón II. La geotermia se emplea en Cerro Prieto, Baja California; Los Azufres, Michoacán, y Los Humeros, Puebla. La nuclear en Laguna Verde, Veracruz, y la eólica en La Venta, en Oaxaca



Aún así el escenario tecnológico basado en el uso de hidrocarburos predomina en la CFE, ya sea mediante combustóleo, turbogás, carbón, nuclear, geotermia, ciclo combinado, combustión interna o duales. Hoy en día son 82 las centrales termoeléctricas en operación, en tanto que las Hidroeléctricas suman 62. Se cuenta así mismo con una planta eoloelectrica. Sumando un total de 145 plantas de generación eléctrica en todo el país.

Cincuenta y nueve años después de su creación la Comisión Federal de Electricidad sigue su crecimiento fortalecido. Con el marco legal vigente en la materia, puede contar con el apoyo de inversionistas privados para complementar las altas inversiones que se requieren en la construcción de las plantas generadoras que brindarán servicio a partir del próximo milenio, entre las cuales destacan Samalayuca II y Mérida III.

A diciembre de 1995, la red de transmisión y subtransmisión de CFE alcanzó una longitud de 66,674 km, de los cuales 31,627 km. corresponden a la red de transmisión en tensiones de 400, 230, 161, 150, y 138 kv, en tanto que 35,047 km correspondieron a la red de subtransmisión en tensiones de 115, 85 y 69 kv. Las líneas de transmisión de 400 kv en particular, tienen una longitud a nivel nacional de 10,979 km. Para este mismo año, la red de distribución contaba con 277,232 km de tensiones de 34.5, 23, 13.8, 6.6, 4.16 y 2.4 kv, teniendo un total de 343,906 km de líneas de transmisión.

En enero de 1996, la CFE cuenta con una capacidad de generación bruta de electricidad de 175,695.654 gigawatts / hora (Gwh). Las ventas de energía directas al público se colocaron en 135,949 Gwh. A Luz y Fuerza del Centro se le entregaron 54,055 Gwh y 2,882Gwh fueron exportados.

Por el momento, con su actual capacidad instalada, CFE garantiza el abasto del fluido hasta el año 2000, en condiciones inmejorables de calidad y oportunidad. El 95 por ciento de los mexicanos conoce los beneficios de contar con electricidad en sus hogares.

Durante 1996 la inversión ascendió a 10,400 millones de pesos y el sector privado participó casi con el 70% del gasto total en el área de generación. El incremento de consumo de energía eléctrica fue de un 6.7% con respecto a 1995. El aumento significativo en el uso del fluido se debió a las siguientes actividades principalmente: la industria, el riego agrícola, usuarios residenciales y consumidores de alto voltaje.

En enero de 1997 la CFE dio a conocer el programa de inversiones en el sector eléctrico 1997 - 2005. Donde se desglosó lo que deberá canalizarse a las áreas de generación, transmisión y distribución para que la empresa satisfaga la creciente demanda del fluido energético. Conservando su meta de brindar el servicio en mejores condiciones de calidad, cantidad y economía, con respeto al ambiente y promover el desarrollo social.

El presupuesto de inversión de la institución para este año asciende a 16,600 millones de pesos, incluido el apartado extrapresupuestal (la cifra para el periodo 1997 - 2005 es de 144,000 millones de pesos). Con estos recursos económicos, a lo largo de 1997 la empresa dió prioridad a concluir las obras en proceso de construcción; licitará y realizará las que mejoren la infraestructura de transmisión y distribución, además de satisfacer las necesidades de mantenimiento del sistema eléctrico nacional.

A finales de 1996 la longitud de líneas de transmisión y distribución de la red de la CFE era de 500,000 kilómetros, aproximadamente. En los siguientes nueve años se incrementará con 20,200 kilómetros adicionales y la capacidad de subestaciones aumentará 42,000 megavolts ampers. Para lograr este aumento en las líneas, se tiene programado invertir cerca de 53,000 millones de pesos. La inversión programada para transmisión y subtransmisión ayudará a eliminar rezagos y reforzará el sistema eléctrico nacional. Se busca así elevar los niveles de seguridad y confiabilidad del servicio.

Para el periodo comprendido entre 1996 y el año 2000 se conformaron 40 paquetes de inversión, cuya meta es conjugar estructuras eléctricas coherentes, localizaciones regionales específicas y volúmenes de obras que mejoren su administración.

*CENTRAL TERMOELECTRICA ADOLFO LOPEZ MATEOS, TUXPAN, VERACRUZ.*

La termoeléctrica Adolfo López Mateos se ubica a 348 kilómetros de la ciudad de México, en la localidad denominada Isla Potreros, del municipio de Tuxpan, Veracruz a 9 kilómetros al noroeste de la ciudad de Tuxpan.

Con seis unidades generadoras de electricidad, que en conjunto suman 2,100 MW de capacidad instalada, la central termoeléctrica Adolfo López Mateos, es una de las instalaciones en su tipo más grandes del país y de Latinoamérica. Al año generan 18 millones 396 mil megawatts (MWH) y por ello, además de ser polo de desarrollo regional, impulsa de manera decisiva el progreso nacional.

La energía producida en esta central se distribuye a los usuarios de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a través del Sistema Eléctrico Nacional. Mediante tres líneas de transmisión de 400 kilovoltios (kv) cada una: dos a la subestación Texcoco, México y una a la de Poza Rica II, en Veracruz. Actualmente se construye la cuarta línea hacia la subestación Texcoco, también de 400 kv.

La central se construyó en tres etapas: las unidades 1 y 2 en parte por administración directa y el resto por obra pública, e iniciaron su operación comercial durante 1991, la segunda abarcó las unidades 3 y 4 bajo la modalidad llave en mano, mismas que fueron puestas en operación comercial en 1994, la tercera, concluida en 1997 y que está conformada por las unidades 5 y 6.

Es conveniente destacar que las cuatro primeras unidades de la planta están diseñadas para trabajar con combustóleo y las unidades 5 y 6, además de ese energético, pueden emplear gas natural.

Toda la energía eléctrica producida por esta termoeléctrica es conducida a través de su subestación, compuesta de ocho bahías, con arreglo de U, doble barra e interruptor y

## ANTECEDENTES

---



medio, se proporciona alta confiabilidad y disponibilidad en la energía generada en esta central, para distribuirse actualmente por medio de tres líneas de transmisión de 400 kilovoltios (kv) cada una instaladas en torres de doble circuito.





## SITUACION ACTUAL

### A) MARCO LEGAL

La legislación del sector eléctrico ha tenido que evolucionar, según los requerimientos de la época y las necesidades del país. Hoy continúa en estos cambios, con el objeto de permitir a la iniciativa privada participar en las obras de generación y transmisión de energía eléctrica.

A fin de promover la participación de los particulares en las distintas modalidades previstas por la Ley, se han realizado modificaciones al marco regulatorio, de acuerdo con la siguiente cronología:

- 23 de diciembre de 1992, modificación a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, la cual establece la posibilidad para los particulares de participar en la generación de electricidad en las modalidades de cogeneración, autoabastecimiento, pequeña producción independiente exportación e importación.
- 31 de mayo de 1993, se publica el reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, donde se especifican los mecanismos de incorporación de la energía eléctrica generada por los particulares al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).
- 31 de octubre de 1995, el Congreso de la Unión aprueba la Ley de la Comisión Reguladora de Energía; mediante la cual se otorga a este órgano autonomía técnica y operativa, con el objeto de promover el desarrollo eficiente, entre otras, de las siguientes actividades.
  - Suministro y venta de energía eléctrica a los usuarios del servicio público
  - Generación, exportación e importación de energía eléctrica, que realicen los particulares.
  - Adquisición de energía eléctrica que se destine al servicio público.

Estas actividades son reguladas por la Comisión Reguladora de Energía (CRE), en congruencia con lo establecido en el artículo 2 de la Ley de la Comisión.

En cumplimiento de su objeto, la CRE contribuirá a salvaguardar la prestación de los servicios públicos, fomentará una sana competencia y protegerá los intereses de los usuarios y de los diferentes participantes en el sector eléctrico.

La misma Ley le concede a este órgano diversas atribuciones entre las que destacan las siguientes:

- ◊ Participar en la determinación de las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica
- ◊ Otorgar y revocar los permisos y autorizaciones que, conforme a las disposiciones legales aplicables, se requieren para la realización de las actividades reguladas.
- ◊ Aprobar las metodologías para el cálculo de las contraprestaciones para la adquisición de energía eléctrica que se destine al servicio público.
- ◊ Aprobar modelos de convenios y contratos de adhesión para la realización de las actividades reguladas.
- ⇒ Se le otorga autoridad resolutoria en la aplicación de la regulación y resolver las controversias derivadas de las actividades reguladas
- Mayo de 1996, se crea la Unidad de Promoción de Inversiones UPI responsable de promover, fomentar y difundir las oportunidades de inversión dentro del sector de la energía, en específico en los subsectores gas natural y electricidad. Para ello la UPI se ha constituido en la ventanilla única de atención de las iniciativas presentadas por los inversionistas. Asimismo, ha apoyado diversas gestiones requeridas para garantizar la realización de dichas propuestas, entre las que destacan las siguientes:
  - ◊ Coadyuvar en la realización de trámites que establecen las disposiciones y normas legales vigentes en México.
  - ◊ Expresar el interés del sector privado ante las distintas entidades públicas, a fin de colaborar para formalizar la interrelación empresa- sector público.

- ◊ Realizar eventos de difusión en colaboración con entidades, dependencias públicas y particulares.
- 8 de octubre de 1996, se publica la resolución sobre la aprobación del modelo de “Contrato de Adhesión para Interconexión”, el cual establece la relación contractual entre la CFE y los permisos de generación de energía eléctrica mayor a 10 MW (cogeneración y autoabastecimiento), cuando estos últimos requieran utilizar la infraestructura de transmisión y distribución de la Comisión.
- 15 de noviembre de 1996, se publica el Acuerdo que Autoriza la Reestructuración, Ajuste y Modificaciones de las Tarifas para Suministro y Venta de Energía Eléctrica.
- 7 de enero de 1997, publicación de los Modelos de:
  - ◊ Convenio de Compraventa de Excedentes de Energía Eléctrica (energía económica).
  - ◊ Convenio de Servicios de Transmisión, con aplicación de Cargo Mínimo o Cargo Normal y sus opciones de ajuste.
  - ◊ Convenio de Energía de Respaldo.Con estos documentos se presentan los servicios disponibles para los permisionarios que participen en la generación de energía eléctrica de acuerdo al marco legal vigente.
- 25 de marzo de 1997, se publica la disposición complementaria 10 BIS. Cláusula de los Ajustes por las Variaciones de los Precios de los Combustibles y la Inflación Nacional
- 28 de abril de 1997, la CRE invita a particulares que realizan actividades no consideradas como servicio público por la legislación anterior a 1992, para que regularicen su situación jurídica de acuerdo con el marco regulatorio vigente.
- 25 de julio de 1997, se publica el Decreto que reforma el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, a través del cual.
  - ◊ Se especifican con mayor precisión los conceptos de cogeneración y autoabastecimiento.
  - ◊ Se suprime la obligación del consumidor de energía eléctrica, de ser socio solidario respecto del permisionario en los proyectos de cogeneración.

- ◊ Se flexibilizan los requerimientos de participación de los particulares en concursos de capacidad de la CFE.
- ◊ Se definen las fuentes alternativas para la adquisición de energía por parte de la CFE, en caso de emergencia.
- ◊ Y establece la posibilidad para los particulares de construir y mantener sus propias líneas de transmisión, las cuales deberán estar dedicadas a su uso propio.

La generación de energía eléctrica en las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración, pequeña producción y producción independiente previstas en la LSPEE, tendrán las definiciones y los objetivos siguientes:

- El autoabastecimiento es la generación de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales, siempre que no resulte inconveniente para el país.
- La cogeneración es la generación de energía eléctrica producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria; o el aprovechamiento de la energía térmica no utilizada en los procesos para la producción directa o indirecta de energía eléctrica, o el uso de combustibles producidos en los procesos para la generación directa o indirecta de energía eléctrica, siempre que la electricidad generada se destine a la satisfacción de las necesidades de establecimientos asociados a la actividad de cogeneración.
- La pequeña producción es la generación de energía eléctrica destinada para su venta a la CFE y LFC, en cuyo caso los proyectos no podrán tener capacidad total mayor de 30 MW, o bien para el autoabastecimiento de pequeñas comunidades rurales o áreas aisladas
- La producción independiente es la generación de energía eléctrica proveniente de una planta de capacidad mayor a 30 MW y cuya energía será destinada exclusivamente para su venta a la CFE, LFC o a la exportación.

Las actividades no consideradas como servicio público por la LSPEE, son las siguientes:

- Generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción
- Generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la CFE o Luz y Fuerza del Centro (LFC)
- Generación de energía eléctrica para exportación, derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción
- Importación de energía eléctrica por parte de personas físicas o morales, destinada exclusivamente al abastecimiento para usos propios
- Generación de energía eléctrica destinada a uso en emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica

Salvo la última actividad mencionada, las demás están sujetas al otorgamiento del permiso correspondiente por parte de la CRE.

Hoy en día, existen mas de 215 leyes federales vigentes que deben cumplirse por la CFE, según las materias en las que lleve a efecto sus actos, además de estar regida por una Junta de Gobierno presidida por el Secretario de Energía y en la que participan las secretarías de. Hacienda y Crédito Público, Contraloría y Desarrollo Administrativo, Comercio y Fomento Industrial y Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, además de PEMEX y SUTERM.

## **B) ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL**

En las últimas décadas, el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) ha evolucionado a un ritmo acelerado. En 1960 la capacidad de generación instalada en México era de 3,021 MW y la demanda se abastecía por sistemas eléctricos independientes entre sí. A partir de entonces, el SEN se ha desarrollado en el marco de un proceso de planificación que tiene como objetivo mejorar continuamente las condiciones del suministro.



Algunos aspectos relevantes de la evolución del SEN son la utilización de mayores tensiones de transmisión (230 y 400 kv), la interconexión de sistemas, el desarrollo de grandes proyectos hidroeléctricos y termoeléctricos, así como el aprovechamiento de la energía geotérmica, la energía nuclear, el carbón y, de manera incipiente la eólica; de la misma manera, el uso de tarifas con diferenciación horaria.

Para la planeación de la capacidad, el SEN se divide en nueve áreas:

- |                |                     |                         |
|----------------|---------------------|-------------------------|
| 1.- Noroeste   | 2.- Norte           | 3.- Noroeste            |
| 4.- Occidental | 5.- Central         | 6.- Oriental            |
| 7.- Peninsular | 8.- Baja California | 9.- Baja California Sur |

Las siete primeras se encuentran interconectadas entre sí y forman el Sistema Interconectado Nacional (SIN), que cubre prácticamente el macizo continental y la península de Yucatán; las otras dos áreas, que corresponden a la península de Baja California, permanecen como sistemas independientes, debido a que su interconexión con el resto de la red nacional no se ha justificado por razones técnicas y económicas. Sin embargo, el sistema eléctrico de Baja California tiene interconexiones con la red eléctrica de la región occidental de los Estados Unidos de América (EUA), por medio de dos líneas de transmisión a 230kV. Esto le ha permitido a la CFE, realizar transacciones internacionales de energía con varias compañías eléctricas de EUA y recibir apoyo en situaciones de emergencia.

## AREAS DEL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL



La operación de la red de transmisión y el despacho de carga se dirige y supervisa a partir de ocho centros regionales de control coordinados por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), ubicado en la ciudad de México.

Las nueve áreas en que se ha dividido el SEN para su planeación, corresponden a las áreas de control de los centros regionales, con excepción de las dos áreas de la península de Baja California, cuya operación es responsabilidad de un solo centro regional, localizado en Mexicali

Los otros centros regionales están ubicados en las ciudades de: Hermosillo, Gómez Palacio, Monterrey, Guadalajara, México, Puebla y Mérida.

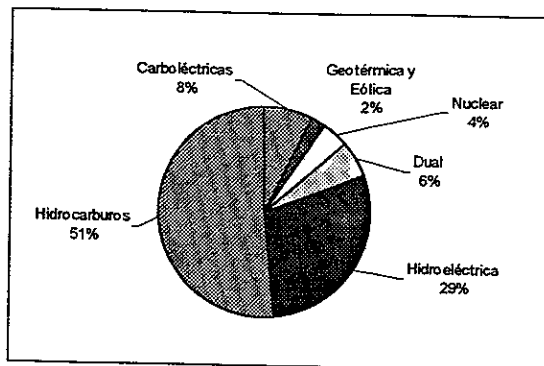
Con la interconexión de las áreas del sistema eléctrico se han logrado los siguientes beneficios:

- Reducir el requerimiento de capacidad instalada, ya que se aprovecha la diversidad de las demandas y se comparten las reservas de capacidad.
- Hacer posible el intercambio de energía entre regiones, de manera que resulten menores costos de producción para todo el conjunto.
- Incrementar confiabilidad del suministro ante condiciones de emergencia

La red troncal está formada con líneas de transmisión a 400, 230 y 115 kv.

El sistema de generación está integrado por un conjunto de centrales generadoras de diferentes tipos, que utilizan distintos combustibles o fuentes de energía primaria. A diciembre de 1996, la capacidad instalada total alcanzó la cifra de 34,791 MW distribuida en las diferentes áreas como se muestran en el cuadro (Véase esquema 2.1, página 32).

### **CAPACIDAD INSTALADA POR TIPO DE GENERACION A DICIEMBRE DE 1996 (34,791 MW)**





Para los próximos años se prevé un incremento en el uso de los hidrocarburos, en particular del gas natural, propiciado por los bajos costos de las plantas de ciclo combinado y por sus altas eficiencias de conversión.

El sistema de transmisión y distribución está integrada por diferentes redes con objetivos funcionales bien definidos:

- a) Red de transmisión troncal, formada por instalaciones a muy alta tensión (400 y 230 kv), que permite movilizar grandes cantidades de energía entre regiones alejadas. Esta red es alimentada por las centrales generadoras y abastece a las redes de subtransmisión, así como a las instalaciones en 230 kv de algunos usuarios. Actualmente se cuenta con 31,586 km de líneas de transmisión en 400 230 kv.
- b) Redes de subtransmisión, tiene una cobertura regional y utiliza grandes tensiones de transmisión (69 a 161 kv) Suministran la energía a las redes de distribución en media tensión y a cargas de usuarios, conectadas en alta tensión de subtransmisión. Actualmente se tiene 39,174 km de líneas de transmisión de 69 a 161 kv
- c) Redes de distribución en media tensión (2.4 a 34.5 kv), permiten distribuir la energía dentro de zonas geográficas relativamente pequeñas y entregan la energía a las redes de distribución en baja tensión y a instalaciones de usuarios, conectados en media tensión de distribución. La longitud acumulada de líneas de distribución en media tensión es de 317,718 km, incluyendo 9,799 km de líneas subterráneas.
- d) Redes de distribución en baja tensión (220 ó 240 volts entre líneas), alimentan las cargas de los usuarios de consumos pequeños.

En total, el SEN cuenta con 388,478 km de líneas de transmisión, en niveles de tensión de 2.4 a 400 kv, del total anterior, el 8.1% corresponde a líneas de 400 y 230 kv; el 10.1% a líneas de 69 a 161 kv y el 81.8% restante a líneas con tensiones de 2.4 a 34.5kV.



Se tiene una capacidad instalada de 136,040 MVA, de los cuales 90,479 MVA corresponden a subestaciones de transmisión y 26,220 MVA a distribución de CFE, así como 19,342 MVA de subestaciones de Luz y Fuerza del Centro (LFC).

La red de transmisión se ha desarrollado tomando en cuenta la magnitud y dispersión geográfica de la carga, así como la localización de las centrales generadoras. En ciertas áreas del país, los polos de generación y consumo de electricidad se encuentran alejados entre sí por lo que la interconexión entre ellas se ha realizado de manera gradual, en la medida en que las obras se han justificado técnica y económicamente.

### **C) ANALISIS DE LA DEMANDA DE ENERGIA**

El análisis de la evolución esperada de la demanda de electricidad se realiza con base en el estudio anual del desarrollo del mercado eléctrico, el cual es una tarea fundamental que realiza la CFE con el objeto de elaborar escenarios probables de la capacidad y de la energía que se requerirán en el país en los próximos diez años para satisfacer la demanda de electricidad.

El proceso de planeación de la capacidad necesaria para atender los requerimientos de energía eléctrica es dinámico e iterativo; incorpora la información real más reciente del consumo, adecuándose a las condiciones económicas, tecnológicas y demográficas vigentes, en una valoración permanente de los cambios en las expectativas sobre la evolución futura del mercado eléctrico. Para ello, la elaboración de los escenarios alternos del mercado eléctrico considera la evolución reciente de la actividad productiva y económica del país, apegándose a las perspectivas económicas y demográficas futuras trazadas en el Plan Nacional de Desarrollo 1995 - 2000 (PLANADE) y en el Programa Nacional de Financiamiento del Desarrollo 1997 - 2000 (PRONAFIDE). Asimismo, la elaboración de escenarios sobre el comportamiento del mercado eléctrico se orienta a determinar las diversas trayectorias globales, sectoriales y regionales de la demanda de

energía eléctrica en el país, con el fin de cuantificar las necesidades de capacidad de generación del sistema eléctrico y sus regiones.

Se presentan las trayectorias de la demanda de energía eléctrica para los periodos de pronóstico que resulta de la aplicación coordinada de modelos econométricos sectoriales, de estimaciones regionales sustentadas en el análisis de las tendencias del mercado y en solicitudes formales de servicio e investigaciones del mismo.

La modelación econométrica utilizada para la estimación de los escenarios implicó dos aspectos esenciales:

- a) El ajuste y perfeccionamiento de los modelos sectoriales con un conjunto de variables independientes de naturaleza básicamente económica y demográfica.
- b) El cálculo y la integración de las proyecciones de las ventas sectoriales para obtener la prospectiva global del mercado.

Fijando el periodo 1967 - 1996 como base, y con la finalidad de tener elementos para la planeación de la expansión incorporando algunos aspectos que buscan enfrentar la incertidumbre propia de todo comportamiento futuro, el estudio del desarrollo del mercado eléctrico 1997 - 2006, consideró la construcción de tres escenarios factibles: conservador, medio y esperado. De ellos, el escenario esperado y el medio asumen las metas macroeconómicas establecidas en el PLANADE y en el PRONAFIDE - expresadas en una tasa promedio anual de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) del orden de 5.4% durante el periodo, aún cuando de acuerdo con el comportamiento reciente y con fines de sensibilidad, se distinguen entre sí por una evolución industrial diferente y sus implicaciones en la economía global. Así, en el escenario esperado el dinamismo industrial es mas intenso (6.3% del crecimiento real anual del agrupamiento minería - manufacturera en el periodo) y con mayor influencia en la dinámica económica general (29.8% de participación de este agrupamiento en el PIB del año 2006), que en el escenario medio (5.5% de crecimiento real anual de minería - manufacturera y una participación del 27.9% en el PIB del año 2006). El escenario conservador, corresponde a

una dinámica económica sostenida pero menos intensa, expresada en una tasa de crecimiento de 3.5% anual del PIB y en un comportamiento industrial también conservador, inferior al de los otros escenarios.

Conviene anotar que la dinámica económica supuesta en este documento para los escenarios esperado y medio en el periodo de pronóstico es de 5.4% de crecimiento real anual del PIB, que es ligeramente mayor a la de 5.1%, supuesta en el escenario de planeación del año pasado. Esta revisión se funda en la importante y rápida reactivación de la economía, sobre todo de la industria, por efecto tanto del crecimiento de las exportaciones, como de la recuperación del mercado interno. Justamente por esta reactivación industrial, que parece corresponder a un cambio estructural de la economía, la sensibilidad implícita en los escenarios esperado y medio se basa en las diferentes hipótesis de comportamiento industrial antes indicadas.

Por otra parte, en materia demográfica se supone un crecimiento poblacional promedio anual de 1.4% durante la década, en concordancia con los nuevos datos y previsiones oficiales del Consejo Nacional de Población (CONAPO). Asimismo, se supone un aumento del número de viviendas a razón de 2.6% anual en los escenarios esperado y medio, y de 2.5% en el conservador, tasas que resultan levemente superiores a las del año pasado, 2.2% y 2.1% respectivamente, como consecuencia de la mejoría en las expectativas económicas.

Además, como expresión de esta mejoría, se considera una evaluación de la capacidad adquisitiva de la población y de las empresas, que se toma en cuenta en el diseño de las alternativas futuras de la demanda.

Similarmente, se consideran razonables tres trayectorias del nivel tarifario con crecimientos reales anuales cercanos al 3.0%. En los tres casos, se supone que se conserva el nivel actual de la relación precio/costo en los sectores comercial, industrial y de servicios, lo que implica crecimientos reales anuales de los precios sectoriales

similares al crecimiento de costos. Asimismo, en los tres casos se supone una mejoría en la relación precio/costo en los sectores residencial y agrícola, por ser estos los que concentran actualmente el subsidio. En el escenario esperado, esta recuperación se retrasa y comienza hasta el año 2001. No obstante, en ningún caso se logra el equilibrio total del precio medio global con respecto a sus costos.

A los resultados globales de estimación de la demanda nacional de energía eléctrica se resta la energía que se autoabastece en los términos de las modalidades comprendidas en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) y su reglamento. En 1996 la energía autoabastecida fue del orden de 8.8 Terawatts - hora (TWh), el 6.7% de una demanda nacional de 130.4 TWh, de los cuales Pemex representó cerca del 60%. El autoabastecimiento permanece relativamente constante en los escenarios esperado y medio; sin embargo, disminuye un poco en el escenario conservador, como consecuencia de la diferente evolución económica. Así, el pronóstico para la próxima década asume que esta demanda autoabastecida crecerá al 8.8% anual en los escenarios esperado y medio, y cerca de 7.0% en el escenario conservador.

Como resultado de estos supuestos, de la consideración de las tendencias tecnológicas sectoriales - como son la optimización en el uso residencial de electricidad con los nuevos equipos de iluminación y los nuevos electrodomésticos, o la evolución decreciente de la intensidad eléctrica en la industria, que se vincula al cambio técnico en los equipos de bombeo e industriales (y al considerar también el ahorro que representará según los resultados de 1997, la aplicación del horario de verano), se obtuvieron los tres escenarios de mercado futuro, con las siguientes características generales:

1. *El esperado*, que resulta en una tasa media de crecimiento anual, de la energía eléctrica requerida (ventas) para consumo nacional del 5.5% con un intervalo de confianza de 80 %, que corresponde a rango de crecimiento del 5.3% hasta el 5.8%.

2. *El medio*, con una tasa de crecimiento de las ventas de un orden del 5.2% con un intervalo de confianza de 80%, con variación de crecimiento del 5.0% al 5.4%.
3. *El conservador*, en el que el crecimiento anual medio sería del orden del 4.2% con intervalo de confianza de 80% y tasas de 4.0% y 4.4%.

El abasto de la demanda de energía eléctrica, a la que ya ha sido restada la parte abastecida por la autogeneración, la cogeneración y la pequeña producción, será responsabilidad tanto de CFE como de LFC. En la generación de la energía eléctrica necesaria para el suministro podrán participar tanto los productores independientes que ganen los concursos, así como los autoabastecedores con los excedentes que adquieran CFE y LFC, en los términos de la LSPEE y su reglamento.

Así con base en estos supuestos, en sus implicaciones y en los datos más recientes del mercado eléctrico, se ha determinado tomar como base de planeación de la expansión de la capacidad el “*escenario esperado*”, que prevé un intenso dinamismo económico para el período de pronóstico, una mayor tasa de expansión y de participación de la industria en la economía, en particular de las ramas con uso intensivo de electricidad, y, con ello, un mayor dinamismo de la demanda industrial de energía eléctrica.

Con el escenario de planeación seleccionado se estiman que las ventas serán de 153.2 TWh en el año 2000, con una tasa media anual de 6.0% entre 1997 y el año 2000; mientras que en el 2006 sumarán 208.2 TWh, con una tasa media de 5.2% para el período 2001 a 2006. Entre 1997 y 2006 se registrará una tasa media anual del 5.5%, mientras que los valores extremos de la banda, al 80% de confianza en el año 2006, serán de 203.7 y 212.8 TWh.

La clasificación sectorial del mercado eléctrico se basa en las ventas integradas por tarifas de acuerdo con la agrupación siguiente:

- \* RESIDENCIAL, para servicio doméstico.
- \* COMERCIAL, para servicio general de baja tensión, que son principalmente establecimientos comerciales, de servicios y microindustrias.
- \* SERVICIOS, para servicios de alumbrado público, de bombeo de aguas negras y potables, y servicio temporal.
- \* EMPRESA MEDIANA, para servicio general de media tensión, principalmente de establecimientos industriales medianos y pequeños, así como de comercios y servicios grandes.
- \* GRAN INDUSTRIA, para servicio general en alta tensión, constituidos en grandes establecimientos industriales e importantes sistemas de bombeo de agua potable.
- \* INDUSTRIA, suma de usuarios de empresa mediana y gran industria
- \* AGRICOLA, para bombeo de agua de riego.

**ESCENARIO ESPERADO**  
**CRECIMIENTO ANUAL DE LAS VENTAS (%)**

Sector	1987 - 1996	1997 - 2006	Intervalos de confianza al 80%
Residencial	6.6	4.4	3.7 a 5.0
Comercial	2.9	5.6	4.9 a 6.2
Servicios	1.6	2.9	1.0 a 4.6
Industrial	5.7	6.6	6.3 a 6.8
Agrícola	3.4	-0.1	-1.1 a 0.8
<b>TOTAL</b> (sin exportación)	<b>5.3</b>	<b>5.5</b>	<b>5.3 a 5.8</b>

En la segunda columna se presentan las tasas medias de crecimiento anual observadas en cada sector de consumidores durante la década anterior (1987 - 1996), en las tercera y



cuarta columnas aparecen las tasas medias de crecimiento anual estimadas para el próximo decenio y los intervalos de confianza.

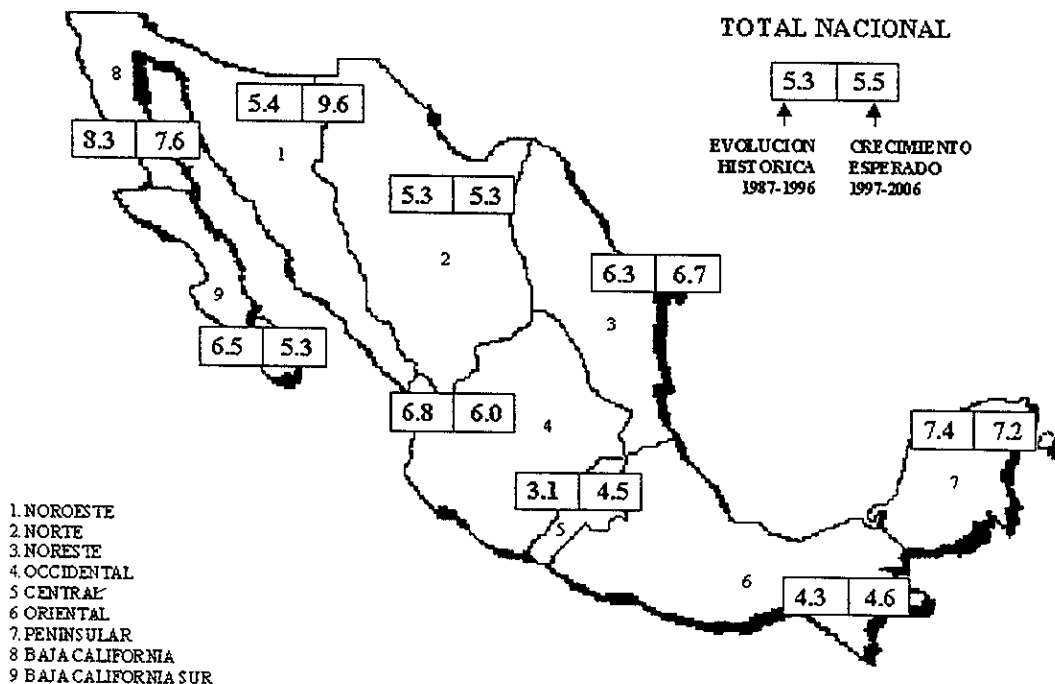
Destaca la tasa del sector agrícola, que se explica en parte por el alto nivel de consumo del año base debido a la sequía registrada, y cuyo efecto, se estima, reduce un punto porcentual la tasa esperada. Otro factor determinante en este resultado es el efecto de la recuperación del nivel de precio real, que tiende a moderar la expansión del sector. En este punto conviene señalar que la superficie irrigada por bombeo eléctrico se estima representa alrededor del 10% de la superficie sembrada total, que incluye el riego por gravedad y las zonas de temporal.

Simultáneamente y en coordinación con el análisis de las ventas totales, se realiza un estudio del mercado eléctrico que tiene por objeto determinar las necesidades de capacidad y energía a nivel regional. Los resultados de este estudio permiten establecer la magnitud, la localización de la capacidad de generación y las subestaciones, así como las líneas de transmisión requeridas.

Para el estudio regional del mercado eléctrico, el país se divide en 115 zonas y 12 pequeños sistemas aislados, 6 de los cuales reciben energía de importación. Las zonas a su vez se agrupan en 9 áreas del sistema eléctrico. En la figura se ilustra las 9 zonas y el crecimiento anual promedio de las ventas de cada área, para las cifras históricas del período 1987 - 1996 y para la proyección de 1997 - 2006, en el escenario esperado.



### CRECIMIENTO ANUAL DE LAS VENTAS (%)



En el estudio regional del mercado eléctrico, la demanda se clasifica en dos categorías:

- a) El desarrollo normal, el cual depende en gran medida del crecimiento demográfico regional y corresponde a los usuarios residenciales, comerciales y servicios con demandas individuales relativamente pequeñas.
- b) Las cargas importantes que son aquellas que tienen una demanda de potencia mayor a 1 MW y corresponden en su mayoría al sector industrial.



El procedimiento de pronóstico consiste en proyectar, para cada zona, las ventas de energía eléctrica a los usuarios de desarrollo normal y los de las cargas importantes. Para cada una de las zonas se cuenta con cifras históricas de las ventas anuales de energía eléctrica y de la demanda máxima anual de potencia.

Las ventas de energía a los usuarios de las cargas importantes se estiman a partir de la información proporcionada en las solicitudes de nuevos servicios y a través de las encuestas anuales que la CFE realiza con este propósito.

#### **D) JUSTIFICACIÓN DE LA PARTICIPACION PRIVADA**

Como elemento estratégico de la recuperación de la economía mexicana y de la consolidación de ésta en un proceso de crecimiento sostenido, sólido, dinámico y sustentable, México promueve el desarrollo de la industria eléctrica para cumplir los objetivos de generar y suministrar al menor costo posible la energía necesaria para satisfacer los requerimientos de una demanda creciente.

Las exigencias de crecimiento de la economía mexicana responden a las necesidades propias del país y a su inserción eficiente en el proceso de globalización, en un contexto de mercados interdependientes y de creciente competencia. La participación de México en regímenes de libre comercio y sus vinculaciones económicas y de cooperación multilateral con América Latina, América del Norte, la cuenca del Pacífico y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), entre otros obligan a un esfuerzo en el mejoramiento de los programas de desarrollo de la infraestructura para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

El desarrollo del sector eléctrico en México requerirá de inversiones crecientes. Los supuestos de crecimiento económico, acordes con el Programa Nacional de Financiamiento del Desarrollo 1997 - 2000 (PRONAFIDE), permiten prever que la capacidad de generación deberá crecer de los 34,791 MW, instalados en diciembre de



1996, a 46,896.2 MW, en el año 2006. De esta forma se requerirá la suficiente infraestructura para trasladar 12,105.2 MW desde los centros de generación hasta los diversos puntos de consumo.

Mediante el establecimiento y operación progresiva de un mercado de electricidad, se pretende consolidar una industria eléctrica más moderna y eficiente, así como fomentar la inversión de los particulares en la generación, transmisión y distribución de la electricidad, aprovechando así, los recursos para llevar a cabo programas sociales.

A fin de proporcionar certidumbre a los industriales e inversionistas potenciales con respecto a las perspectivas de recuperación de los recursos financieros se han realizado modificaciones a diversos lineamientos como son los acuerdos para ajuste de tarifas, modelos de compraventa de excedentes de energía eléctrica y se flexibilizó los requerimientos de participación para concursos de generación y transmisión de energía eléctrica.

Estas modificaciones dieron lugar a un marco atractivo para la inversión de capitales privados, logrando con ello: los recursos financieros necesarios para poder satisfacer la demanda de energía; emplear los recursos otorgados a la CFE en una mayor cantidad de proyectos, alcanzando sus metas en un menor tiempo; la generación de empleos y la reactivación de las zonas de consumo, evitando el estancamiento, principalmente en el sector industrial.

El proyecto de la Línea de Transmisión Tuxpan – Texcoco es parte del proceso que inició en 1995, bajo la política del atraer capitales privados a obras de generación y transmisión de energía eléctrica para satisfacer la demanda esperada para el año 2006.

## ESQUEMA 2.1.- CAPACIDAD EFECTIVA POR AREA (MW)

A r e a	H i d r o e l é c t r i c a	Hidrocarburos			C · i n t e r n a	D u a l	C a r b o e l é c t r i c a	G e o t e r m o e l é c t r i c i c a	N u c l e o e l é c t r i c a	T o t a l
		C o n v e r t i d o r i a l	C i c l o C o m b i n a d o	T u r b o g á s						
Noroeste	941	2,162		155						3,258
Norte	28	1,074	200	253						1,555
Noreste	118	1,685	378	170			2,600			4,951
Occidental	1,797	3,508	218			2,100	88			7,711
Central	1,902	2,474	482	374						5,232
Oriental	5,248	2,217	422	43			38	1,309		9,277
Peninsular		442	212	402	1					1,057
Baja Calif.		620		177			620			1,417
Baja Calif. Sur		113		96	75					284
Zonas Aisladas				5	45					50
Total	10,034	14,295	1,912	1,675	121	2,100	2,600	746	1,309	34,792

## PROCESO DE LICITACION

### A) DESCRIPCIÓN

Las bases de la licitación fueron dadas a conocer mediante una convocatoria publicada en el Diario Oficial de la Federación. El objetivo de este procedimiento es el de celebrar un contrato de fideicomiso irrevocable en el cual se estipula que la empresa ganadora constituirá una sociedad específica a construir en beneficio del fideicomiso una línea de transmisión de 400 kv de 238 km de longitud ubicada en los estados de Veracruz, Puebla y Edo. de México. Esta sociedad funcionará como fideicomitente.

Una vez construida la línea de transmisión, se le dará posesión y el derecho a explotar las mismas a la Comisión Federal de Electricidad, en su carácter de fideicomisaria, por un periodo de 7 años como mínimo, durante el cual la Comisión realizará pagos trimestrales en favor de la Sociedad.

Concluido dicho periodo y contra la realización de los dos últimos pagos trimestrales, la propiedad de la línea de transmisión será transmitida a la Comisión en los términos del Contrato de Fideicomiso. El monto de los pagos trimestrales serán determinados y la propuesta ganadora de la Licitación.

Los licitantes pueden ser personas físicas, morales, consorcios o sociedades. Para los consorcios o sociedades se deben cumplir las siguientes condiciones:

1. Presentar una sola propuesta por consorcio o sociedad, como un solo licitante.
2. Cada uno de estos grupos debe tener entre sus miembros un representante común con facultades suficientes para obligar a su representado.

3. Todos los integrantes del consorcio o sociedad deben firmar la carta compromiso de la licitación, en caso de no cumplir las obligaciones establecidas en la Carta Compromiso, la Comisión podrá hacer efectivo el monto total de la Garantía de la Propuesta.

La Propuesta y cualquier correspondencia o documentos relacionados con la misma deberán estar redactados en idioma español, y cuando se trate de documentos originales redactados en un idioma diferente al español, deberán ser presentados acompañados de su traducción fiel al idioma español, y avalados por un perito traductor.

Con relación a las visitas a los sitios, y las juntas de aclaraciones, la Comisión ha implantado los siguientes lineamientos.

1. Los interesados deberán acudir a visitar los sitios en donde construirán la línea de transmisión, así como a las juntas de aclaraciones, de tal manera que, por sí mismos y bajo su responsabilidad, obtengan toda la información que pudiera ser necesaria para la preparación de la Propuesta.
2. La Comisión organizará una visita guiada a los sitios, en la cual los interesados deberán reunirse con los representantes de la Comisión el día, a la hora señalada y en el punto de encuentro preestablecido.
3. La Comisión preparará el acta de la visita en la que los interesados podrán manifestar lo que a su derecho convenga. Dicha acta deberá ser firmada por los representantes de la Comisión y por cada uno de los interesados que estén presentes, los costos y riesgos de las visitas serán asumidos por cada interesado.
4. Los interesados podrán realizar visitas posteriores por su cuenta, previa autorización de la Comisión y en las fechas y horas que ésta les indique.
5. La Comisión recibirá las preguntas y comentarios para las Juntas de Aclaraciones. Dichas juntas tienen el objetivo de dar respuesta a las dudas, preguntas y sugerencias de los interesados.



6. La Comisión se reserva el derecho de limitar el número de representantes de cada interesado para las visitas a los sitios y a las Juntas de Aclaraciones.
7. La inasistencia de algún interesado a la visita guiada y/o a las Juntas de Aclaración, no lo revelará de la aceptación de las obligaciones que de ellas se deriven.

Cada licitante deberá de presentar una sola Propuesta dividida en dos partes:

- 1 Propuesta Técnica
2. Propuesta Económica

I. La Propuesta Técnica se compondrá de:

- a) Documentos legales e información general
- b) Información técnica
- c) Garantía de la Propuesta
- d) Modelo de Contrato de Fideicomiso

*a.1) Documentos legales*

- Declaración por escrito y bajo protesta de decir la verdad de que el licitante es proveedor o contratista
- Testimonio o copia certificada que acrediten la personalidad de las personas que firmen la Propuesta, incluye la carta Compromiso y el contrato de Fideicomiso en su representación, y carta poder simple de los representantes del licitante que asistan a la apertura de las Propuestas.
- Manifestación por escrito de conocer los sitios, así como de haber asistido o no a las Juntas de Aclaraciones.

*a.2) Información general*

- Nombre, dirección, teléfono y número de fax.

- En caso de personas morales, copia certificada por Federatario Público del testimonio de su escritura constitutiva. Asimismo información relevante que demuestre su condición financiera, incluyendo estados financieros auditados por un auditor externo, correspondientes a los dos últimos ejercicios fiscales, demostrando que cuenta con un capital contable mínimo de 10 millones de dólares o su equivalente en cualquier moneda.
- En caso de personas morales, un documento que describa su organigrama y estructura accionaria así como el organigrama y estructura accionaria que adoptará la sociedad. Para los Consorcios, se requiere de un documento que describa la estructura de las personas morales que participan en el consorcio y el papel que desempeña cada una de ellas, señalando tenencia accionaria que cada persona tendrá en la sociedad.

*b) Información Técnica*

- Declaración por escrito y bajo protesta de decir la verdad de que el licitante, sus accionistas o miembros estén desarrollando algún proyecto de transmisión con la Comisión teniendo un atraso imputable a dichas personas , de mas de 120 días calendario en el cumplimiento de sus obligaciones
- Testimonio o copia certificada que acrediten la legalidad de las personas que firmen la Propuesta, incluye la Carta Compromiso, el contrato de Fideicomiso en su representación, y carta poder simple de los representantes del licitante que asistan al acto de apertura de las Propuestas
- Manifestación por escrito de conocer los sitios, así como de haber asistido o no a las juntas de aclaraciones.



*c) Garantía de la propuesta*

- Cada licitante deberá otorgar una garantía como parte de la Propuesta, utilizando para tal efecto una carta de crédito con valor de un millón setecientos mil dólares de los E.U.A. (US\$ 1,750,000.00) y con una vigencia de 180 días calendario , la cual tiene como objeto asegurar la seriedad de la Propuesta y podrá hacerse efectiva en los siguientes casos de :
  - ◊ Si el licitante retira su propuesta durante el periodo de validez de la misma.
  - ◊ Por incumplimiento del licitante ganador
- La Garantía de la Propuesta será devuelta en la fecha del dictamen técnico a los licitantes cuya Propuesta sea declarada “No Solvente Técnicamente”, y en la fecha del fallo a los licitantes cuya Propuesta hubiere resultado ganadora, salvo al licitante cuya Propuesta hubiese quedado en segundo lugar La Garantía de la Propuesta del Licitante que quedó en segundo lugar, será devuelta en la fecha de firma del contrato de fideicomiso del licitante ganador.

*d) Modelo del contrato del Fideicomiso.*

Las propuestas deberán permanecer vigentes por 180 días calendario a partir de la fecha límite par la presentación de las mismas. Cualquier Propuesta con período de vigencia menor será desechada por la Comisión.

El licitante deberá tomar en cuenta que:

- Por lo menos el 25 % del costo total de ingeniería de detalle, suministro y construcción debe ser de origen mexicano.
- Las relaciones laborales deberán convenirse con el Sindicato Unico de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM).

El licitante deberá indicar cuales son los conceptos que conforman la parte nacional, así como el monto en dólares de la participación nacional de dichos conceptos y por último el porcentaje que representa la integración nacional respecto al monto total del contrato de ingeniería, suministro y construcción.

La verificación del grado de integración nacional garantizado en la propuesta lo hará la Comisión durante la ejecución del proyecto, a través de la revisión de los documentos relacionados con la procuración, mediante la supervisión de las obras. Las penas convencionales por incumplimiento del grado de integración se aplicarán sobre el diferencial entre el valor real demostrado y el exigido por la Comisión

En circunstancias excepcionales, la Comisión podrá solicitar a los licitantes una ampliación del período de vigencia de las Propuestas. La solicitud y la respuesta deberán hacerse por escrito. La Garantía de la Propuesta suministrada deberá ser ampliada en igual término que la vigencia de la Propuesta, en caso de que cualquier licitante no amplíe el periodo de vigencia de su propuesta y de la garantía de la propuesta correspondiente conforme a lo anterior será descalificado, mas no se le hará efectiva la garantía de la Propuesta.

#### *Primera Etapa: Propuesta Técnica*

El objetivo de las propuestas Técnicas consiste en calificar las mismas sobre las bases de “Solvente Técnicamente” o “No Solvente Técnicamente” para que las propuestas puedan pasar a la segunda etapa de evaluación.

La evaluación de las Propuestas Técnicas consiste en la verificación de las características de los equipos y materiales ofertados, sus fabricantes, sus cantidades, y los programas de ejecución del proyecto, construcción y pruebas, así como los recursos a utilizar.

Será necesario recibir la calificación de “Solvente Técnicamente” para que las Propuestas puedan pasar a la Segunda Etapa de la evaluación.

Las propuestas técnicas serán rechazadas si:

- No cumplen con lo requerido en las bases de licitación.
- El licitante no demuestra contar con la experiencia requerida para la ejecución de obras.
- El licitante incluye en su propuesta equipos de fabricantes que no aparezcan en el documento “Listados de Proveedores Aprobados” emitido por LAPEM con la categoría de “Proveedor Aprobado”
- El programa de ejecución propuesto no sea factible de realizar con los recursos considerados en el plazo de ejecución solicitado.

#### *Segunda Etapa: Propuesta Económica*

Solo aquellas propuestas que cumplan con los requisitos técnicos solicitados en las bases de licitación y sean declaradas “Solventes Técnicamente” en la primera etapa del procedimiento de evaluación, pasarán a esta segunda etapa.

Para propósitos de evaluación se considerará lo siguiente:

- Para el cálculo del valor presente se tomará exclusivamente los flujos que surjan de los pagos trimestrales ofertados.
- Tasa de descuento nominal trimestral de 3.75 %
- El periodo que se tomará en cuenta para evaluación será el comprendido entre la fecha de presentación de las Propuestas y la fecha de vencimiento del Contrato

- Los pagos se realizan al final de cada trimestre.
- La evaluación será hecha en Dólares y en moneda nominal.

### **Evaluación, Comparación de propuestas y adjudicación**

La Comisión emitirá un dictamen que servirá como fundamento para emitir el fallo en el que hará constar el análisis de las propuestas admitidas, señalando cuál de las propuestas resultó la ganadora y cual quedó en segundo lugar, haciendo mención a las desechadas. Asimismo, en el acto del fallo la Comisión notificará a cada licitante cuya Propuesta no hubiese sido declarada como “Solvente” las razones por las cuales su Propuesta fue desechada.

La Comisión adjudicará el Contrato de Fideicomiso a favor del Licitante que haya cumplido con los requisitos para participar en la licitación, haya reunido las condiciones legales, económicas y técnicas requeridas por la Comisión y que haya garantizado satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones derivadas del Contrato de Fideicomiso y cuya propuesta ofrezca el menor valor presente de los Pagos Trimestrales calculado.

La Comisión llevará a cabo una junta pública en la que se dará a conocer el Fallo que adjudique el Contrato al ganador de la Licitación. Podrán asistir a esta junta pública todos los licitantes. Dentro de los 30 días calendario siguientes a la fecha de adjudicación, la Comisión publicará en el Diario Oficial de la Federación y en un periódico de circulación nacional, el nombre del licitante ganador.

### **Causas de anulación de las propuestas**

- 1 El no satisfacer cualquiera de los requisitos señalados en la Convocatoria o en las Bases de Licitación.

2. La presentación de información falsa dentro de la Propuesta.
3. La comprobación de que algún licitante ha acordado con otro u otros elevar los precios ofrecidos o desvirtuar en cualquier otra forma los propósitos de la licitación.
4. Los actos o intentos de influir en la evaluación de las Propuestas a través de servidores públicos o asesores de la Comisión.

#### **Causas para declarar desierta la licitación.**

- 1 Ninguna persona adquiere las Bases de Licitación.
2. No se recibe propuesta alguna
- 3 Todas las Propuestas recibidas hayan sido descartadas.
4. Los precios de todas las Propuestas fueren inaceptables para la Comisión.

### **B) ESQUEMA DEL PROYECTO**

Existen diferentes tipos de financiamientos, en el caso particular de obras de infraestructura, el Gobierno maneja un tipo de parámetro legal que le permita ceder los derechos de la elaboración de un proyecto a una compañía privada, a esta cesión de derechos se le denomina *esquema*.

El esquema trae consigo beneficios para ambas partes, por un lado la construcción de obras de infraestructura incrementan el desarrollo nacional, tanto en la creación de empleos, así como el crecimiento económico a nivel nacional. Por otro lado, la IP tiene la oportunidad de invertir su dinero en proyectos que le aporten utilidades atractivos al inversionista.

Existen diferentes tipos de esquemas, las cuales dependen del tipo de proyecto, las fases del proyecto a realizar, la forma de recuperar la inversión y la manera de entregar el proyecto. Por ejemplo existen esquemas tipo “Llave en Mano” (Turn key) donde una sola

empresa tiene dos o más fases de un proyecto; otro tipo es el BOT (Built, Operate and Transfer) Construir, Operar y Transferir; el BLT ( Build, Lease & Transfer) Construir, Arrendar y Transferir; el RAOT, Rehabilitar, Ampliar, Arrendar y Transferir; el RAOM, Rehabilitar Ampliar, Arrendar y Mantener; etc. Todos estos mecanismos permiten al Gobierno realizar obras de infraestructura con dinero de la IP.

Para el proyecto de Líneas de Transmisión Tuxpan - Texcoco, se eligió el plan denominado BLT ( Build, Lease & Transfer) o Construir Arrendar y Transferir. En este plan participa una empresa del sector privado, que puede consistir de varios grupos (constructor, proveedor de equipo, etc.) los cuales construyen el proyecto y lo arrienda al Gobierno o a una empresa estatal , en este caso la CFE, por un periodo suficiente para amortizar los costos de la construcción y generar rendimientos satisfactorios, al final del cual se transferirá al Gobierno o empresa estatal, usualmente a precio nominal.

A parte de la construcción, el papel fundamental del sector privado es conseguir el financiamiento a través de su propia inversión y créditos de instituciones financieras. La fuente de repago es una renta preestablecida (lease payment) que otorga el Gobierno al sector privado durante un tiempo definido. Este tipo de convenio es muy utilizado por la CFE.

La mayor parte de los proyectos BLT se fondean a través de instituciones financieras extranjeras, las cuales generalmente apoyan a las actividades de infraestructura. Algunas fuentes de financiamiento son: El Banco Mundial a través del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, La Agencia Internacional de Desarrollo o La Corporación Financiera Mundial; también se encuentran El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y El Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), entre otros.

Los créditos se pueden amortizar de diferentes maneras:

- Pagos Totales Iguales (Lease PAYMENT)
- Pagos de Principal Igual
- Esquema de Pagos tipo Creciente.

Al monto del crédito se le debe sumar diferentes comisiones por: apertura , disposición, toma en firme, saldo insoluto, entre otras.

El BLT es un método de financiamiento para construir proyectos de infraestructura sin la responsabilidad directa de las tecnologías aplicadas y los riesgos financieros que corre un inversionista. La clave de realizar un proyecto rentable bajo estas características depende fundamentalmente en que el inversionista identifique los riesgos del proyecto para que pueda idear una solución y le ofrezca al Gobierno la mayor cantidad de garantías posibles

Es claro que a los gobiernos no les gusta correr riesgos y mucho menos dar garantías financieras que aseguren al inversionista utilidades excesivas o altísimos rendimientos. Para que la propuesta del inversionista sea atractiva al Gobierno, éste debe de ofrecer garantías que cubran los riesgos de cumplimiento, sobrecosto, operación y financiamiento. El inversionista, al mismo tiempo, debe de identificar y tratar de minimizar al máximo los posibles riesgos que impacten la rentabilidad del proyecto, sin dejar de otorgar las garantías que el Gobierno requiere.

Para que una propuesta de BLT sea aceptada por el Gobierno, ésta debe cumplir con ciertas características, como son:

- 1 *El bajo costo:* Los cargos financieros y los intereses del financiamiento del proyecto deben ser bajos. Esto generalmente implica que el análisis incluya préstamos de poco monto para disminuir el pago de los intereses.

2. *Credibilidad*: El proyecto depende de una planeación financiera eficiente y un estudio profundo realizado por banqueros respetables. El plan debe de contener el alcance técnico y sus pretensiones del proyecto.
3. *Riesgos mínimos financieros para el Gobierno*: El plan debe de incluir la inversión mínima posible para el Gobierno, esto quiere decir que entre menos invierta el Gobierno, la propuesta será más atractiva.
4. *Minima carga en la capacidad de endeudamiento en la rentabilidad del proyecto*: Esto requiere de maximizar la rentabilidad del proyecto, minimizando los riesgos de refinanciamiento.





## PROCESO CONSTRUCTIVO LINEA TUXPAN -TEXCOCO

El proyecto consiste en el diseño y construcción de la línea de transmisión de energía eléctrica de 238 km. de longitud en circuito y capacidad nominal es de 400 kv. Con cables conductores de aluminio reforzado con alma de acero (ACSR), dos cables de acero galvanizado soportados en 442 estructuras, de altura variable (22 a 47 m) de acuerdo a las Normas del Instituto de Investigaciones Eléctricas.

El proceso constructivo de la línea se divide en:

- Trazo y derecho de vía.
- Cimentación.
- Transporte y colocación de la torre.
- Cableado.

### *CAMINOS DE ACCESO*

Para llegar a las zonas donde se encuentran las torres de teletransmisión, es necesario la construcción de caminos de acceso, con el fin de transportar el personal, la maquinaria y los materiales necesarios para ejecutar los trabajos de la construcción de la línea. Estos caminos deben de ser seguros y económicos, por lo cual generalmente son terracerías, por lo general se emplean los caminos ya existentes para aproximarse lo mas posible a la zona en cuestión y a partir de ahí construir el camino de acceso.

Los caminos se construyen de acuerdo con lo indicado con las especificaciones de construcción y respetando los Reglamentos de Ecología vigentes. Además deben de mantenerse en condiciones aceptables durante toda la construcción de la línea, por lo que se requiere de un mantenimiento constante, tanto de los caminos existentes como de las terracerías



Los caminos de acceso son construidos generalmente dentro del ancho de brecha indicado por C.F.E , y tienen como mínimo un ancho de corona de 3 metros. Algunos de los caminos cuentan con sistema de drenaje, cunetas, contracunetas, alcantarillas, etc. Se procura respetar al máximo los cultivos, y en caso de que éstos sean dañados, se les paga una indemnización a los propietarios.

Para esta actividad se cuenta con un frente especializado en buscar los caminos existentes que se aproximen lo mas posible al lugar donde se encuentran las estructuras, para posteriormente en caso de ser necesario reconstruir el camino o construir una vía de acceso que perjudique lo menos posible al ecosistema y a los predios, para lo cual utilizan camiones de volteo, tractores y camionetas, según se requieran. El material producto de esta actividad es retirado y trasladado a lugares ya predestinados.

## **A) TRAZO Y DERECHO DE VIA**

### ***1.- TRAZO***

Para realizar este trabajo es necesario que la Comisión Federal de Electricidad tenga la liberación oportuna del derecho de paso en la trayectoria de la línea de transmisión, la autorización para realizar los cruzamientos de las diferentes vías de comunicación existentes, así como la obtención de todos los permisos federales, estatales y municipales para la apertura de brecha y la construcción.

El levantamiento topográfico es la actividad que se desarrolla para comprobar que la información contenida en los planos topográficos del proyecto es la correcta. En caso de que existan desviaciones en los planos que afecten las características del proyecto, éstas son reportadas a C F E., con el objeto de aplicar oportunamente las correcciones necesarias para evitar contratiempos, que pongan en riesgo el programa de ejecución del proyecto

Para la localización de los sitios en que deberán instalarse las estructuras en el terreno se emplea un sistema de señalización a base de mojoneras, y estacas. La mojonera es un elemento de concreto prefabricado de forma piramidal, en cuyo centro se encuentra una varilla, la cual indica el punto exacto en cuestión. Para este proyecto la mojonera debe de estar pintada con algún color característico además de contener los siguientes datos:

- Número de la estructura
- Ubicación del sitio de la estructura (cadenamiento)
- Tipo y nivel de la estructura
- Indicación del rumbo para las ciudades de Tuxpan o Texcoco.
- En los puntos de deflexión se debe indicar el valor del ángulo y su dirección

A partir del centro de cada estructura (la mojonera instalada) el topógrafo efectuará las mediciones diagonales, mejor conocidas como sección en cruz, las cuales son representaciones gráficas del sitio donde se ubicará la estructura para obtener datos planimétricos y altimétricos, los cuales van a servir al diseñador para determinar las extensiones que se instalarán en cada pata de la estructura y para determinar los ejes de las excavaciones.

Al efectuar los trabajos de localización, el topógrafo debe verificar que no haya errores u omisiones en el levantamiento topográfico; que el sitio señalado por el diseñador sea adecuado para instalar la estructura; realizar el desmonte o brecha topográfica que le permitan visualizar los puntos de referencia; además de la opción de relocalizar las estructuras cuando las necesidades del proyecto así lo determinen, con el fin de facilitar el proceso de construcción ó para mejorar la confiabilidad de la línea.

También debe medirse la resistividad eléctrica del terreno, información que va servir al diseñador para efectuar el diseño del sistema de tierras de la línea de transmisión.

Las tolerancias en la localización de las estructuras oscila en más menos 3 m en tangentes sobre el eje de la línea y más menos 10 mm perpendiculares respecto a dicho eje,

manteniendo siempre la trayectoria original. En estructuras con deflexión no se admiten tolerancias.

## 2.- DERECHO DE VIA

El derecho de vía es la franja de terreno por donde va a pasar la línea de transmisión. Los objetivos del derecho de vía son: disponer del área bajo las líneas, que permita su adecuada operación con la máxima confiabilidad, facilitar su inspección y mantenimiento con las mínimas interferencias, proporcionar la seguridad necesaria a los residentes que se ubiquen en la vecindad de los conductores, para evitar la posibilidad de accidentes, debido a una descarga eléctrica mortal por contacto directo, o por fenómenos de inducción.

Dentro del área que ocupa el derecho de vía, no deben existir obstáculos ni construcciones de ninguna naturaleza pudiéndose aceptar vialidades y áreas verdes que no contengan árboles, con previa autorización técnica y jurídica de la Comisión Federal de Electricidad.

El ancho del derecho de vía está integrado por el doble de la suma de las siguientes distancias:

- La separación horizontal mínima eléctrica de seguridad
- Proyección horizontal de la flecha del conductor y de la longitud de la cadena de aisladores en suspensión.
- del eje de la estructura al conductor extremo en reposo.

Estos parámetros varían de acuerdo con: la tensión eléctrica nominal, el calibre del conductor, la magnitud de la presión del viento, el tipo de estructura, la zona en que se localice y la altitud respecto al nivel medio del mar en que se ubique

Para efectuar el cálculo del derecho de vía requerido, se considerará la zona en la que se encuentre la línea aérea: derecho de vía en *zona urbana*, o en *zona rural*. Además de considerar el tipo del tipo de terreno por donde pasa la línea puede ser: *terreno plano* o *terreno con lomerío o montañoso*.

La separación horizontal de los conductores a la superficie de edificio, construcciones, anuncios, chimeneas, antenas, tanques de agua, árboles o cualquier otro obstáculo no debe ser menor a 4 m. Cuando los edificios pasen de 3 pisos ó de 15 m de altura, se recomienda que entre el conductor energizado mas cercano al edificio, se deje un espacio libre de cuando menos 1.80 m adicional a los 4 m., con objeto de facilitar la colocación de escaleras en caso de incendio.

El terreno plano, en el que la longitud de los claros es aproximadamente igual, el ancho del derecho de vía calculado o seleccionado debe ser aplicado a todo lo largo de la línea. En terrenos con lomerío y/o montañoso debe procurarse un ancho de vía uniforme a lo largo de la línea .

En terrenos con pendiente longitudinal al eje del trazo topográfico o de la línea, el ancho del derecho de vía se debe de medir como si se tratara de terreno plano. En terrenos con pendiente transversal al eje de la línea, el ancho del derecho de vía corresponde a la proyección horizontal del terreno, es decir, la dimensión a medir sobre el terreno, debe ser la que resulte de dividir, el ancho calculado del derecho de vía, entre el coseno del ángulo de inclinación del terreno respecto a la horizontal.

En áreas de cultivos costosos como café, árboles frutales, ecosistemas frágiles, etc., o bien terrenos urbanos con serios problemas para la obtención del derecho de vía, es factible aplicar, previo estudio técnico económico una o mas de las siguientes medidas, con el objeto de reducir el ancho necesario para el paso de la línea.

1. Aislar los conductores de baja tensión.
2. Instalar contrapesos en los puntos de soporte oscilantes de los conductores.

3. Limitar la oscilación transversal de los conductores por medio de aisladores en “V”.
4. Modificar la disposición vertical de los conductores.
5. Reducir la flecha, incrementando la tensión mecánica de los cables.
6. Reducir la longitud de los claros.
7. Cambio de trayectoria del trazo original de la línea.
8. Estructuras cuidando libramientos mínimos de seguridad vertical.
9. Cambio de tipo de estructura.

La forma de constituir el derecho de vía de las líneas de conducción de energía eléctrica, puede variar de acuerdo al régimen de tenencia de la tierra de los terrenos que se requieran para tal efecto, el área encargada de la ejecución del proyecto debe obtener la adquisición de los derechos de vía en los terrenos donde se construirá la línea, entregando la documentación respectiva que los ampare al terminar de construir la obra.

El derecho de vía de las líneas de transmisión de energía eléctrica pueden establecerse en bienes inmuebles propiedad de los particulares a través de:

1. Instituciones de derecho público, como la expropiación, limitación de dominio e imposición de modalidades a la propiedad. La expropiación se puede tramitar en la vía federal ante la Secretaría de Desarrollo Social o en la vía local ante la autoridad competente del estado que se trate
2. Actos regulados por el derecho privado, como el testamento y los contratos de compraventa, donación, servidumbre de paso y permuta.

Actualmente, la Ley Agraria permite que el derecho de vía de las líneas de transmisión de energía eléctrica se pueda establecer mediante:

1. Instituciones de derecho público, como la expropiación, limitación de dominio e imposición de modalidades a la propiedad, que deben gestionarse ante la Secretaría de la Reforma Agraria.
2. Actos regulados por el derecho privado que no impliquen la transmisión del dominio de la tierra, como los contratos de servidumbre de paso, arrendamiento y comodato. Dichos contratos se celebran con el ejido o comunidad, excepto que se trate de tierras parceladas, en cuyo caso, podrán firmarse con los titulares de las parcelas.
3. Actos regulados por el derecho privado que impliquen la transferencia de la propiedad de la tierra, como los contratos de compraventa y permuta, que sólo podrán celebrarse hasta que se adquiera el dominio pleno sobre las parcelas, como lo indica la Ley

Para la conservación del derecho de vía , es necesario una serie de medidas que permitan que permitan conservarla y mantenerla en condiciones tales que en forma plena y permanente cumplan su función. Por lo anterior se requiere:

- Inspecciones periódicas, las cuales deben efectuarse en forma programada , en función de la importancia de la línea y del tipo de zona que cruce
- El mantenimiento se debe efectuar en la proximidad de los cables conductores, los árboles deben de ser podados para evitar que el movimiento de las ramas o de los propios conductores, puedan ocasionar fallas a tierra o entre fases. También se recomienda podar los árboles, para prever que sus ramas al desprenderse puedan caer sobre los conductores.
- La instalación de avisos en cruzamientos con vías de comunicación, así como en zonas urbanas y semiurbanas, se debe de instalar en la estructura avisos que indique el derecho de vía .

Con objeto de facilitar la selección del ancho del derecho de vía para líneas aéreas con estructuras normalizadas cuyas características de diseño son las mas usuales la C.F.E a

elaborado tablas que muestran los valores normalizados para el ancho del derecho de vía en terreno plano así como las principales características de identificación que sirvieron de base para su elaboración.

El derecho de vía para la Línea de Transmisión Tuxpan - Texcoco es de 50 metros sobre la horizontal.

Una vez que se tiene el trazo y el derecho de vía se procede a la apertura de la brecha, la cual se define como el desmonte de una franja de terreno a todo lo largo de la línea, cuyo centro coincidirá con el trazo topográfico. La brecha tiene como objetivo.

- Proteger las estructuras y conductores contra la caída de árboles o ramas que puedan ocasionar daños o fallas en la Línea.
- Permitir las maniobras de construcción durante el desarrollo de los trabajos.
- Servir para la habilitación de caminos a largo de la Línea para el transporte de personal, materiales y equipos; así como para el tendido y tensionado de cables conductores y cables de guarda.
- Proteger a los bosques, terrenos y cultivos adyacentes a las líneas, contra posibles incendios ocasionados por la caída de conductores.

Para la apertura de la brecha se emplea herramienta de tipo manual, como el machete, el serrote y el hacha; en algunos casos se emplea herramienta mecánica, la cual consiste en el uso de motosierras. El uso de productos químicos o fuego queda estrictamente prohibido. Posteriormente se remueve el producto del desmonte fuera del derecho de vía, para lo cual se puede emplear camiones o en algunos casos se puede dejar a un costado del perímetro de la línea.

En las zonas de las estructuras se desmonta una área de 50 x 50 metros, excepto en las zonas de cultivos y árboles frutales como son cítricos, café, plátanos, etc. En estos casos la C.F. E. indica el área a desmontar.



Cuando existe la necesidad de retirar alguna cerca o barda que obstruya el paso para los vehículos, es necesario pedir permiso al dueño del predio, y se procura dañar lo menos posible tanto el predio como la cerca o barda. La tolerancia para efectuar la brecha es más-menos 0.50 metros del ancho técnico fijado.

## B) CIMENTACIONES

Las especificaciones del proyecto consideran que la cimentación de todas las estructuras son empotradas en concreto y de acuerdo con las características del terreno y lo indicado en el proyecto pueden ser de los siguientes tipos:

1. Zapatas aisladas
2. Pilas
3. Ancladas en roca
4. Pilotes.

Las actividades necesarias para construir las cimentaciones de las estructuras son :

- a) Trazo de cepas
- b) Excavaciones o perforaciones en cualquier tipo de terreno.
- c) Anclajes para cimentaciones en roca
- d) Acero de refuerzo
- e) Colocación del “Stub”
- f) Cimbra metálica
- g) Colado de cimentaciones
- h) Relleno y compactación
- i) Instalación del sistema de tierras

Antes de iniciar la construcción de las cimentaciones de cada estructura se deben de realizar los estudios necesarios para determinar cual es el tipo de cimentación que se requiere, para lo cual se emplean los estudios de mecánica de suelos proporcionados por

la C.F.E. y la colaboración de algún especialista en suelos que corrobore los resultados dados por la Comisión. Además se realiza un estudio de resistibilidad del suelo para determinar el sistema de tierras.

Con los resultados obtenidos en los estudios, se procede al diseño de la cimentación en el gabinete, para lo cual se emplean hojas de cálculo que arrojan como resultado las dimensiones necesarias para la construcción de los cimientos.

a) Trazo de cepas

Esta actividad consiste en localizar y marcar en el terreno las zonas de excavación, perforación o barrenación para la construcción de las cimentaciones del proyecto. Para el trazo de las cepas, se debe considerar que el eje transversal de la estructura es normal al eje de la línea en tangente y cuando sea el caso de deflexión, deberá coincidir con la bisectriz del ángulo de deflexión.

Para su ejecución es necesario un topógrafo y dos cadeneros con equipo de topografía. Las dimensiones de las cepas varían dependiendo del tipo de torre y el tipo de terreno, por lo general oscilan entre el 1.80 m y 4.10m por lado.

b)Excavaciones o perforaciones en cualquier tipo de terreno.

Las excavaciones a cielo abierto, son las que se efectúan para alojar y desplantar las cimentaciones de las estructuras. El método de excavación varía según el tipo de terreno, por lo general se emplea retroexcavadoras pequeñas para suelos blandos y martillos y pistolas neumáticas para suelos rocosos. La altura de la excavación oscila entre los 2.75 a los 4.15 metros de profundidad.

Durante el proceso de excavación, el material producto de la misma se deposita a su alrededor, dejando cuando menos un metro libre entre los límites de la excavación y el pie del talud del material extraído, con el fin de evitar derrumbes del material al interior de la excavación. El fondo y las paredes de las excavaciones deberán quedar formando

una superficie limpia de material suelto y/o inestable. Cuando se construye sobre laderas, la profundidad de desplante de la cimentación se medirá a partir de la parte inferior del desnivel. Una vez alcanzado la superficie de desplante se cuela una plantilla de 5 cm de espesor, la cual permite desplantar la zapata sobre una superficie plana y libre de tierra.

c) Anclaje para cimentación en roca

Cuando es necesario realizar algún anclaje en roca se emplean varillas corrugadas de una pulgada, las cuales se colocan en barrenos perforados en roca sana, cuyo diámetro mínimo es de 5.2 centímetros. Los orificios son lavados con aire a presión para retirar el polvo y partículas sueltas que se encuentren dentro del barreno.

Se introduce el ancla de acero según especificaciones, dejando sobresalir un metro de la plantilla. El espacio entre el ancla y la pared del barreno se rellena con mortero de cemento y un aditivo expansor para garantizar la adherencia. Para esta actividad se emplea una barrenadora.

d) Acero de refuerzo

El acero de refuerzo está constituido por varillas corrugadas que quedarán ahogadas en el concreto después del colado y que ayudarán a éste a soportar los esfuerzos de tensión producidos por la estructura. La distribución y su diámetro dependen del tipo y tamaño de la estructura a soportar.

El habilitado de todo el acero se realiza en el almacén, de donde es transportado al sitio de la estructura deseada; si el espacio junto a la estructura es amplio, se puede armar afuera o desde el almacén y luego es colocado con ayuda de una grúa o con la misma retroexcavadora, en caso contrario se arma en el interior de la excavación bajo la supervisión de un ingeniero.



e) Colocación del “STUB”

El STUB es el primer elemento de acero galvanizado tipo “L”, cuya función es transmitir las cargas de la torre a la cimentación. Sus dimensiones varían de acuerdo al tipo de torre que se va a colocar. El gavarito es un dispositivo hecho a base de varilla, placa de acero y tornillos, que permite centrar, nivelar y alinear los stubs, antes del colado.

Para la colocación del stub es necesario tener colocada y habilitada la zapata de la torre, una vez verificada la posición de la zapata, con equipo topográfico se coloca el gavarito, con el fin de dejarlo nivelado. Posteriormente se coloca el stub dentro del gavarito, el cual tiene dos placas de acero con barrenos que permiten sostener al stub por medio de tornillos; auxiliándose por las indicaciones del topógrafo, se centra y se alinea el elemento

Cabe mencionar que el gavarito no se mueve hasta un día después del colado, además, el stub no tiene ningún tipo de amarra a las varillas de refuerzo, lo único que tiene son tramos de ángulo galvanizado en su parte inferior denominados “anillos”, los cuales sirven como anclas que van ahogadas en el concreto. En la parte inferior del stub se coloca un alambre de cobre tipo Coperweld el cual servirá para el sistema de tierras de la torre

f) Cimbra metálica

Con el fin de acelerar el proceso constructivo y dado que el proyecto lo permite, el tipo de cimbrado en las zapatas y los dados de las torres, es de tipo metálico. En el caso de las zapatas se emplea secciones tipo canal, las cuales pueden extenderse hasta dos metros, Si el proyecto requiere una zapata mas grande se complementa con una sección igual, para evitar movimientos durante el colado se unen por medio de seguros para unir las secciones metálicas, y por medio de pollinas de madera para fijarlas al terreno.

Para el caso de los dados, la cimbra consiste en secciones metálicas que se unen por medio de seguros, facilitando así su armado. En las esquinas del dado se colocan



chaflanes de madera de pulgada con el fin de evitar que se despostille la esquina cuando se retire la cimbra. La cimbra es sujeta por medio de polines afianzados al terreno natural.

Las medidas de los módulos varían desde 0.40m hasta 1.20m subiendo de 0.20m de 0.20m, las dimensiones del dado van desde 0.40m hasta 0.70m, dependiendo el tipo de torre que se construya, la altura varía según el estudio de mecánica de suelos, como especificación el dado debe sobresalir mínimo 0.25m del nivel del terreno para evitar el contacto de los agentes erosivos a la estructura.

g) Colado de cimentaciones

Consiste en la colocación de concreto en la zapata y en el dado. Para lo cual se requiere tener la cimbra colocada, el acero limpio, el stub centrado, nivelado y alineado; además de tener la zona del colado libre de objetos extraños como papel, madera, cartón o material orgánica como hojas de árboles y ramas. Es muy importante que antes de iniciar cualquier colado se tenga el acero y la cimbra húmeda para evitarla pérdida de humedad del concreto durante el fraguado. No se debe olvidar dejar la punta del cable de cobre para el sistema de tierras fuera de la zona de colado.

Con ayuda de revolvedoras de uno o dos sacos se mezclan los agregados, después de 20 a 25 vueltas el concreto es transportado por medio de carretillas o botes hasta la zapata. A continuación y dependiendo el caso, se baja el concreto con ayuda de un canalón o de una cuerda atada a un bote, hasta la zona deseada. Esto con el fin de evitar una caída libre de la mezcla mayor a 1.20m de altura para no segregarse el concreto. Se coloca en capas de 0.20 a 0.30 m y con ayuda de un vibrador se asegura la eliminación de oquedades en el elemento.

El colado se realiza de diversas formas: colado de la zapata, colado de dado, y colado monolítico. El colado de zapata se efectúa como cualquier otro colado, para el colado de dado se requiere haber colado la zapata, posteriormente se pica el área en donde va el

dato y luego se retira todo el material suelto, dejando una superficie rugosa. Se cimbra se centra el acero por medio de “pollos”, los cuales son elementos de concreto pobre que sirven para separar el acero de la cimbra y poder dar el recubrimiento necesario al acero. Se humedece y se vacía el concreto, cuando el dado es mayor a 1.20m se retira un módulo de cimbra para poder vibrar y colocar el concreto según las especificaciones.

El colado monolítico por lo general se emplea cuando se tienen dos o mas zapatas listas para colar, ya que el procedimiento consiste en colocar el concreto en una zapata, luego se coloca en la otra zapata, con el fin de dar tiempo a que el concreto de la primera zapata comience a fraguar, para luego regresar a la primera zapata y colar el dado, y por último terminar colando el segundo dado. Este procedimiento se hace siempre y cuando se comience el colado temprano, y se tengan los recursos materiales y humanos para su elaboración

Las características del concreto son : resistencia de 200 kg/cm<sup>2</sup>, concreto hecho en el lugar con ayuda de revolventoras de uno o dos sacos, el proporcionamiento del concreto es

- 6 botes de arena
- 5 botes de grava
- 1 saco de cemento
- agua la que el cabo considere necesaria.

El tiempo aproximado del colado de las cuatro zapatas para una torre es de un día.

Para asegurar la calidad del concreto se emplea un laboratorio, el cual se traslada a la zona de la torre a colar con los moldes necesarios para la obtención de muestras, se sacan las muestras, se tapan con un plástico y al día siguiente se recogen para ser llevadas al laboratorio en donde son curadas en una tina de agua. Los resultados se obtienen a los 7, 14 y 28 días. El número de cilindros depende del volumen aproximado de la zapata: una muestra de 4 cilindros por los primeros 25 sacos de cemento y una muestra de 2 cilindros por cada 25 sacos extras en la misma torre.

#### h) Relleno y compactación

Se le denomina relleno al material que se coloca en las cepas excavadas para alojar a los cimientos de las estructuras, esta actividad se realiza una vez que se ha revisado y aceptado la nivelación del panel inferior (Botton - Panel), el cual es la primera parte del cuerpo de la torre.

Esta actividad se realiza con material producto de la excavación utilizando de preferencia, siempre y cuando el material sea apropiado para este objetivo; en caso contrario será necesario utilizar material producto de bancos de préstamos. Ya sea que se utilice material producto de la excavación o de banco, éste deberá estar exento de partículas mayores a 75mm (3", así como de materia orgánica (raíces, material vegetal etc.)

El material se coloca en capas de 15 cm de espesor para el caso de suelos cohesivos (arcillosos), cada capa se humedece hasta su contenido de humedad óptimo, dato proporcionado por el laboratorio. Se compacta empleando un pisón mecánico (bailarina) o neumático; si los suelos son granulares (arenosos) se empleará en su compactación una placa vibratoria . Durante el sistema de compactado se deja el alambre del sistema de tierras paralelo al eje de la línea y se coloca una señal para su rápida localización.

La compactación se lleva al 90 % del peso volumétrico seco máximo del material de que se trate. Para los suelos cohesivos, el peso volumétrico seco máximo quedará referido a la prueba Proctor.

#### i) Instalación del sistema de tierras

El sistema de tierras para la línea de transmisión consiste en la instalación de antenas y contra antenas a base de alambre o cable según se indique en el proyecto, las cuales estarán conectadas a las patas de las torres. Este sistema sirve para transmitir al suelo las



descargas de energía producidas por los rayos o sobrecargas en el sistema por medio de la misma torre, evitando serios daños a la línea.

En algunos casos la instalación de antenas no es suficiente para disipar la energía por lo que se emplean varillas Copperweld de 16 mm de diámetro por 3 m de longitud en forma vertical, si aún así no es suficiente se recurre al empleo de rellenos especiales en el suelo para lograr este objetivo.

Para la instalación del cable se hace una zanja a una profundidad de 1.50 m en terreno cultivable y de 0.80 m en terreno no cultivable, procurando que su trayectoria se localice en terreno de baja resistencia. La excavación se procurará hacerla paralela al eje de la línea, sin embargo en ocasiones que por cuestiones topográficas o de relieve no lo permitan, se pueden construir perpendiculares a la misma. Es conveniente que los cables del sistema de tierras también este paralelos entre sí

El relleno, se realiza con material producto de la misma excavación, a menos que por sus características eléctricas, sea necesario sustituirlo por material de características que garanticen una buena conexión a tierra. La longitud del cable varía según la resistividad del suelo, pero oscila entre los 10 m y 20 m de longitud.

Cuando es necesario el uso de varillas, éstas deberán colocarse lo mas vertical posible y en caso de sufrir inclinaciones, no deberán de ser mayores a 30°, si las varillas se encuentran en terreno duro se realizan barrenos de 2.5 cm de diámetro por 3 m de longitud, rellenando los huecos con una sustancia especial que ayuda a la resistividad del suelo

### **C) TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE LA TORRE**

#### **a) Fabricación y transporte**

El diseño estructural de las torres de teletransmisión es realizado por una compañía francesa la cual elabora los planos y especificaciones necesarios para la fabricación de los





elementos de la torre. Antes de iniciarse la fabricación todos los planos de y especificaciones de montaje, así como las memorias de cálculo son traducidos al español para su aprobación.

Las estructuras diseñadas, deben ser fabricadas y suministradas de acuerdo a lo indicado en las especificaciones de C.F.E. La fabricación se realiza bajo las prácticas mas modernas de manufactura. Los procedimientos de ejecución del suministro siguen los requerimientos de un manual de garantía de calidad, el cual estipula que los materiales a utilizar son nuevos, libres de defectos y de primera calidad, siendo los perfiles de acero a usarse en las torres, de grado estructural y laminado en caliente, bajo estrictas normas de calidad.

Después de que las piezas de acero están fabricadas en el taller, completamente libre de herrumbre, escamas, polvo, grasa u otras sustancias extrañas, son sometidas a la galvanización en caliente de acuerdo con las normas ASTM A123 y A153. Por ningún motivo se permiten los cortes, la barrenación por algún método y la soldadura en piezas ya galvanizadas, esto con el fin de evitar las discontinuidades en la capa de galvanizado de la pieza

Para su transportación desde Francia, se emplea la vía marítima ya que es la más económica. Para proteger las piezas se ha implementado una serie de normas las cuales consisten en:

1. Las piezas siempre serán flejadas para su transportación.
2. Para su izaje, se emplearan únicamente cuerdas de nylon o de fibra natural, pero nunca de acero, ya que este puede raspar la capa de galvanizado.
3. Se debe de evitar el contacto directo de las piezas con el terreno natural o suelo, por lo que se debe de colocar sobre polines de madera.
4. Durante su transportación marítima las piezas se deben colocar en compartimentos cerrados y estar cubiertas por lonas.

Estas normas se aplican durante todo el trayecto desde la planta de origen hasta el lugar de armado de la torre.

La transportación de las piezas comienza desde la planta en donde son colocados en camiones, los cuales trasladan las piezas hasta el puerto para ser embarcadas y llevarlas hasta el Puerto de Veracruz. En este punto se desembarca la mercancía pasa la aduana y posteriormente es colocada en camiones con grúa tipo “hiab” los cuales trasladan las piezas hasta el patio de almacén de la obra.

En el patio del almacén se separan las piezas dependiendo el tipo de torre, y su ubicación en la estructura, para agilizar la hechura de los juegos de las piezas que formaran los elementos de la torre. Antes de ser transportados a su sitio final se realiza una inspección visual del galvanizado de las piezas, y en caso de tener algún tipo de raspadura se aplica una capa de pintura galvanizada en frío. Durante el manejo de las piezas en el almacén queda estrictamente prohibido arrastrar los ángulos uno sobre el otro.

Una vez que se tiene el juego de las piezas para el armado de la torre, se emplea un camión con grúa tipo hiab, el cual recoge los juegos necesarios y los traslada al sitio en donde se ubicará la torre. Por lo general cuando la torre está ubicada en zonas inaccesibles para el camión se procede a dejar la estructura lo más cercano a la torre para que una cuadrilla de personas se dedique a llevarse las piezas, este transporte puede ser “al hombro” o con ayuda de animales de carga. Cabe recordar que en todo momento de la transportación y de almacenamiento se tienen vigentes las normas anteriormente mencionadas.

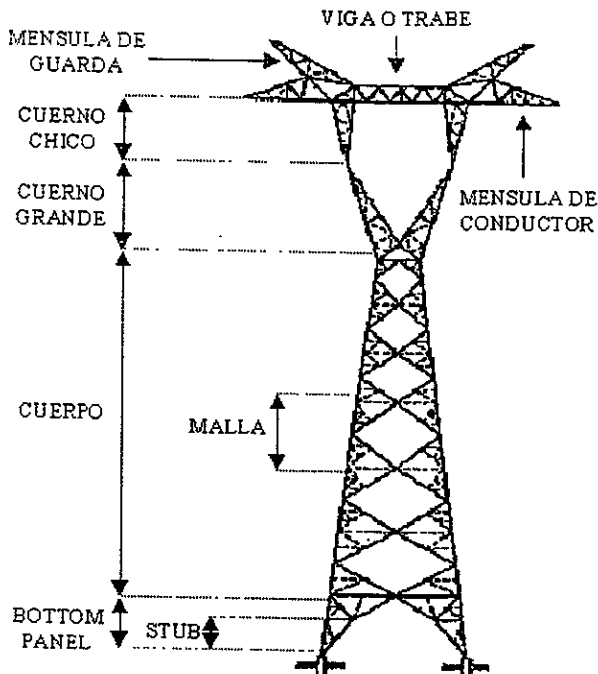
#### b) Colocación de la torre.

Una vez que se tiene colado las zapatas de la torre, se procede con el ensamblaje del botton - panel Este elemento se debe armar antes de rellenar la excavación para las zapatas, esto con el fin de poder corregir cualquier anomalía que se detecte durante esta etapa. Muchas veces en zonas montañosas se presenta el caso de que las zapatas no se

encuentran a un mismo nivel de desplante, por lo que es necesario la colocación de elementos estructurales denominados extensiones, con el propósito de dejar el bottom panel perfectamente horizontal, sin importar el relieve de la zona donde se encuentra la torre.

Posteriormente se procede con el relleno y la compactación de las cepas de las zapatas, sin olvidar la instalación del sistema de tierras anteriormente explicado. Una vez terminadas estas dos actividades se procede al montaje en forma de la estructura que conformará la torre de teletransmisión.

El cuerpo de la torre de teletransmisión consta de los siguientes elementos:



Para el montaje de la torre se utilizan los siguientes métodos:

- Montaje de pieza por pieza

- Montaje por secciones
- Montaje con grúa

La elección de estos métodos de montaje depende principalmente de la zona disponible para trabajar y la disponibilidad y tipo de acceso con los que se cuenta.

#### *Montaje de pieza por pieza*

El montaje por pieza se utiliza principalmente en zonas montañosas, en donde las áreas planas son reducidas y el acceso es tortuoso. El armado de la torre se realiza de forma manual con ayuda de cuerdas con las que se amarran las piezas una por una, se emplean mecanismos de izaje basado en un sistema de poleas, y con recursos humanos o con el empleo de malacates es jalada la cuerda, se levanta la pieza hasta la altura deseada y se atornilla en el lugar que le corresponde. La premisa en el armado es el de evitar conectar piezas de algún cuerpo superior hasta no tener terminado el inferior. Para ello es necesario colocar todos los tornillos de la pieza antes de continuar con la siguiente.

Durante el proceso de armado es recomendable usar los esquineros de la torre para la colocación del mecanismo de izaje. En los cuerpos que terminan con cerramiento se debe de colocar las placas de cierre para conectarlas entre sí, con el fin de rigidizar la estructura y continuar con el armado. Los tornillos de la placa no se aprietan hasta el torque, para facilitar el montaje de los demás elementos, al final del montaje se aplica el torque a todos los tornillos.

Al finalizar el armado de la estructura se procede a la colocación de los “Pal - nuts”, los cuales son seguros que van en las tuercas para evitar que éstas se salgan del tornillo. Para su colocación primero se aprieta a mano y posteriormente se les da de un tercio a un medio de vuelta con la llave.

#### *Montaje por secciones*

Este método se emplea cuando la torre se encuentra ubicada en un lugar con espacios planos y grandes, que permitan el armado de los elementos en el suelo. El procedimiento

consiste en prearmar las mallas laterales de la estructura en el piso, se izan con auxilio de mástiles sujetos a la estructura por medio de contravientos, los elementos son presentados y atornillados a la torre, posteriormente se colocan las mallas de los laterales que cierran el cuerpo de la estructura. Para el izaje, al igual que en el método anterior se emplean cuerdas, recursos humanos y malacates y/o equipo de tracción como la propia camioneta.

Para la colocación de la horquilla, trabe y ménsulas, se requiere primero armar todos los elementos en el suelo, se amarran con cuerdas y se colocan en el sistema de izaje para ser levantados completamente armados y ser atornillados en el lugar requerido. Al igual que en el método anterior los mástiles se van levantando conforme se va requiriendo, y de igual forma, el torque se aplica al final junto con los pal - nuts.

#### *Montaje con grúa*

Este procedimiento se aplica cuando se tiene un lugar muy amplio que permita armar la torre ya sea por elementos o en su totalidad, además de tener buenos caminos por los cuales pueda transitar una grúa. El procedimiento consiste en colocar la grúa próxima a la torre donde se nivela. Se sujeta el elemento al gancho de la grúa mas o menos en el centro de equilibrio del elemento. La grúa levanta la sección y se procede a colocar los tornillos, esta operación se repite tantas veces como elementos se hayan preparados Para finalizar con su colocación, el torque y los pal - nuts se colocan igual que en los otros procedimientos.

Las especificaciones de armado consideran que los tornillos son galvanizados y además se colocan con la tuerca hacia abajo, cada tornillo debe de tener una rondana plana y una rondana de presión. La supervisión del torque se realiza únicamente en el 10% del número de tornillos de cada torre. Como un valor aproximado en una torre mediana se requieren de 1,268 piezas de acero galvanizado y de 2,592 tornillos, sin embargo este número de piezas pueden variar por la altura, el tipo y el número de extensiones que tenga la torre.

Por norma de seguridad tanto para el personal de montaje así como para la estructura, se emplea una cuerda guía, la cual se amarra en la parte de la estructura mas próxima al suelo para evitar que durante el izaje golpee el elemento a subir en la estructura de la torre provocando un accidente. Es norma de C. F.E. que el personal use su equipo de seguridad que consiste en casco, guantes y cinturón de seguridad.

El tiempo aproximado de montaje de una torre desde los stubs es de un día, pero puede variar dependiendo la facilidad de acceso, el tipo de torre y el procedimiento a seguir. Para el armado de una torre se requiere de una cuadrilla entre 18 y 24 personas.

#### D) CABLEADO

La actividad del vestido de las torres consiste en hacer pasar los cables de guarda y los cables conductores a través de las torres a la altura indicada, según las especificaciones. En particular la línea de transmisión en cuestión llevará 11 cables: dos cables de guarda; y nueve cables conductores, tres al centro de la torre, tres a un extremo y tres al otro extremo La longitud total de cada cable es de 187 km

Para poder realizar la actividad del cableado se debe tener vestida la torre El vestido de la torre consiste en colocar en los lugares respectivos los herrajes, aisladores y accesorios en general; incluyendo las placas de aviso de peligro y numeración de estructuras de acuerdo con lo indicado en los planos de proyecto, Esta actividad requiere de los siguientes elementos:

- *Aisladores* Los aisladores son elementos hechos a base de porcelana o vidrio templado que permiten aislar al cable conductor de la estructura. Su fabricación se realiza en base a las normas y especificaciones de C.F.E.
- *Herrajes para cable conductor* Los herrajes para cable conductor deben de tener la capacidad mínima de 112 kN para cadenas de suspensión, y de 160 kN

para cadenas de tensión. Las piezas instaladas entre el aislamiento y el cable conductor, tanto de las cadenas de suspensión como en las cadenas de tensión, deben ser del tipo “Libre de efecto Corona” . Todo el conjunto debe ser adecuado para mantenimiento con línea energizada.

- *Herrajes para cable guarda* Los herrajes para cable de guarda deben tener las capacidades mínimas de 34 kN para los conjuntos de suspensión y de 40 kN para conjuntos en tensión.
- *Señalización y numeración* Cada estructura lleva dos palancas de “Aviso preventivo, peligro alta tensión” las cuales deben ser colocadas en las caras anterior y posterior perpendiculares al sentido de la línea. Además de dos placas de “Aviso preventivo , número de inspección aérea” las cuales deben de ser colocadas en posición vertical, considerando una en la cara anterior y otra en la cara posterior de la estructura en el sentido de la trayectoria de la línea, debiendo fijarse en el elemento horizontal de la parte más alta de la estructura.

En la etapa de proyecto se determina las torres que van a servir de base para el inicio del cableado, esto representa que son torres más grandes y robustas. Además estas torres tendrán en su proximidad un muerto de concreto que permite amarrar los cables para la etapa de tensión del cable. Para realizar el cableado, se requiere de un tramo de línea de aproximadamente 5 km, abarcando un promedio de 12 torres

A continuación se prosigue con la verificación del derecho de vía, supervisando que no existan ramas, árboles o cualquier otro tipo de obstáculo que impida el paso del cable, en caso de haberlo se retira. Posteriormente se recolectan los permisos de las dependencias gubernamentales necesarios, como pueden ser: la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, Petróleos Mexicanos, etc.

Posteriormente se procede a la colocación del cable de guarda, el cual se ubica en la parte mas alta de la torre, y cuya función es proteger al cable conductor de los rayos en caso de tormentas eléctricas, cabe mencionar que este cable no conduce ningún tipo de



energía eléctrica. En caso de que un rayo caiga en el cable de guarda, éste lo transmitirá a las torres más próximas y éstas bajarán la energía por su estructura para disipar la energía en el suelo por medio del sistema de tierras. Otra de sus funciones es indicar la existencia de cables de energía a las aeronaves, por medio de bollas de color rojo; estas por lo general se colocan en zonas donde exista tráfico aéreo intenso.

El procedimiento para la colocación del cable de guarda es el siguiente

Se colocan los accesorios necesarios en las torres los cuales consisten en poleas, seguros y sistemas de fijación, esta instalación se hace de forma manual y es temporal.

Se transporta el cable de guarda en camiones desde el almacén hasta la torre pivote, también se requiere de equipo de tendido, el cual consiste en malacates porta carretes y una tensionadora. Una vez que se tiene de un lado del tramo los malacates y del otro los porta carretes, el cable de guarda y el cable pilotillo, el cual es un cable más flexible y ligero en comparación del cable de guarda. Una vez ubicado el equipo se procede a la instalación del pilotillo, el cual se hace pasar por la serie de poleas ubicadas en la ménsula de guarda, hasta llegar a los malacates. Se sujeta el pilotillo de un extremo al malacate y del otro al cable de guarda, posteriormente se comienza a enrollar el pilotillo en el malacate y a su vez se tiende el cable de guarda con el cuidado de no arrastrarlo.

Posteriormente el cable de guarda se sujeta de un extremo al muerto de concreto y del otro al equipo tensionador. Cuando el cable ya está sujeto, se procede a tensionarlo, hasta que la flecha del cable entre torre y torre sea la calculada. Una vez tensionado el cable se procede a la sujeción de éste en los herrajes ubicados en la ménsula de guarda para dicho fin.





Durante el proceso es necesario que una persona en cada torre se ubique en la ménsula de guarda, para verificar que durante el tendido no se atore el cable en el sistema de poleas, además de estar en constante comunicación con los operadores del malacate y deporta carrete.

- *Empalmes para cable conductor y cable de guarda* La fabricación de los empalmes para el cable conductor y el cable de guarda deben de ser probados a la tensión de deslizamiento, la cual debe de ser cuando menos del 95% de la tensión de ruptura del cable respectivo. Los empalmes para cable conductor deben ser sometidos a la prueba de conductividad, que debe ser cuando menos del mismo valor que la correspondiente al cable.



PROCESO CONSTRUCTIVO

ESQUEMA 4.1.- PROGRAMA DE OBRA

CONCEPTOS	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	
INGENIERIA																
DISEÑO DE ESTRUCTURA Y ELECTROMECANICO																
SUMENTOS																
ESTRUCTURAS																
CABLE CONDUCTOR																
CABLE DE GIADA																
HERBALES PARA CABLE																
ASLADORES																
AMORTIGUADORES Y REJALGONES																
OBRA CIVIL																
ABERTURA DE BRECHA POTENCIAL																
CAMBIO DE ACCESO																
LACIALIZACION DE ESTRUCTURAS																
CRONOMETROS DE TORRES																
ARMADO DE ESTRUCTURAS																
INSTALACION DEL SIEMBA DE TERBAJAS																
SENIDO DE LA ESTRUCTORA																
TENDIDO Y TENSIONADO DE CABLE DE GIADA																
TENDIDO Y TENSIONADO DE CABLE CONDUCTOR																
SUPERVISION PUESTA EN OPERACION																
VERIFICACION DEL DISEÑO																
SUPERVISION																
PUESTA EN SERVICIO																
SUMENTOS POR CTE																

## ANALISIS FINANCIERO

Para la elaboración de este proyecto se realizaron una serie de estudios para tener elementos suficientes que permitieran elaborar una planeación adecuada, buscando la obtención del mayor rendimiento posible. La fase de planeación es la fase clave para poder buscar el mejor arreglo financiero que satisfaga los requerimientos del proyecto con el menor costo posible, los elementos que contiene este estudio de planeación son:

- *Estudio de mercado.*

Dadas las condiciones del proyecto el estudio de mercado fue realizado por la Comisión Federal de Electricidad, basándose en: estudios de oferta demanda; las tendencias del sector eléctrico para el año 2000 y el crecimiento del consumo de energía eléctrica en la zona metropolitana, la CFE decidió realizar la construcción de otra línea de transmisión para brindar mas energía eléctrica a la ciudad de México.

- *Estudios técnicos*

Estos estudios fueron realizados por cada uno de los licitantes para poder ofrecer la mejor opción a la CFE. El estudio técnico consiste en idear una metodología para el diseño y la construcción de la obra, esta metodología debe de considerar las tecnologías disponibles en el mercado; los recursos humanos, materiales y de equipo que requiere cada una de éstas; el costo de la propia tecnología y si es o no aplicable en el proyecto. Una vez que se obtiene costo de la metodología y su aplicabilidad en campo, se procede a seleccionar la mas apropiada.

- *Estudio de localización del proyecto*

La localización del proyecto se refiere a la ubicación de la obra, así como de la ubicación de las materias primas, los servicios, los recursos humanos, comunicaciones y todo aquello que en algún momento dado sea requerido durante el proceso del proyecto. Este estudio determina el impacto que tendrá el concepto de traslado de cualquier tipo de



insumo que requiera la obra, además de incluir algunas actividades que en un principio no estaban consideradas.

- *Organización del proyecto.*

Es un análisis, en el cual se determina la forma en que se va a dividir el proyecto, las partes que lo involucran y la manera en que se va a trabajar. Con este estudio se propone el personal requerido durante el proyecto para así obtener un costo.

- *Estudio de inversiones, costos, e ingresos del proyecto.*

Es un resumen de todo lo que se va a gastar en el proyecto, tomando en cuenta todo lo necesario para la ejecución de la obra. Por dar un ejemplo, las inversiones pueden consistir en la compra de maquinaria, los costos pueden ser en la adquisición de fianzas y los ingresos son la forma en que el proyecto nos va a permitir recuperar la inversión. Una vez que todo el proyecto se tiene en términos de dinero, se determina el costo total del producto terminado, es decir, la cantidad de dinero requerida para ejecutar la obra

- *Evaluación socioeconómica y financiera*

Las evaluaciones tanto económicas como sociales las lleva a cabo la CFE. Las evaluaciones económicas se refieren a la relación costo-beneficio del proyecto, el impacto sobre la balanza de pagos; el impacto sobre la balanza comercial; etc. La evaluación Social se enfoca a la población beneficiada por el proyecto, los empleos generados por el proyecto, el número de personas que dependen del proyecto, etc.

La evaluación financiera corre a cargo del licitante y es en ésta donde tiene que aplicar todos sus conocimientos tanto ingenieriles como económicos para poder construir el proyecto a un costo razonable, con un margen de utilidad y además solventando los gastos que se deriven de los financiamientos requeridos para la elaboración de la obra

Con todos estos estudios resulta fácil establecer la meta del inversionista. ganar dinero Para ganar dinero mediante la inversión en proyectos de infraestructura se requiere que el

inversionista seleccione algún nivel de riesgo. Al comprender que es necesario seleccionar un nivel de riesgo, se vuelve más difícil de especificar la meta de la inversión.

Por otra parte, el inversionista siente una aversión al riesgo, prefiere evitar el riesgo siempre que sea posible. Esto no significa que el inversionista se negará a correr riesgos, si no que exigirá una compensación por correr dicho riesgo bajo la forma de una mayor utilidad.

Conociendo el hecho de que el inversionista está en una posición constante de tratar de asegurar altas utilidades sobre la inversión al mismo tiempo que trata de controlar la exposición al riesgo, los estudios de planeación son una gran herramienta que usa el inversionista para reducir considerablemente su factor de riesgo.

Para la elaboración del análisis financiero es necesario realizar un programa de obra, en el cual se indique la cantidad de dinero que se ocupa durante un periodo de tiempo específico. puede ser mensual, trimestral, semestral etc. El programa es de gran utilidad, ya que éste nos dará la forma en que se irá aplicando los recursos del proyecto. A continuación se presenta el programa de obra empleado en este proyecto (Véase esquema 5.1 en página 83)

El análisis financiero de un proyecto consta de tres partes:

1. Estado proforma de usos y fuentes de fondo y flujo de caja, o de origen y aplicación.
2. Estado proforma de resultados.
3. Balance proforma.

***1. Estado proforma de usos y fuentes de fondo y flujo de caja, o de origen y aplicación.***

Es un documento en el cual por medio de suposiciones, criterios y ecuaciones aritméticas, da como resultado un pronóstico de la utilidad del proyecto.

Una vez que se obtiene el monto requerido para la construcción, se realiza el Estado Proforma de Usos y Fuentes de Fondos y Flujo de Caja, en este Estado se ve la manera en que se obtienen los recursos financieros bajo el nombre de “Fuentes”, en el cual incluye El superávit de operación, la depreciación y la amortización, la aportación de capital, los créditos y otras fuentes de ingreso.

Dentro del mismo Estado se encuentran los Usos, que se refiere a los rubros en los que se van a ocupar los recursos financieros, el Estado incluye. las inversiones preoperativas de la empresa, Inversiones fijas del proyecto, inversiones en capital de trabajo, inversiones en maquinaria y equipo del proyecto, inversiones en mantenimiento mayor, etc

Posteriormente se encuentran el flujo de caja que se define como la diferencia del valor total de la fuentes menos el valor total de los usos. Si los usos fueran mayores a las fuentes entonces se requerirá de una nueva aportación de capital. En proyectos de ingeniería en la etapa de preoperativos y construcción el flujo de caja es cero, ya que no tiene caso pedir mas dinero del que se va a utilizar.

Por último se encuentra el flujo de caja acumulado, en donde se van sumando los resultados del flujo de caja anterior mas el siguiente flujo de caja, con estos datos se obtiene la rentabilidad del proyecto.

## 2. *Estado proforma de resultados, o de pérdidas y ganancias.*

Es un documento netamente contable, el cual pronostica la forma en que se van a pagar impuestos al fisco, bajo el principio de si hay utilidad se paga impuestos, si no la hay no se pagan. Este estudio se aplica en la etapa de operación del proyecto.

En primer lugar, se tiene a los ingresos del proyecto, como pueden ser el arrendamientos, rentas, productos financieros o cualquier otro tipo de ingreso que sea generado por el proyecto.

A continuación siguen los costos de operación, de mantenimiento, seguros, costos financieros y depreciaciones. Esto es con el fin de poder mantener en buen estado el proyecto durante su vida útil, las depreciaciones representa la forma en que el gobierno permite recuperar el dinero invertido en el proyecto, el cual el gobierno define el tiempo en que se depreciará dicha inversión, dependiendo el proyecto.

La diferencia de los ingresos menos los costos, nos arroja como resultado la utilidad de operación. A partir de esta utilidad, el fisco podrá aplicar todos aquellos impuestos que le conciernen al proyecto.

Los impuestos más comunes son el Impuesto sobre la Renta (ISR) del 34%, el Impuesto al Valor Agregado (IVA) del 15% y el Participación de Utilidades a los Trabajadores (PTU), aproximadamente del 10%, entre otros.

Por último se realiza la diferencia de la utilidad de operación y la suma total de los impuestos, y a este resultado se le denomina utilidad neta, que pasa al estado de origen y aplicación con el nombre de superávit de operación,



### 3. *Balance proforma.*

Es informe el cual refleja el estado monetario en que se encuentra el proyecto y únicamente se puede realizar cuando el proyecto ya se encuentra en operación. Este balance es muy importante para poder verificar si las suposiciones del estado de origen y aplicación se está cumpliendo o no.

Al igual que en cualquier balance, éste cuenta con dos rubros: el activo que representa a lo que se tiene, y el pasivo, que representa a lo que se debe. El activo se divide en activo circulante, que es el dinero que se tiene en caja o en el banco; y el activo fijo que es lo que no es dinero en efectivo, como lo es la maquinaria, los inmuebles, etc.

Los pasivos se dividen en: Pasivo circulante como lo son los créditos a corto plazo y las cuentas por pagar, y el pasivo a largo plazo, Bonos o créditos mayores a un año. Dentro de la columna de los pasivos se encuentra el Capital, representado por el flujo de caja, dividendos etc.

Una vez obtenido los dos estados, anteriormente mencionados, se obtienen los indicadores de evaluación financiera, los cuales son elementos que permiten al inversionista tener una base para decidir si quiere invertir en el proyecto o no. Existen diversos tipos de indicadores, como son:

- Tasa Interna de Retorno (TIR).

Que es la tasa de ganancia del capital invertidos se considera que los flujos de caja de cada año se reinvierten en el proyecto.

- Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).

Es el periodo en que se recuperaría la inversión con una ganancia preestablecida.





- Punto de equilibrio.

El punto donde se intersectan la línea de ingresos por ventas y la de costos, se le denomina punto de equilibrio.

- Apalancamiento

Es que porcentaje de lo que gana el proyecto se destina a pagar deudas.

### *Análisis de sensibilidad*

El análisis de sensibilidad, es un estudio de los factores que tienen mayor impacto en el proyecto. Para lo cual se toma como base la corrida básica del proyecto y se realiza un cambio sobre una sola variable, para así tener un punto de referencia. Las variables más comunes son: las tasas de interés, el porcentaje del capital de riesgo, el tiempo de construcción, el periodo de pago, entre otros. Una vez determinado los factores a los cuales es sensible el proyecto y se toman las medidas necesarias para evitar los riesgos que hagan de un proyecto rentable, un proyecto destinado a la quiebra.

Para la línea de transmisión Tuxpan - Texcoco se realizó un esquema financiero donde la participación de los inversionistas es básica para su construcción. Las premisas en las que se basó este análisis fueron las siguientes:

### **Consideraciones de proyecto**

• Total del proyecto	58,890,000.00 USD
• Fondo de contingencia	10. %
• Costo de la garantía de seriedad	8,100.00 USD
• Costo de garantía de cumplimiento	33,045.00 USD
• Gastos de desarrollo	290,000.00 USD
• Primas de seguro	180,000.00 USD

### Consideraciones financieras

• Capital de riesgo	20 %
• Financiamiento	80 %
• Plazo de arrendamiento mínimo	7 años
• Recuperación del capital + rendimiento	15 % anual
• Tipo de deuda	Bonos
• Bonos colocados en México	75 %
• Bonos colocados en el extranjero	25 %
• Tasa de interés del bono BANCOMEXT	11.45 % anual
• Tasa de interés del bono US EXIM	8.10 % anual
• Periodo de gracia del bono	5 años

### Cargos por fideicomiso

• Apertura del contrato	6,000.00 USD
• Administración en construcción	36,000.00 anual USD
• Administración de operación	28,000.00 anual USD

### Impuestos

• Impuesto sobre la renta (ISR)	34 % anual
• Impuesto sobre el valor agregado (IVA)	15 % anual
• Withholding Tax (WTHX)	4.9 % anual

Las premisas muestran la variedad de elementos que en algún momento pueden cambiar creando un impacto en la rentabilidad del proyecto, dado que es imposible predecir el futuro, los datos se tomaron en base a los actuales.

En el caso del costo total de la obra es importante mencionar que es el capital requerido durante la etapa de construcción, que para fines del análisis financiero es indispensable traer los precios a valor presente.

Las consideraciones financieras se estudiaron diferentes tipos de financiamientos como préstamos bancarios, colocación de bonos con crédito puente y colocación de bonos. La colocación de bonos fue la alternativa que producía mejores rendimientos al menor costo, tanto para el inversionista como para la CFE.

Los bonos se ofrecen en una sola colocación y en dos partes una en el extranjero y otra a nivel nacional. Los porcentajes de colocación fueron indicados por el gobierno, ya que se busca activar las inversiones nacionales, sin embargo se tiene el inconveniente de pagar un interés mayor debido al factor inflacionario.

Referente al periodo de gracia, los bonos durante esta etapa, el inversionista recibirá únicamente los productos financieros producidos por dicho bono, y su capital será devuelto hasta dentro de cinco años, esto es con el fin de poder emplear en su totalidad el importe de los bonos, y tener tiempo de recuperar la inversión para poder pagar el monto total de los bonos al final del periodo de gracia.

Una vez realizado la corrida financiera con las premisas anteriores se obtienen los siguientes resultados:

### Orígenes

• Origen total	124,211,271.40 USD
• Utilidad neta total	48,873,880.23 USD
• Recuperación de IVA	5,459,644.72 USD
• Disposiciones a caja del bono	36,817,278.60 USD
• Disposiciones a la caja general	27,179,712.27 USD
• Requerimientos de capital	5,880,755.54 USD

### Aplicaciones

• Aplicaciones totales	124,211,271.40 USD
• Ingeniería y construcción	41,306,376.55 USD
• Amortización del bono	36,816,173.11 USD
• Depósitos en caja general	22,044,332.75 USD
• Dividendos	24,044,388.95 USD

Con estas condiciones se obtiene una propuesta en la cual la CFE analiza si es factible las suposiciones realizadas para este análisis financiero, y además determinando los aspectos mas importantes que le interesan, como es el periodo de arrendamiento, el inicio de los pagos y el monto de los mismos. Con las bases y suposiciones anteriores se llegaron a los siguientes resultados:

• Periodo de arrendamiento	15 años
• Inicio del pago de arrendamiento	mes 21
• Valor del arrendamiento trimestral	2,047,149.56 USD

Un proyecto se puede resolver en el aspecto financiero de diversas formas, sin embargo solo unas cuantas hacen al proyecto atractivo para el inversionista, ya que le disminuyen el riesgo y le maximizan sus utilidades.

Por otro lado a la CFE le importa que el proyecto cumpla con las características técnicas especificadas y que además le salga lo mas barato posible, esto puede ser con un periodo de arrendamiento relativamente corto y con un pago trimestral bajo. No siempre un arrendamiento bajo en un lapso de tiempo largo es lo más barato o al revés, es decir arrendamientos altos con lapsos cortos. Es por ello que el análisis financiero es una de los parámetros más importantes a analizar en un proyecto.



ESQUEMA 5.1.- PROGRAMA DE OBRA (CIFRAS EN DOLARES)

CONCEPTOS	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	TOTAL	
INGENIERIA																		
DIBUJO DE ESTRUCTURA Y ELECTROCONDUCCION	74,214.35	74,214.35	74,214.35														222,643.05	
SURTEOS																		
ESTRUCTURAS			1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	1,562,256.66	11,735,803.32
CABLE CONDUCTOR			1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	1,198,377.31	9,587,018.48
CABLE DE GRANDA																		
TIERRAS PARA CABLE																		
ARELADORES																		
ANILLOS GÓLOS Y SEPAREDORES																		
OBRA CIVIL																		
APERTURA DE BRECHA FORESTAL	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	31,481.36	314,813.56
CANALOS DE ACCESO	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	64,354.16	643,541.60
LOCALIZACION DE ESTRUCTURAS	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	34,843.35	348,433.50
COMENTOS DE TORRES	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	92,232.12	922,321.20
ARMADO DE ESTRUCTURAS	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	37,419.23	374,192.30
INSTALACION DEL SISTEMA DE TIERRAS	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	34,813.87	348,138.80
VENTO DE LA ESTRUCTURA	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	42,119.00	421,190.00
TENDIDO Y TENSIONADO DE CABLE DE GRANDA	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	28,929.46	289,294.60
TENDIDO Y TENSIONADO DE CABLE CONDUCTOR	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	36,271.49	362,714.90
SUPERFIENDOS Y VERIFICACION DEL DISEÑO	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	94,219.69	942,196.90
SUPERVISION	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	34,234.11	342,341.10
PUENTA EN SERVICIO																		
SOMENOS POR CTE	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	6,243.34	62,433.40
TOTAL																		



## IMPACTO AMBIENTAL

La Línea de Transmisión (LT) tiene su origen a los 54.889 km suroeste de la localidad de Tuxpan, Veracruz y 7 km al suroeste del municipio de Castillo de Teayo en la localidad de Guadalupe. En un trazo con 31 puntos de inflexión (PI) hasta rematar en la torre 610 de esta misma línea de transmisión construida en doble circuito hasta la Subestación Texcoco.

La inversión programada por la línea de transmisión se calcula en 58.89 millones de dólares

Este proyecto se considera indispensable para proporcionar un suministro efectivo, por sus características técnicas cuenta con los atributos de confiabilidad para el aprovisionamiento eléctrico en las zonas urbanas, suburbanas y áreas de influencia tanto para el servicio público, industrial y doméstico.

La construcción de la obra se justifica ampliamente porque se tiene registrado el alto índice de crecimiento poblacional a la demanda de energía eléctrica, que en breve superará su capacidad instalada.

El proyecto no presenta obras adicionales para su ejecución, sin embargo se contempla una ampliación gradual de la red eléctrica de distribución urbana a voltajes menores en la medida que se irá presentando un incremento en la demanda.

La línea de transmisión pasa por los municipios de Tihuatlán, Xicotepec de Juárez, Zacatlán, Chignahuapan, Tlaxco, Calpulalpan, Texcoco y Tepetlaoxtoc, correspondientes a los estados de Veracruz, Puebla, Tlaxcala y Edo. De México.

La trayectoria que define el trazo propuesto pasa por predios de tipo rural. En sus 184 km, el mayor porcentaje es de uso agrícola y en segundo lugar de uso pecuario. De acuerdo con la normatividad propuesta por el Instituto de Investigaciones Eléctricas a fin de respetar la distancia de seguridad, la Norma L - 0000 - 10 denominada “Derecho de vía” para este proyecto es de 50 m en toda su longitud, por lo que se requerirá un área de 920 ha.

El uso de suelo en la región es como sigue:

- 55 % uso agrícola de temporal
- 22 % pastizal cultivado
- 23 % manchones de bosque, selva alta y pastizal inducido

Para obtener la servidumbre de paso para la LT, la CFE, por norma ejecuta el pago de las indemnizaciones correspondientes, tanto por las superficies que ocuparán las 442 estructuras que serán instaladas, así como los bienes distintos a las tierras que resulten afectados.

La justa apreciación de los bienes se determina a través de los avalúos practicados por la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales (CABIN) o por Instituciones Bancarias ; los pagos de las indemnizaciones se otorgan directamente a los afectados.

El acceso principal del área del proyecto es la carretera federal No. 130, México - Tuxpan, y en el altiplano la 136 Apizaco - Texcoco. Por lo que no se construirán caminos de acceso adicionales.

La selección del sitio por el cual pasará la LT se escogió conforme a los Criterios Ecológicos(CE - OESE - 003/89), que define la selección y preparación de sitios y trayectorias de LT de energía eléctrica. Se eligió la ruta que presenta menores impactos adversos sobre el ambiente, ecosistemas y los recursos naturales de la región. Asimismo, para la selección del trazo se consideraron los siguientes elementos:



- Principales características físicas
- Uso actual del suelo y su situación legal
- No interferir con:
  - \* Proyectos de otras dependencias
  - \* Areas naturales protegidas
  - \* Areas con vegetación primaria
- Compatibilidad del proyecto con la infraestructura eléctrica existente, relacionada con los centros de consumo.
- Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso de suelo.

Para la construcción de las 442 estructuras, se realizará limpieza y desmonte de 4.46 ha de vegetación secundaria correspondiente a la superficie ocupada por las bases de las mismas. No se abrirá brecha en zona de cultivos debido a que estos no rebasan los 3 metros de altura como lo marcan los criterios ecológicos para la selección de sitios y trayectorias de LT referentes al capítulo “Abertura de brecha”. También se requerirá la excavación de 1784 cepas para alojar la cimentación de las estructuras metálicas, de 2x2 metros y de profundidad (variable).

Los almacenes serán ubicados estratégicamente en las localidades cercanas al trayecto de la LT para concentrar equipo y material de acuerdo a los programas de ejecución. Se requerirán bodegas móviles provisionales para el equipo y los materiales, mismos que se desplazarán a lo largo del derecho de vía durante la construcción. No serán necesarios campamentos para las cuadrillas de trabajadores, debido a que se encontrarán en las localidades.

Durante las etapas de preparación del trayecto, y de construcción, se contratarán aproximadamente 180 trabajadores de acuerdo al programa de ejecución con duración de 16 meses, en jornadas de 8 horas diarias.



El personal administrativo y de supervisión será el mismo desde el inicio de las actividades hasta la conclusión de la obra civil y electromecánica variarán de acuerdo al programa de avance. El personal estimado es:

- 1 Superintendente de obra
- 5 Técnicos de obra civil y electromecánica
- 4 Administradores
- 180 Trabajadores para obra civil y electromecánica

Se requerirá gasolina para los vehículos de servicio, las motosierras y los vibradores para concreto, mismas que se comprarán en las estaciones de servicio más próximas a la obra. Se estima un consumo aproximado diario de 2000 lt durante los 16 meses.

El agua potable que se destinará para consumo de los trabajadores sera adquirida en las plantas embotelladoras de las localidades en garrafones de 20 lt de capacidad; se estima un consumo de 320 lt/día.

Se requerirá agua cruda para la elaboración de plantillas y zapatas de concreto armado para la cimentación de las estructuras , la cual se obtendrá de los pozos artesianos de las localidades donde se instalarán los almacenes provisionales, se estima un volumen de 120m<sup>3</sup> en total.

Los residuos sólidos serán aquellos que se generen de los empaques de los materiales de construcción, como:

- Bolsas de papel para cemento
- Carretes de madera de aisladores y cables
- Pedacería de vidrio por roturas de aisladores en maniobras
- Pedacería de cable de aluminio por desperdicio en el proceso de tendido.



Estos últimos residuos serán recolectados y transportados a los almacenes de CFE para seguir con el procedimiento externo de venta y reciclaje.

La línea presenta un programa de operación continua, sin embargo existen medidas necesarias para conservar el derecho de vía de acuerdo a la especificación CFE - L 0000 - 10, la que establece inspecciones periódicas programadas en función de la importancia de la línea y del tipo de cruce. En las áreas suburbanas recomiendan incrementar la periodicidad de las inspecciones para detectar y reportar oportunamente las construcciones y crecimientos incipientes que afectan el derecho de vía. Asimismo, en las áreas rurales, se debe tener especial cuidado con el crecimiento de la vegetación dentro del derecho de vía.

También contempla para el mantenimiento de la línea, que en la proximidad de los conductores los árboles deben de ser podados para evitar que el movimiento de las ramas o de los propios conductores puedan ocasionar una falla a tierra o entre fases. Recomienda podar los árboles para prever que sus ramas al desprenderse puedan caer sobre los conductores, especialmente en cruzamientos y claros adyacentes.

A grandes rasgos los climas a lo largo del proyecto se dividen en tres tipos:

- Zona baja (50 - 200 msm), de clima cálido subhúmedo con lluvias en verano.
- Zona intermedia (300 - 500 msm), con clima húmedo con lluvia en verano.
- Zona alta (1000 - 1200 msm), de clima semicálido húmedo con lluvias todo el año.

## RASGOS CLÍMICOS

ZONA	TEMP. MEDIA	TEMP. MINIMA	TEMP. MAXIMA	PRECIPITACION
Baja	24.1 °C	19.2 °C	29.1 °C	1350 mm
Intermedia	23.7 °C	19.6 °C	27.8 °C	1908.9 mm
Alta	16.9 °C	11.5 °C	22.4 °C	1423.8 mm

## PRINCIPALES RIOS O ARROYOS CERCANOS

De acuerdo al INEGI, la zona por donde pasa la obra abarca tres zonas hidrológicas.

- |                     |  |
|---------------------|--|
| 1.- Tuxpan - Nautla | Río Tecolutla (Necaxa), Río Cazores (San Marcos),<br>Río Tuxpan (Pantepec) |
| 2.- Alto Pánuco     | Río Moctezuma  |
| 3.- Balsas          | Río Atoyac   |

## VEGETACIÓN

En el proyecto de tendido de línea de transmisión en una trayectoria de 254 km. se presentan siete tipos de vegetación, cuatro sistemas de tierra y un tipo de hábitat repario.

- a) Vegetación secundaria de selva perenifolia.
- b) Bosque de pino.

- c) Bosque mesófilo de montaña.
- d) Bosques de pinos - encino
- e) Bosques de enebro.
- f) Bosques de encino
- g) Bosque de encino - pino.

## SISTEMAS DE TIERRA

- a) Pastizal cultivado
- b) Pastizal inducido
- c) Agricultura de temporal
- d) Agricultura de riego
- e) Vegetación reparia o de galería

## FAUNA

Para determinar la diversidad de la fauna en el área que ocupa la línea de transmisión se basa en los registros de la zona, por lo que el número de especies más representativas se estiman en 235.

• Mamíferos	62
• Aves	127
• Reptiles	62
• Anfibios	10

Dentro de estas especies se encuentran 19 en peligro de extinción, y por ende, bajo protección especial.



## IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

Con el objeto de identificar y valorar cualitativamente los impactos ambientales que ocasionará la obra con sus etapas constructivas , se emplearon dos metodologías: Lista de referencia (Check list) y la Matriz de Leopold modificada.

En el análisis matricial, se consideraron siete acciones que tendrán lugar durante las etapas de acuerdo al programa general de construcción, y siete factores ambientales como contraparte, los que potencialmente son susceptibles a impactar en distintos grados.

### **Actividades del proyecto.**

#### **Preparación del sitio**

- a) Desmonte
- b) Excavación superficial

#### **Construcción**

- a) Cimentación de estructuras
- b) Tendido y tensionado de cables
- c) Generación de residuos sólidos

#### **Operación y mantenimiento**

- a) Podas periódicas
- b) Reparación de fallas por operación



## Factores ambientales

### Características físicas y químicas

- a) Suelo
- b) Atmósfera

### Condiciones biológicas

- a) Flora
- b) Fauna

### Factores culturales

- a) Uso de suelo
- b) Armonía visual
- c) Empleo

**Matriz de Leopold** Véase anexo 6.1 en página 96

## DESCRIPCION DE IMPACTOS AMBIENTALES

### PREPARACION DEL SITIO

#### *Desmonte*

Consiste en retirar árboles y arbustos en una franja de 40 m sobre la trayectoria de 254 km, sobre una línea imaginaria que une las marcas referidas fijas, establecidas en el terreno, que define la trayectoria de un levantamiento topográfico, la cual generará un impacto negativo permanente y en este caso de baja magnitud ya que la mayoría de la vegetación es selva de generación secundaria y en algunas ocasiones pasará por zonas de arbustos o llanuras costeras.

Por lo que respecta a las faldas norte del Iztlaccihuatl, el desmonte impactará en forma significativa a los bosques templados fríos.

El factor suelo con los desmontes recibirá un impacto adverso poco significativo, al quedar la cubierta de suelo expuesta a la mayor penetración solar, radiación que provoca cambios en el perfil del suelo.

Debido a la presencia humana, el factor biótico Fauna se desplazará a zonas donde no se registre molestia alguna, este impacto será de carácter temporal y poco significativo.

En cierto forma la actividad de desmontar una franja recta provoca ciertas desarmonías visuales en el paisaje, evaluación subjetiva como impacto negativo intermitente debido a las podas periódicas posteriores.

Para la apertura de la brecha forestal se requerirá la contratación de mano de obra de la localidad, traducido en un impacto positivo de carácter temporal.

### *Excavaciones superficiales*

Esta actividad de acuerdo al programa, será necesario excavar a cielo abierto cuatro cepas, generalmente de 1.5 x 1.5 x 2.00 m (según sea el caso) para instalar la base de la torre; esta actividad ocasionará un impacto negativo de carácter permanente y poco significativo al factor suelo, debido a que se excavarán únicamente en los sitios localizados para las bases de 442 torres; el mismo material extraído se utilizará para compactar las bases de la torre y la colocación de montículos alrededor de cada base.

Para el factor atmósfera será un impacto negativo de carácter temporal, poco significativo por la generación de ruido, el mismo impacto para el factor fauna.



Para la región será un impacto positivo de carácter temporal con la contratación de mano de obra.

### *Etapas de construcción*

La construcción consiste en la elaboración de plantillas de concreto, armado y nivelado de la primera sección de la torre, armado del cuerpo piramidal y horquillas, instalación del sistema de tierra y de las crucetas conductor.

Estas etapas simultáneas, generan impactos negativos de carácter temporal y poco significativo al factor fauna, debido al uso de equipo de trabajo y la presencia humana en zonas despobladas. El mismo efecto sufrirá el factor flora y el uso de suelo, por estar implicadas maniobras de penetración para el armado de las estructuras.

El armado definitivo de las torres causará un impacto de carácter permanente de manera subjetiva, calificado como significativo para el factor paisaje y Desarmonía Visual al entorno natural, principalmente sobre la vegetación y las geoformas. A la vez, la presencia de estas estructuras artificiales generarán de forma indirecta un impacto positivo para el factor fauna (aviofauna, de presa y de rapiña) las que utilizan potencialmente las torres para descansar, perchar e inclusive anidar.

Debido a la contratación de mano de obra para esta etapa, se produce un impacto positivo.

### *Tendido y tensionado de cables*

Para efectuar la tensión mecánica controlada de los cables en algunos PI (Puntos de Inflexión) será necesario que los vehículos de los portacarretes y sistemas de poleas se salgan del derecho de vía; estas incursiones provocaran impactos negativos de índole



temporal y moderadamente significativos a los factores flora y uso de suelo; la temporalidad se refiere a la auto recuperación vegetal. Aunque esta evaluación no es muy válida para los cultivos, en los que pueden resultar impactos permanentes de carácter negativo.

El cableado también generará un impacto positivo directo permanente y poco significativo para el factor fauna, permitiendo a las aves utilizar los cables para perchar y descansar.

Los factores fauna y atmósfera se afectan negativamente y de forma temporal por el aumento de la presencia humana y el consecuente ruido de las cuadrillas de los trabajadores, lo que ocasiona que la fauna local del lugar se retire a otras áreas carentes de ruido y seres humanos.

La presencia del cableado, también registrará un impacto negativo, permanente y subjetivo para el factor paisaje y desarmonía visual.

Al igual que en las etapas anteriores, la contratación de mano de obra local produce un impacto positivo y de carácter temporal.

#### *Generación de residuos sólidos*

Con respecto a la generación de residuos sólidos, se tratará únicamente de restos de vegetación desmontada, que si se cortan y dispersan adecuadamente, se reintegrarán al suelo disminuyendo en parte el impacto negativo ocasionado por el desmonte.

#### *Operación y mantenimiento.*



La conducción produce un impacto negativo de carácter permanente y con poco significado al factor atmósfera (ruido) debido al zumbido que produce el paso de los electrones por el cable conductor; este ruido ocasiona que la aviofauna se retire a lugares mas silenciosos, produciendo un impacto negativo. Colateralmente también afecta a las personas cuyas viviendas estén localizadas en un radio de percepción de la vibración electrónica.

### **Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados.**

1. Para los desmontes, (matorrales y árboles) deberán sujetarse a las especificaciones referente a la brecha forestal del derecho de vía CFE L000 - 10, que indica que los cultivos menores de 3.0 m no se afectarán en los claros de líneas y los desmontes hasta 0.30 m bajo la torre de transmisión.
2. En las localidades de masas forestales relativamente conservadas se recomienda como medida de mitigación al impacto negativo forestal, instalar en los tramos mas densos de bosques, torres de mayor altura.
3. Para los residuos distintos generados por el desmonte, deberán de ser recolectados para llevarlos a los tiraderos autorizados por los municipios.
4. Los productos no aprovechables de los desmontes; es recomendable contarlos y depositarlos en el área impactada para favorecer su reintegración al suelo otorgando nutrientes y así promover el ciclo del carbono.
5. En las diferentes etapas del proyecto incluidas la operación y el mantenimiento, la presencia de cuadrillas de trabajadores a contrato, se recomienda por parte del contratante nombre un responsable con el objeto de sensibilizar y de vigilar que el personal de campo se abstenga, de capturar, cazar o destruir los recursos orgánicos e inorgánicos
6. Al término de cada etapa y jornada de trabajo se deberán de realizar actividades de limpieza; para trasladar los residuos, a los tiraderos municipales autorizados más próximos



El cuidado del entorno es un compromiso de la Comisión Federal de Electricidad y por ello creó su Programa Institucional de Protección Ambiental (PIPA). Implantó una normatividad interna en la materia, que apoya a las autoridades en este renglón y promueve la educación ambiental, entre otros aspectos.

PIPA se creó a fin de atender de manera integral los impactos producidos por las obras e instalaciones de la paraestatal. Uno de los rubros más importantes de este programa es el Proyecto Ejecutivo de Protección Ambiental, implementado como una medida para asegurar la realización de las acciones preventivas y mitigadoras de daños, así la rehabilitación ecológica de áreas afectadas.

Otra tarea básica del programa, es la referente a inspecciones ambientales de las instalaciones, cuyo objetivo es verificar el cumplimiento de la normatividad, identificar problemas, además de proponer y adoptar las soluciones pertinentes. De manera adicional, se realizan auditorías ambientales a 30 termoeléctricas.

La CFE participa activamente en el comité Consultivo Nacional de Normalización para la protección ambiental, en la elaboración y revisión de 29 normas oficiales mexicanas en la materia, y en la Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica en el Valle de México.

Un cambio propuesto y efectuado por PIPA fue el de sustituir por gas natural casi todo el combustible que utilizaba la central Valle de México, reduciendo en un 95% las emisiones de bióxido de azufre y de partículas totales.

ESQUEMA 6.1. MATRIZ DE LEOPOLD

	Factores Ambientales	Actividades del Proyecto					Operación	6	7
		1	2	3	4	5			
a		+	+			+			
b		+	+		+	+	+	+	
c		X			+	+	+	+	
d		+	+		+	+	+	+	
e		+	+		+	+	+	+	
f		+		X					
g		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

- Impacto negativo, poco significativo
- Impacto negativo, significativo
- Impacto positivo

- Factores Ambientales**
- a Suelo
  - b Atmósfera
  - c Flora
  - d Fauna
  - e Uso de suelo
  - f Armonía visual
  - g Empleo

- Actividades del proyecto**
- 1 Desmonte
  - 2 Excavación superficial
  - 3 Cimentación
  - 4 Tendido y tensionado de cables
  - 5 Generación de residuos sólidos
  - 6 Podas periódicas
  - 7 Reparación de fallas por operación

## CONCLUSIONES

Un elemento estratégico de la recuperación de la economía mexicana y de la consolidación de ésta en un proceso de crecimiento sostenido, sólido y sustentable, el Gobierno Mexicano promueve el desarrollo de la industria eléctrica para cumplir los objetivos de generar y suministrar al menor costo la energía necesaria para satisfacer los requerimientos de una demanda creciente.

La situación económica del país obliga que por primera vez en la historia de la energía eléctrica participe la iniciativa privada en el desarrollo de proyectos eléctricos, desde su diseño hasta su construcción y puesta en marcha, siendo esto un paso trascendental para el sector eléctrico nacional.

En el aspecto legislativo se tuvo que trabajar mucho para que el sector eléctrico abriera sus puertas a la iniciativa privada. Para empezar, se elaboró el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, el cual se ha modificado varias veces a fin de flexibilizar los requerimientos de participación de los particulares en concursos de capacidad de la Comisión Federal de Electricidad, así como la posibilidad de construir y mantener líneas de transmisión dedicadas a su propio uso.

Por otra parte, todos estos cambios no serían efectivos si no fueran parte de un plan estratégico en el desarrollo del sector eléctrico. La organización del Sistema Eléctrico Nacional, permite visualizar el crecimiento del sector, y forma parte de un marco para un proceso de planificación que tiene por objetivo mejorar continuamente las condiciones del suministro. Las nueve áreas en las que se ha dividido dicho sector y su interconexión mediante redes troncales con líneas de transmisión, permiten reducir el requerimiento de la capacidad instalada, y permiten realizar intercambios de energía entre regiones, incrementando así la confiabilidad del suministro de energía eléctrica.

Un elemento muy importante para una buena planeación es el análisis de la demanda de energía, el cual se basa en la elaboración de escenarios probables de los requerimientos de energía durante los próximos diez años. El procedimiento consiste en proyectar para cada zona las probables ventas de energía eléctrica a los usuarios como de uso residencial y de uso industrial. Los resultados de este estudio, permiten establecer la magnitud y la localización de las demandas actuales y futuras, dando la pauta a seguir en el crecimiento de la generación, transmisión y venta de energía.

La importancia de la participación privada en la construcción de obras de infraestructura consiste en la innovación de tecnologías, así como de metodologías para la realización del proyecto. El Gobierno difícilmente puede destinar recursos financieros para estudios de investigación para las etapas de construcción de los proyectos; en cambio, al inversionista que le interese y se quiera dedicar a un tipo de proyecto en específico, podrá recurrir a la importación o innovación de tecnologías que le permitan reducir sus periodos de construcción y con ello disminuir sus costos, tanto financieros como constructivos.

Las ventajas que se obtiene con esto son diversas, ya que el Gobierno obtiene un ahorro de recursos económicos porque al disminuir los costos del inversionista, el proyecto resulta más barato. Además el Gobierno puede poner en funcionamiento la obra en un menor tiempo. Por otro lado, el importar una nueva tecnología requiere de un costo el cual es asumido por el inversionista y además dicha tecnología podrá quedarse en el país para futuros proyectos.

La ingeniería actual ha tenido una revolución en materia ambiental, la cual lleva a cualquier proyecto a un estudio minucioso de impacto ambiental. Es en este estudio en el que se pueden prever los daños y cambios que la obra produce en cualquiera de sus etapas con el fin de mitigarlos o prevenirlos con anticipación. En el caso de la línea de transmisión Tuxpan – Texcoco se plantean seis medidas preventivas y de mitigación las cuales proporcionan el menor costo ecológico de la obra.

La mentalidad de que el Gobierno es quien debe de realizar las obras de infraestructura se ha quedado en el pasado, hoy en día ha surgido la idea de formar un equipo cuyos integrantes sean la iniciativa privada y las dependencias gubernamentales, los cuales trabajando en equipo podrán satisfacer la demanda de un futuro no muy lejano.

Todas las modificaciones realizadas a la Ley, aunadas con las expectativas del sector eléctrico y la integración de un equipo de trabajo dieron lugar a un marco atractivo para la inversión de capitales privados, logrando con ello los recursos necesarios para satisfacer la demanda de energía eléctrica; así, la CFE podrá diversificar los recursos otorgados por el Gobierno Federal en un mayor número de proyectos, alcanzando sus metas en un menor tiempo y esto a su vez producirá la generación de empleos y la reactivación de las zonas de consumo evitando el estancamiento del sector.

El proyecto de la línea de transmisión Tuxpan – Texcoco es uno de los primeros en basarse en esta ideología del cambio. Sin embargo, falta mucho por recorrer pero con la voluntad y entrega de todos los mexicanos podremos hacer del México de hoy un México digno del Siglo XXI



## BIBLIOGRAFIA

Desarrollo del Mercado Eléctrico 1992 - 2006

Comisión Federal de Electricidad

México, D.F. 1997

Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyecto en el Sector Eléctrico "COPAR" (Tomo de Generación, Transmisión y Transformación)

Comisión Federal de Electricidad

México, D.F. , 1996

Modelos Econométricos Sectoriales para la Proyección del Mercado Eléctrico 1997 -2006

Comisión Federal de Electricidad

México D.F., 1997

Informe Anual 1996

Comisión Federal de Electricidad

México D.F., 1997

Prospectiva del Sector Eléctrico 1997 - 2006

Secretaría de Energía

México D.F. , 1997

Central Termoeléctrica Adolfo López Mateos

Comisión Federal de Electricidad

México D F , 1997

Comisión Federal de Electricidad 1937 -1996

Comisión Federal de Electricidad, Unidad de Comunicación Social

México D F , 1996





---

Bases de Licitación para la Línea de Transmisión Tuxpan - Texcoco  
Comisión Federal de Electricidad,  
Unidad de Contratación y Precios Unitarios  
México D.F., 1996