



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

“Enseñar la Explotación de
la Tierra, No la del Hombre”

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS
IMPACTOS AMBIENTALES PROVOCADOS
POR LA CONSTRUCCIÓN DE UNA LÍNEA DE
TRANSMISIÓN ELÉCTRICA**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

P R E S E N T A:

SALVADOR SAMPAYO MALDONADO



ABRIL DE 2008

Chapingo, Estado de México.



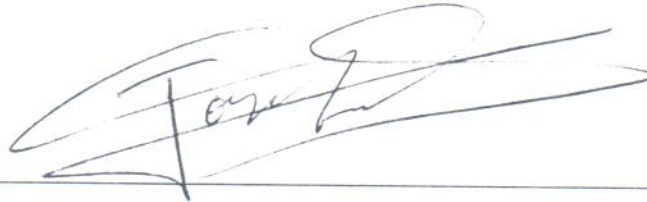
DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
PROVOCADOS POR LA CONSTRUCCIÓN DE UNA LÍNEA DE
TRANSMISIÓN ELÉCTRICA.**

Tesis realizada por **SALVADOR SAMPAYO MALDONADO** bajo la dirección
del Dr. JORGE ANTONIO TORRES PÉREZ y Asesorado por el Dr. JOSÉ
LUIS ROMO LOZANO y el M. S. RIGOBERTO VARGAS CARBALLO y
aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

DIRECTOR:



Dr. JORGE A. TORRES PÉREZ

ASESOR:



Dr. JOSÉ LUIS ROMO LOZANO

ASESOR:



M. S. RIGOBERTO VARGAS CARBALLO

DEDICATORIA

A mi mamá, a mi hermanita Sarita, a mi abuelito, que siempre los llevo en mi corazón.

A mi abuelita Irene por sus oraciones y gran cariño.

A mi PAPA por su apoyo, consejos y su amistad.

A mi Hermana Luz María y mi cuñado Salvador, Y a sus hijas, Caren Orleth, María Elizama y Lisel.

A mi hermano Elpidio que es mi gran amigo y ejemplo, y a su esposa Karina.

A mis hermanitos Ailín Eloisa y Misael.

A Fabiola Jazmín, el amor de mi vida.

A mis primos y amigos: Sergio, Efraín,, David, Aurelio, Dora, Berenice, Carmelita, Griselda, Adan,, Nayeli,, Alejandra y vale, Miguel, al maestro Carrillo y su esposa Aracely, a mis compañeros de la maestría y a todos mis maestros, gracias. Perdón si falta alguno, pero recuerden que todos son importantes para mi.

DATOS BIOGRAFICOS

El autor de esta tesis nació en Carbonero Jacales, Veracruz, el 25 de enero de 1979. Ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) cursando un año de propedéutico en 1996, egresó en el 2001, obteniendo el título de Ingeniero Forestal; En agosto de 2005 ingresó a la Maestría en Ciencias Forestales, en la orientación de Economía Ambiental y egresó en Julio del 2007.

Durante el 2001 y 2002 colaboró en la elaboración de Programas de Manejo Forestal, en los Estados de Puebla, Tlaxcala y Estado de México. En el 2003, fue responsable en el Programa de Manejo Forestal de la Comunidad de San Miguel Topilejo, Delegación Tlalpan, D. F., del cual se desprendió el trabajo de tesis de licenciatura, en el 2003 fue Auxiliar técnico en el Distrito de Teziutlán, Puebla, perteneciente a la Subsecretaría de Desarrollo Forestal. Para el segundo semestre del 2007, fue supervisor de podas en el área lacustre de la Delegación Xochimilco, D.F.

Índice general

RESUMEN ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	4
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
IV. JUSTIFICACIÓN.....	8
V. OBJETIVOS.....	11
5.1. Objetivo general.....	11
5.2. Objetivos específicos.....	11
VI. HIPÓTESIS.....	11
VII. MARCO TEÓRICO.....	12
7.1. El ecosistema y sus funciones.....	12
7.2. Los impactos ambientales.....	15
7.3. Cambio de uso del suelo.....	20
7.4. Valor económico total.....	28
7.5. Costo ecológico.....	31
7.6. Valoración económica de los impactos ambientales.....	33
7.7. Técnicas de valoración de impactos ambientales.....	36
7.7.1. Aplicables generalmente.....	36
7.7.2. Aplicables selectivamente.....	37
7.7.3. Aplicables potencialmente.....	38
7.8. Técnicas de valoración económica de los impactos ambientales provocados por la construcción de la Línea de Transmisión EléctricaTejupilco – Tizapa Maniobras.....	39
7.8.1. Método de cambios en la productividad.....	40
7.8.2. Método de costos de oportunidad.....	41
7.8.3. Método de costos de reubicación.....	43
7.8.4. Método de valoración contingente.....	44
7.9. Política ambiental en México.....	46
7.10. El sector eléctrico en México.....	52
VIII. METODOLOGÍA.....	54
8.1. Ubicación y descripción del área de estudio.....	54
8.1.1. Clima.....	57
8.1.2. Fisiografía.....	58
8.1.3. Suelos.....	59
8.1.4. Hidrología.....	60
8.1.5. Vegetación.....	61
8.1.6. Fauna.....	62
8.1.7. Situación legal del derecho de vía.....	63

8.2. Proceso de construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco - Tizapa Maniobras.....	64
8.2.1. Obras y actividades provisionales.....	64
8.2.2. Actividades de preparación del sitio.....	67
8.2.3. Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía.....	69
8.2.4. Construcción de la obra civil.....	72
8.2.5. Construcción de la obra electromecánica.....	74
8.2.6. Etapa de operación y mantenimiento.....	77
8.2.6.1. Programa de operación.....	77
8.2.6.2. Programa de mantenimiento.....	78
8.2.7. Etapa de abandono del sitio.....	83
8.2.8. Características particulares del proyecto.....	84
8.2.9. Maquinaria, equipo y materiales utilizados.....	85
8.2.10. Inversión requerida en el proyecto.....	88
8.3. Elementos del ambiente que son impactados por la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco-Tizapa Maniobras.....	89
8.3.1. Elección de la trayectoria de la Línea de Transmisión.....	89
8.3.2. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	92
8.3.2.1. Generación, manejo y disposición final de residuos sólidos.....	92
8.3.2.2. Generación, manejo y disposición final de residuos líquidos.....	94
8.3.2.3. Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera.....	94
8.3.2.4. Contaminación por ruido, vibraciones y radioactividad térmica y luminosa.....	95
8.3.3. Elementos impactados por la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica.....	96
8.3.4. Medidas de seguridad.....	97
8.4. Impactos ambientales identificados a lo largo de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras.....	99
8.4.1. Metodología de la evaluación de los impactos ambientales.....	99
8.4.2. Impactos negativos identificados en el proyecto.....	101
8.4.2.1. Factor suelo.....	101
8.4.2.2. Factor aire.....	103
8.4.2.3. Factor agua.....	105
8.4.2.4. Factor fauna.....	106
8.4.2.5. Factor vegetación.....	106
8.4.2.6. Factor paisaje.....	107
8.4.3. Impactos positivos identificados en el proyecto.....	109
8.4.4. Impactos residuales identificados en el proyecto.....	110
8.4.4.1. Impactos residuales sobre el suelo.....	110
8.4.4.2. Impactos residuales sobre la vegetación.....	111
8.4.4.3. Impactos residuales sobre el agua y la fauna.....	111
8.4.4.4. Impactos residuales sobre la socio – economía.....	111
8.4.4.5. Impactos residuales sobre el paisaje.....	112

8.5. Metodología del método de valoración contingente.....	112
8.5.1. Diseño de las encuestas.....	113
8.5.2. Aplicación de las encuestas.....	114
8.5.3. Tamaño de muestra.....	115
8.5.4. Procesamiento de la información.....	116
8.6. Metodología del método de costo de oportunidad.....	117
8.7. Metodología del método de cambios en la productividad.....	119
8.8. Metodología del método de costos de reubicación.....	120
IX. RESULTADOS.....	121
9.1. Medidas de mitigación.....	121
9.2. Método de valoración contingente.....	127
9.2.1. Disponibilidad a aceptar (DAA).....	127
9.2.2. Disponibilidad a pagar (DAP).....	132
9.3. Método de costo de oportunidad.....	140
9.4. Método de cambios en la productividad.....	145
9.5. Método de costos de reubicación.....	145
9.6. Valor de los impactos ambientales de la línea.....	145
9.7. Elasticidad ingreso de la DAA y de la DAP.....	147
X. CONCLUSIONES.....	148
XI. LITERATURA CITADA.....	151
Anexo 1 Descripción de la generación, manejo y disposición de residuos peligrosos y no peligrosos, descargas y control de emisiones en la L. T. Tejupilco – Tizapa Maniobras.....	158
Anexo 2 Fuentes emisoras de ruido en la construcción de la L. T. Tejupilco – Tizapa Maniobras.....	161
Anexo 3 Espaciamiento y diseño tipo para las tinas ciegas.....	162

Índice de cuadros

Cuadro 1	Cambio de uso de suelo de tierras forestales, por tipo de proyecto-sector (2006-07 Enero).....	20
Cuadro 2	Cambio de uso de suelo de tierras forestales, por superficie autorizada por sector (ha).....	21
Cuadro 3	Criterios técnicos para determinar el nivel de equivalencia de la compensación ambiental por cambio de uso de tierras forestales (CUSTF).....	26
Cuadro 4	Cuotas por el derecho de cambio de uso de terrenos forestales.....	27
Cuadro 5	Valor económico total y sus componentes.....	29
Cuadro 6	Instrumentos legales de la política ambiental mexicana.....	49
Cuadro 7	Coordenadas Geográficas para los puntos de inflexión de la Línea de Transmisión Tejupilco-Tizapa Maniobras.....	55
Cuadro 8	Tipo de clima en los municipios localizados en la L. T. Tejupilco-Tizapa Maniobras.....	57
Cuadro 9	Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía de la L.T. Tejupilco – Tizapa Maniobras.....	70
Cuadro 10	Principales actividades de mantenimiento y su periodicidad para la L.T. Tejupilco – Tizapa Maniobras.....	82
Cuadro 11	Características particulares de la obra.....	84
Cuadro 12	Equipo y maquinaria utilizados en la L. T. Tejupilco – Tizapa Maniobras.....	86
Cuadro 13	Materiales utilizados durante la etapa de construcción de la Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa Maniobras.....	87
Cuadro 14	Inversión del proyecto de la L. T. Tejupilco – Tizapa Maniobras...	88
Cuadro 15	Niveles jerárquicos utilizados en la evaluación cuantitativa.....	90
Cuadro 16	Impactos observados en los siguientes componentes ambientales, por la construcción de una Línea de Transmisión Eléctrica.....	96
Cuadro 17	Criterios básicos y complementarios con sus atributos.....	100
Cuadro 18	Rangos de índices de impacto y las categorías de significancia.....	101
Cuadro 19	Impactos ambientales negativos y las medidas de mitigación.....	122
Cuadro 20	Costo de las medidas de mitigación.....	126
Cuadro 21	Disponibilidad a aceptar relacionada con el nivel de ingreso mensual.....	127
Cuadro 22	Disponibilidad a aceptar por tipo de sexo.....	128
Cuadro 23	Disponibilidad a aceptar por nivel de estudios.....	128
Cuadro 24	Frecuencia de la disposición a aceptar.....	129
Cuadro 25	Modelo de disposición a aceptar.....	130
Cuadro 26	La DAA estimada en relación al ingreso.....	130
Cuadro 27	Disposición a pagar relacionado con el nivel de ingreso mensual...	132
Cuadro 28	Disposición a pagar por tipo de sexo.....	133
Cuadro 29	Disposición a pagar por nivel de estudios.....	134
Cuadro 30	Frecuencia de la disposición a pagar.....	134
Cuadro 31	Modelo de disposición a pagar.....	136
Cuadro 32	La DAP estimada en relación al ingreso.....	137
Cuadro 33	Comparación de la Indemnización de la CFE y la DAA y la DAP por m ²	139
Cuadro 34	Costos de la siembra del maíz.....	141
Cuadro 35	Beneficios del cultivo del maíz.....	141

Cuadro 36	Beneficios totales del cultivo del maíz.....	142
Cuadro 37	Valor total de las afectaciones en los diferentes tipos de uso de suelo y el tiempo de afectación.....	144
Cuadro 38	Valor total de los impactos ambientales de la L. T. Tejupilco- Tizapa.....	146
Cuadro 39	Elasticidad ingreso de la DAA y de la DAP.....	147

Índice de figuras

Figura 1	Porcentaje de Cambio de uso del suelo de tierras forestales por tipo de proyecto.....	21
Figura 2	Superficie de cambio de uso del suelo de tierras forestales 2006-2007. Total Nacional.....	22
Figura 3	Autorizaciones por tipo de ecosistema (2006-2007) para cambio de uso del suelo de tierras forestales.....	23
Figura 4	Montos depositados ante el Fondo Forestal Mexicano \$ 480,444,706.98 correspondiente a 53,560 ha para compensación ambiental, por cambio de uso del suelo de tierras forestales.....	25
Figura 5	Mapa de localización de los municipios: Tejupilco, Temascaltepec y Zacazonapan.....	56
Figura 6	Manejo de la vegetación en el derecho de vía de la L.T. Tejupilco – Tizapa Maniobras.....	71
Figura 7	Flujo de los residuos sólidos.....	94
Figura 8	Disponibilidad a pagar por ingreso.....	131
Figura 9	Tendencias de la DAA estimada con relación al ingreso.....	132
Figura 10	Disposición a pagar por tipo de sexo.....	133
Figura 11	Disponibilidad a pagar por ingreso.....	137
Figura 12	Tendencias de la DAP estimada con relación al ingreso.....	138
Figura 13	Valor total de los impactos ambientales de la línea.....	146

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PROVOCADOS POR LA CONSTRUCCIÓN DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA

ECONOMIC VALUATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE CONSTRUCTION OF A LINE OF ELECTRIC TRANSMISSION

Sampayo Maldonado, S.¹ y Torres Pérez, J. A.²

RESUMEN

La construcción de una línea de transmisión eléctrica implica hacer cambios en el uso del suelo para la apertura de la brecha de maniobras y el desplante del derecho de vía, provocando impactos ambientales; sin embargo, estos no son valorados para definir las medidas de mitigación, ni incorporados en los costos del proyecto.

El presente estudio de valoración económica de los impactos ambientales ocasionados por la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco-Tizapa Maniobras, valoró los impactos ambientales por medio de tres Métodos: Método de Costo de Oportunidad asciende a \$761,473.167; el Método de Costo de Reubicación fue de \$285,000.00. En el Método de Valoración Contingente, los dueños de los predios que fueron afectados por la Línea están dispuestos a aceptar de compensación en promedio \$982.995 por m², por la pérdida de bienestar por los impactos ambientales y tienen una disponibilidad a pagar en promedio de \$303.69 por m², por evitar los impactos ambientales que ésta provoca.

Se recomienda utilizar la disposición a aceptar (DAA), ya que los dueños de los predios cuentan con los derechos de propiedad y son afectados en la pérdida de bienestar. El valor total de los impactos ambientales a lo largo de la Línea fue de \$346,464,451.710 (DAA agregada) mientras que la CFE pagó \$ 141.86 por m², se tiene un costo total de la Línea de \$64,800,000 lo cual representa el 18.7% de la DAA. La elasticidad ingreso del medio ambiente es de 0.75, considerado como un bien normal.

Palabras clave: costo de oportunidad, costo de reubicación, valoración contingente, disposición a aceptar, disposición a pagar y elasticidad ingreso.

ABSTRACT

The construction of one electric line implies to make changes in the use of the soil for the opening of the way for maneuvers and to obtain the way's right, causing environmental impacts; however, they are not valued to define the mitigation measures, and their costs are not incorporated to the ones of the project.

In the present work of economic valuation of the environmental impacts caused by the construction lines of electric transmission Tejupilco-Tizapa Maniobras, was made a valuation of the environmental impacts using three methods to obtain the following results: the method of cost of opportunities ascends to Mex. \$761 473.167; the method of relocation cost was Mex. \$285, 000.00. In the method of Contingent Valuation, the owners of affected lands are willing to accept Mex. \$982.995 in average per square meter as compensation for the lost of well-being by the environmental impacts. However they are willing to pay Mex. \$303.69 in average per square meter in order of avoiding the environmental impacts that it causes.

It is recommended to use the willingness to accept (WTA), because the owners of a piece of land have the rights of property and they are affected by loss of well-being. The total value of the environmental impacts along the line was Mex. \$346,464,451.710 (added WTA) while the CFE paid Mex. \$141.86 per square meter. The total cost of the line is Mex. \$64,800,000 which represents 18.7% of the WTA. The income elasticity of the environment is of 0.75, considered as a normal good.

Key words: opportunity cost, relocation cost, contingent valuation, willingness to accept, willingness to pay and income elasticity.

¹ Tesista. Alumno de la Maestría en Ciencias Forestales, con orientación en economía ambiental, de la División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo.

² Director de tesis. Profesor-investigador de tiempo completo de la División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo.

I. INTRODUCCIÓN

La República Mexicana es un país dotado de un amplio y valioso recurso forestal. A lo largo de las montañas, se observan macizos arbolados constituidos por especies de coníferas (pinos, abetos, pinabetes, cipréses, etc.) y varias especies de latifoliadas (encinos, fresnos, madroños, ailes, etc.), en las zonas bajas, se pueden contemplar en su majestuosidad, las selvas o bosques tropicales con abundante precipitación. Cuando las condiciones de humedad no son favorables, se presenta imponente el desierto el cual ocupa el 55% del área total del territorio nacional (Caballero, 2000; Citado por Sampayo, 2004).

Los recursos naturales producen una gran variedad de bienes y servicios para la humanidad. Por lo tanto, la naturaleza tiene un valor para el hombre y contribuye a responder a sus necesidades en distintas formas. Para la FAO (1997) estas contribuciones se realizan a través del: uso directo e indirecto y la mera existencia de los recursos naturales o de la posibilidad de su futuro uso directo o indirecto.

Los recursos naturales asimilan los subproductos de desecho del proceso económico y proporcionan otros servicios que son esenciales para el desarrollo económico de un país, como son la salud, diversidad genética y funciones climáticas. Es indispensable contar con un método de evaluación económica que mida el valor económico de todas las funciones de cada uno de los elementos ambientales, actuales y futuros, y compare los beneficios que hubiera reportado la conservación de dichos elementos, con las utilidades netas. La finalidad de estas evaluaciones de costos y beneficios será averiguar cuál es la asignación óptima de los recursos, para poder elegir entre las diferentes tecnologías disponibles, tomando en cuenta los riesgos e incertidumbres de las diferentes formas de manejo de los recursos naturales (Torres, 2001).

El desarrollo del país, requiere disponer de energía eléctrica y para satisfacer esta demanda, se construyen las Líneas de Transmisión Eléctrica. El fluido eléctrico se transmite desde las centrales generadoras de las subestaciones eléctricas de potencia y de

éstas a los centros de consumo; la transmisión del flujo eléctrico de subestación a subestación, se lleva a cabo mediante Líneas de Transmisión Eléctrica de alta tensión.

La Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras tiene una longitud total de 19.581 km., y un ancho de vía de 18 m.; la capacidad de transmisión es de 115, 000 voltios en 2 circuitos. Durante su construcción se instalaron 80 estructuras de acero autoportadas, con la finalidad de transmitir energía de la Subestación Eléctrica Tizapa Maniobras (en operación), a la Subestación Tejupilco, como fuente alterna de energía, para atender los requerimientos del servicio en la Región Sur del Estado de México y el norte del Estado de Guerrero. El proyecto Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa Maniobras, forma parte del Sistema Eléctrico Nacional.

La construcción de este tipo de proyectos es necesaria, ya que responde a las estrategias de planificación y por otro, a las necesidades y oportunidades que representan el progreso del país, pero es imperioso identificar, cuantificar y valorar los impactos ambientales para proponer acciones de mitigación de los mismos.

El paso de líneas de transmisión eléctrica, afecta a los dueños de los predios donde está planeado su trazo y la construcción de estas obras provoca varios impactos en el ecosistema, los cuales no son valorados y como consecuencia no son tomados en cuenta para realizar el pago de indemnizaciones y por ende, no son manifestados en los costos del proyecto. El presente trabajo de investigación a partir de varios métodos de valoración económica, busca encontrar las actividades y usos que ya no se pueden realizar de los terrenos y la disponibilidad a aceptar (DAA) de los dueños de los predios afectados por el paso de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco Tizapa – Maniobras, en la pérdida del bienestar por los impactos ambientales provocados por la construcción, mantenimiento y operación de la misma.

El origen de los valores, incluso de los valores económicos, es psicológico y tiene un componente fisiológico (FAO, 1997) y es por eso que éstos dependen de las percepciones individuales de los mismos. Por consiguiente éstos varían de individuo a

individuo y de grupo a grupo, y pueden cambiar rápidamente con el tiempo a medida que las situaciones y las percepciones individuales cambian. En toda discusión práctica de evaluación económica es fundamental tener presente estas ideas: no hay valores económicos absolutos (fuera de las percepciones individuales) y estas percepciones tienden a ser dinámicas, y por lo tanto variables a medida que las circunstancias cambian.

Existen antecedentes principalmente en países desarrollados que están impulsando el desarrollo de tecnologías y técnicas a fin de poder estimar el valor que representa contar con un ecosistema en equilibrio y un ambiente limpio.

La ecología estudia los ecosistemas y provee la información física cuantitativa y cualitativa y la economía (ambiental) cuantifica, en términos monetarios, los flujos de insumos y los servicios ambientales provenientes de estos y los impactos (externalidades), positivos y negativos, sobre el entorno resultante de las actividades económicas humanas (CBM. 2002).

Una externalidad se define como un efecto generado en el proceso de producción, el cual modifica la utilidad o las posibilidades de producción de otras actividades económicas y no recae sobre el productor. Este efecto puede ser negativo o positivo y cuando incide sobre el medio físico, biológico, cultural y socioeconómico se le denomina externalidad ambiental (IICA, 2000).

Según IICA (2000), Tietenberg se refiere a las externalidades negativas como una de las características fundamentales de una estructura eficiente de derechos de propiedad; sin embargo, esta estructura es quebrantada frecuentemente y la violación más común se da cuando el agente productivo no imputa en sus costos de producción todos los efectos de su acción y son otras personas o agentes los que deben soportar o pagar los efectos nocivos generados por él. En este contexto, la externalidad negativa puede ser ambiental, si su efecto determina modificaciones en los recursos naturales (medio ambiente), o pecuniaria si su efecto distorsiona los precios de determinado producto.

II. ANTECEDENTES

La idea de darle un valor a los recursos naturales, se inicia en la década de los 30^a, que es cuando los economistas, desarrollan la nueva teoría del bienestar creando la rama de la economía que se encargaría de darle un valor a los bienes sin precio de mercado. El desarrollo de estas ideas, dió forma para la creación de una nueva disciplina científica conocida como Economía Ambiental, la cual se enfoca en estudiar los flujos y residuos producto de la actividad económica que impactan al medio ambiente (Field, 1995). Teniendo antecedentes en otros países los cuales han desarrollado técnicas, las cuales han sido utilizadas para determinar el valor monetario de los impactos de los proyectos sobre el ambiente.

La declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, aprobada en Estocolmo, Suiza el 16 de junio de 1972 y en el informe “Nuestro Futuro Común” de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, publicado en el otoño de 1987, también conocido como el Informe Brundtland; mencionan que el desarrollo económico y social, tanto en los países industrializados como en los que se encuentran en vías de desarrollo, debe descansar en la base de la sustentabilidad (García y Contreras, 1997).

Uno de los principales puntos que señala el Informe Brundtland es el hecho de que el costo ecológico no se ha tomado en cuenta en la contabilidad económica de los países desarrollados ni en desarrollo (Ruíz, 1997).

En México el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) creó el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) como apoyo al plan Nacional de Desarrollo 1995-2000. El cual constituye un primer paso hacia la elaboración de instrumentos para la toma de decisiones económicas ambientalmente sustentables mostrando la dimensión y evolución física de los recursos naturales y el deterioro ambiental e incorporando en el Producto Interno Bruto (PIB) los costos del agotamiento y la degradación provocadas por el hombre.

Desde 1972 la OCDE acuñó el principio del que, contamina paga y desde 1991 el uso de instrumentos económicos en la política ambiental. En este mismo sentido, el acuerdo de cooperación ambiental del TLCAN, también, estableció la promoción del uso de instrumentos económicos para la eficiente consecución de las metas ambientales (Serrano, 2006).

El Programa 21, aprobado durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), que tuvo lugar en Brasil en junio de 1992, solicita explícitamente el desarrollo de metodologías apropiadas para calcular el valor de los bosques de modo exhaustivo (FAO, 1997).

Un intento de análisis económico fue el que propuso Hartwick en 1990 en su texto de Contabilidad de los Recursos Naturales. En este, se intentó asignar un valor a los recursos naturales en el contexto de las Cuentas Nacionales, para incluirlos en el PIB, pero estas medidas fueron insuficientes para medir el bienestar social (Arana, 1995).

En Estados Unidos y en Canadá, las firmas comerciales o los individuos que han dañado o han causado alguna pérdida al medio ambiente, han sido obligados a pagar por estos daños, y se espera que estos principios de quien contamine o deteriore los recursos naturales pague, se incrementarán en un futuro. Esto demandará manejar un mayor número de metodologías objetivas de valoración de daños al medio ambiente con propósitos de litigio (Arana, 1995).

Ibarrarán *et al* (2003) realizaron un estudio de la valoración económica del impacto ambiental del manejo de residuos sólidos municipales en San Pedro Cholula, Puebla. La hipótesis central del trabajo fue que la disponibilidad a pagar de los individuos debe reflejar el valor que para estos habitantes tiene la calidad ambiental de su comunidad, con el fin de que cuando se utilice el medio ambiente se conozca y se pague el costo que ello representa. La DAP promedio estimada fue de \$ 221.71 pesos anuales por vivienda, estimado en \$ 4.2 millones anuales de las DAP agregadas, el cual se utilizará para la construcción del relleno sanitario, lo anterior nos da una idea del nivel de conciencia de

la población y de los principales elementos que le dan mayor peso en la valoración del ambiente.

El programa de pago por Servicios Ambientales fue creado por el Gobierno Federal en 2003 como un instrumento de compensación directa para los dueños de bosques y selvas cuyos predios conservan una cubierta forestal necesaria para desarrollar un mecanismo de cobro hacia las zonas beneficiadas por estos servicios, con el fin de incentivar el mantenimiento y la integridad de estas masas forestales con el fin de que sigan desarrollando funciones esenciales, principalmente las de desempeño hidráulico, captura de carbono y conservación de la biodiversidad (CONAFOR, 2006)

Cabe mencionar que las tendencias en los países desarrollados ya no es solo la valoración económica de los servicios ambientales, sino de crearles un mercado para que dichos servicios se compren o se vendan, para así poder subsanar de alguna manera los impactos ambientales que se generan (García, 2006).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No existe un proceso productivo que no use el medio natural y que convierta el 100% de sus insumos en producto, lo cual implica que genera desechos sólidos, líquidos y gases, y estos van a dar a los distintos componentes del medio natural; éstos son acumulables que cuando sobrepasan la capacidad de amortiguamiento del ecosistema (resiliencia) provocan crisis o colapso, lo cual altera los servicios ambientales y disminuye el bienestar (Romo, 2006).

El conjunto de bienes y servicios ambientales que conforman el capital natural del país, hoy es ya relativamente escaso y lo será más de mantenerse las actuales formas de utilización de nuestros ecosistemas (Serrano, 2006). En México la CFE es la empresa que más cambios de uso de suelo provoca con un 37% y la pérdida de vegetación constituye uno de los factores primordiales en el cambio climático global,

La construcción de una línea de transmisión eléctrica implica hacer cambios en el uso del suelo en zonas forestales para la apertura de la brecha de maniobras y el desplante del derecho de vía de línea, provocando impactos en el ecosistema. Pero los impactos ambientales provocados por la construcción de las líneas de transmisión eléctrica no son valorados y por lo tanto, no son incorporados en la toma de decisiones para definir las medidas de mitigación, ni en los costos de construcción de la misma.

El acelerado crecimiento de la población y la necesidad de satisfacer sus prioridades, ponen de manifiesto un incremento en la producción de alimentos y la de energía, por lo cual, es necesario buscar nuevas alternativas y que estas sean más ecológicas. Muchos de los recursos ambientales no son comercializados en un mercado y por lo tanto, no presentan un precio, esto puede ocasionar daños a la naturaleza por una sobre explotación dado que la población considera un precio igual a cero para dichos recursos (Torres Pérez, 2001).

La asignación de un valor monetario a los bienes y servicios ambientales y a los impactos de los cambios en la calidad ambiental, se requiere para determinar medidas de alternativas de inversión y frenar la degradación de nuestros recursos; esencial para un análisis económico más completo. Aunque queda la incertidumbre si ese valor representa una parte considerable, o sólo una pequeña fracción del verdadero valor económico total de ese ecosistema susceptible de sufrir daños irreparables.

Para Ibarrarán *et al* (2003) el mercado es incapaz de regir óptimamente la explotación del medio ambiente debido a que cuenta con las características de un bien público puro (no exclusión y no rivalidad en el consumo). Al no haber un mercado explícito para estos bienes, no es posible fijar un precio, lo cual lleva al sobre uso y por consiguiente a la degradación del mismo y no hay manera de asegurar que su índice de utilización se mantenga hasta el nivel que maximiza su valor global.

En la actualidad se tiene conciencia sobre los daños producidos en el medio ambiente; si bien es cierto que desde 1988 existe una Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, no se han llevado a cabo hechos concretos que puedan corregir con intensidad y eficiencia, los severos daños que en la actualidad se consideran (García y Contreras, 1997).

VI. JUSTIFICACIÓN

El uso de los bienes y servicios ambientales genera beneficios para la sociedad, pero la emisión de desechos genera impactos negativos, que se traducen en costos. El uso sostenible de los recursos se logra cuando los beneficios económicos son mayores que los costos de producción sumados a los costos ambientales generados por la contaminación (CBM, 2002).

Los procesos de utilización productiva de los recursos naturales renovables y el aprovechamiento de los servicios ambientales de los ecosistemas, se reflejan de manera directa o indirecta, en los procesos económicos que configuran el modelo de desarrollo del país.

Un desarrollo económico exitoso depende del uso racional de los recursos naturales y de la minimización, tanto como sea posible, de los impactos adversos de los proyectos de desarrollo. Según Dixon *et al.* (1994) hay dos elementos principales en la evaluación de los impactos ambientales: en primer lugar, deben ser identificados y medidos; en segundo término, deben encontrarse métodos para dar valor monetario a esos impactos, de manera que puedan ser incluidos en los análisis formales de proyectos.

Valorar los impactos ambientales significa poder contar con un indicador de la importancia de un ecosistema limpio y en equilibrio para la sociedad a partir de valoraciones individuales. El objetivo es la estimación econométrica de los determinantes de la disposición a pagar por calidad ambiental e integrar esta

información en la toma de decisiones de tal forma que cuando se utilice el medio ambiente se conozca y se pague el costo que ello represente (Ibarrarán *et al*, 2003).

La valoración de los impactos ambientales, significa obtener el costo para la restauración ecológica el cual una vez estimado, ésta inversión en el mismo ecosistema dañado se traducirá en una mayor productividad en otros sectores de la economía (externalidades positivas), además de los múltiples beneficios.

Para SEMARNAP (2000) la mejor forma de evitar que los procesos productivos sigan deteriorando el entorno natural, es mediante una valoración y utilización más eficiente de los servicios de la naturaleza y de sus funciones ecológicas ante diferentes opciones de aprovechamiento económico.

La valoración ambiental tiene como propósito asignar un valor monetario al daño ocasionado al recurso natural, al ecosistema o bien a las externalidades o fallas del mercado ocasionadas por las actividades económicas que pueden repercutir positiva o negativamente sobre un agente económico, a un bien ó a un recurso natural. Para poder tomar decisiones sobre el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y el medio ambiente se necesita la generación de indicadores cuantitativos.

La internalización de los costos ambientales, es el principio fundamental para la sustentabilidad de nuestros recursos naturales, del ambiente y de los servicios ambientales y la reducción de catástrofes como el cambio climático global, la extinción de especies y el envenenamiento del aire y del agua.

Los proyectos de construcción de líneas de transmisión eléctrica que en su proceso impactan a los recursos naturales, solo se toman en cuenta los impactos ya sean positivos o negativos (externalidades), en forma cualitativa, por lo tanto, éste trabajo de tesis plantea la valoración económica de los impactos ambientales, y que se tomen en cuenta los costos ecológicos en los costos del proyecto.

El propósito es evaluar los impactos ambientales, considerando diversos bienes y servicios económicos, sociales y ambientales al mismo tiempo, utilizando un enfoque

analítico. Además de proveer una gama de técnicas las cuales han sido utilizadas para determinar el valor monetario de los impactos de los proyectos de construcción de líneas de transmisión eléctrica sobre el ambiente y entre ellas seleccionar la más adecuada, acorde con los efectos valorados, la disponibilidad de datos, tiempo y recursos financieros (Dixon *et. al*, 1994).

La valoración económica de la protección y el uso adecuado de los recursos naturales, es fundamental para asegurar la viabilidad de diversas actividades productivas de las que dependen amplias cadenas económicas y el sustento de millones de familias. La preservación de la calidad de los recursos, es también un asunto crítico, no solo por que la contaminación deteriora la salud humana sino también porque se ven afectados los insumos de muchas ramas económicas, así como los costos de operación (SEMARNAP, 2000).

La valoración de los servicios y de los impactos ambientales se nos presenta como una opción muy viable para apoyar la conservación y el desarrollo sustentable (SEMARNAT, 2004). Este trabajo pretende aumentar el conocimiento y educación ambiental para informar y ser una guía en la toma de decisiones de proyectos que impacten el medio ambiente y los sectores socioeconómicos, con el suministro de información objetiva y válida científicamente.

La realidad de nuestro entorno natural, nos dicta que debemos frenar la devastación de nuestros recursos naturales, pero no interferir en el desarrollo económico del país. Por lo tanto nuestro objetivo es la aplicación de un valor a los impactos ambientales provocados por los proyectos de desarrollo de energía eléctrica, a partir de bases económico-ecológicas que le den un impulso al desarrollo económico de nuestro país, mejorando la calidad de vida, pero con bases científicas de sustentabilidad.

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Valorar económicamente los diferentes impactos ambientales generados en la construcción de una Línea de Transmisión Eléctrica sobre los diferentes elementos del ambiente, para incorporarlos como herramientas en la toma de decisiones para las propuestas de mitigación y compensación para los sectores sociales que se ven afectados.

5.2. Objetivos Específicos

- i. Identificar los impactos ambientales provocados por la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica.
- ii. Cuantificar los impactos ambientales generados en su construcción.
- iii. Valorar los impactos ambientales que genera la construcción de dicha línea.

VI. HIPÓTESIS

- I. La valoración de los impactos ambientales que provoca la construcción de una Línea de Transmisión Eléctrica, no son incorporados en la toma de decisiones para definir las medidas de mitigación de impactos ambientales
- II. El valor económico de los impactos ambientales que provoca la construcción de una Línea de Transmisión Eléctrica está subevaluado y en algunos casos es de cero, por lo que promueve medidas de mitigación ambientales insuficientes.
- III. La valoración económica de los impactos ambientales, provocados por la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco-Tizapa Maniobras, es mayor que el presupuesto que asignó la Comisión Federal de Electricidad a las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales de la línea.
- IV. La Disponibilidad a aceptar (DAA) por m² de las personas afectadas con el paso de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco-Tizapa, es mayor que las indemnizaciones que dio la CFE.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1. El ecosistema y sus funciones

Los organismos vivos no existen en forma aislada. Los organismos actúan entre sí y sobre los componentes químicos y físicos del ambiente. Para Sutton y Harmon (1985), se denomina ecosistema a la unidad básica de interacción organismo-ambiente que resulta de las complejas relaciones existentes entre los elementos vivos y los inanimados en un determinado espacio.

Los lugares naturales están constituidos por muchos seres y elementos que interactúan entre sí. Las plantas utilizan la energía del sol para fabricar sus elementos y proveer nutrientes a los animales y a otros seres. A su vez, cuando estas mueren, son descompuesta por microorganismos que dejan libre en el suelo nutrientes útiles para el crecimiento de nuevas plantas. Cada lugar que se autorregule o se equilibre en condiciones naturales, es un ecosistema (Mc Clung, 1981).

A la Ecología se le ha definido como el estudio de los ecosistemas. Esta palabra fue propuesta por el Alemán Ernst Haeckel en 1869, (Mc Clung, 1981) es la ciencia que estudia el medio en el que viven los organismos y las interrelaciones de dichos organismos entre sí y las de estos con el ambiente (CECSA, 1975). A pesar de las ideas ecológicas que aparecen en los escritos de los antiguos filósofos griegos, fue hasta principios del siglo pasado que a la Ecología se le consideró una ciencia por derecho propio (Sutton y Harmon, 1985) y se aceptó como una rama de las ciencias biológicas debido a que se desarrolló dentro de la historia natural. A menudo se le denomina biología ambiental.

El concepto ecosistema es adjudicado a Tansley, quien explícitamente lo utilizó por primera vez en sus escritos en el año de 1935 (García, 2006), aunque algunos autores también lo utilizaron antes de manera implícita.

Un ecosistema forestal está compuesto por la masa forestal, por otras plantas verdes (productores primarios) por productores secundarios (descomponedores y consumidores), el suelo, y el medio que contiene las raíces y los descomponedores. Otros elementos pueden ser los factores externos, como la climatología, y finalmente los factores indirectos que operan en cualquier ecosistema (Seoáñez *et al*, 1999).

Un ecosistema es la suma total de factores físicos y biológicos que operan en cualquier área. Un ecosistema es una unidad autosuficiente (Barrer y Allen, 1970), que necesita la entrada constante de energía. Cada tipo de organismo tiene un potencial biótico que éste representa el poder inherente de una población para aumentar en número, bajo condiciones ideales del ambiente. Todos los organismos en un ecosistema compiten por energía, el resultado frecuente de ésta competencia es un descenso y extinción final de una especie con el dominio completo de otra. A esto se le conoce como la hipótesis de Gause, o el principio de exclusión competitiva, que establece simplemente que dos especies con necesidades ecológicas similares, no pueden vivir exitosamente juntas.

Los ecosistemas se han ido formando en una evolución lenta, como consecuencia del proceso de adaptación de las especies a su medio. La edad es un parámetro que caracteriza a los ecosistemas. Así un ecosistema será joven o maduro en función de su capacidad para captar la energía disponible y transferirla a las especies que lo constituyen. A medida que esta energía es captada y transferida al mayor número posible de especies, a lo largo de la cadena trófica, mayores serán la estabilidad, la madurez, el equilibrio, la organización y la complejidad de los ecosistemas. Estos poseen un mecanismo de autorregulación (resiliencia) capaz de resistir, dentro de unos límites razonables, modificaciones y variaciones bruscas externas o internas (Seoáñez, 1998).

El grado de riqueza de un ecosistema se evalúa en muchas ocasiones por su productividad, es decir, por la cantidad de biomasa que produce. Pero a menudo este patrimonio no significa riqueza en especies, lo que implica que el equilibrio del ecosistema sea muy inestable. Un ecosistema pobre en especies es más indefenso frente

a las eventuales alteraciones de las condiciones ambientales que otro con una elevada biodiversidad (Saruhkan, 1987).

Las acciones humanas afectan de manera inevitable los ecosistemas, modificando nuestro entorno natural. La Ecología Humana es el estudio de los ecosistemas desde el punto de vista de la forma en que afectan a los seres humanos y en la que éstos resultan afectados por ellos. A medida que las interacciones del hombre con el ambiente se hacen más drásticas, mayor número de personas se preocupan de ésta ciencia en los estudios ambientales (Sutton y Harmon, 1985).

Las funciones ecosistémicas son las relaciones entre los elementos del ecosistema y originan los servicios ambientales. Esto quiere decir, que los servicios ambientales son las funciones ecosistémicas que utiliza el hombre. Los servicios ambientales son funciones ecosistémicas no tangibles y los bienes ambientales son las materias primas que utiliza el hombre en sus actividades económicas tangibles (García, 2006).

Todo ecosistema, natural o artificial, presenta funciones específicas como resultado de la interacción de sus componentes vivos y sus elementos no vivos. Para la SEMARNAT (2004), los ecosistemas realizan cuatro funciones importantes:

- Funciones de regulación. Están relacionadas con la capacidad de los ecosistemas naturales y seminaturales, para regular procesos ecológicos esenciales y sistemas de apoyo a la vida mediante ciclos bio-geo-químicos y otros procesos de la biosfera.
- Funciones de hábitat o soporte. Son aquellas que los ecosistemas naturales proporcionan en forma de refugio y reproducción a plantas y animales silvestres y contribuyen a la conservación (en el sitio) de la diversidad genética y de los procesos evolutivos.
- Funciones de producción. Se refieren principalmente a la biomasa que producen los organismos vivos e incluyen procesos de fijación de nutrientes, conversión de

energía (solar a química) y transformación de energía en materia (producción de carbohidratos).

- Funciones de información. Son las funciones relacionadas con los mecanismos de la herencia, las que resultan de la evolución natural de las especies. Constituyen todo el reservorio genético de la vida. Incluyen también la información de la interacción de los organismos con su entorno, información que se almacena a lo largo del tiempo.

Los ecosistemas naturales permiten la continuidad de los procesos evolutivos y la existencia de millones de especies que comparten con nosotros un espacio, que desde una perspectiva ética, es inaceptable una actitud de exterminio utilitario. Lo anterior nos permite interpretar al territorio nacional como un ensamble de ecosistemas articulados históricamente a las actividades humanas, donde a toda transformación o cambio social relevante corresponde, para bien o para mal, una transformación ecológica y ambiental (Quadri, 1994).

La estructura y dinámica de los ecosistemas son en mayor o menor medida el resultado de procesos estocásticos. Estos procesos excluyen la gestión determinística y las políticas de planificación que asumen la posibilidad de una predicción perfecta. Este principio recalca la necesidad de que la gestión y planificación sea flexible y da la posibilidad a que situaciones inesperadas tengan lugar (Mitchell, 1999).

7.2. Los impactos ambientales

Desde el centro de la Antártida hasta el Monte Everest los desperdicios humanos son obvios y van en aumento. No es posible encontrar una muestra de agua del océano sin una señal de los 20 mil millones de toneladas de desperdicios humanos que son vertidos anualmente. Una quinta parte de la población mundial respira aire más venenoso que lo recomendado por los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y una generación completa de niños en la Ciudad de México puede quedar intelectualmente

afectada debido al envenenamiento por plomo (Costanza, *et al.* 1999. Citado por Torres Pérez, 2001).

El medio ambiente es fuente de recursos que abastece al ser humano de las materias primas y energía que necesita para su desarrollo. Ahora bien, sólo una parte de estos recursos es renovable y se requiere un tratamiento cuidadoso para evitar que su uso irracional, conduzca a una situación de desastres naturales (Conesa, 1997).

El uso inadecuado de los recursos y bienes ambientales nos ha hecho perder oportunidades productivas y económicas relevantes y las alteraciones ambientales acumuladas están generando múltiples daños y riesgos para la población y los ecosistemas naturales (SEMARNAP, 2000).

Para Seoáñez (1998), el estado de salud de cualquier población está determinado por cuatro factores: el genético, el comportamiento individual, la calidad de los cuidados médicos y el medio ambiente.

Al modificar el entorno de manera negativa, la humanidad sin darse cuenta, ha iniciado un proceso lento y gradual de autodestrucción, ya que este efecto negativo se le esta revirtiendo directamente, por contaminación de su ambiente y la escasez de los recursos vitales para su existencia e indirectamente, a través del gran número de enfermedades que trae consigo la contaminación.

La explotación irracional de los recursos naturales por parte de la sociedad fue ocasionada por la creencia de que nuestros recursos naturales existían en cantidades infinitas, y además se encontraban a su alcance, sin pagar ninguna cuota por ellos, provocándose su sobreexplotación.

Se dice que hay un impacto ambiental (externalidad) cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa,

un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales (Conesa, 1997).

Un impacto ambiental (externalidad) es la alteración que se produce, tanto sobre la salud y el bienestar del ser humano, como sobre la salud e integridad del ambiente al ejecutar un proyecto o actividad o el cambio neto incremental (positivo o negativo) del efecto ambiental (IICA, 2000).

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación (Conesa, 1997), es decir, las alteraciones positivas o negativas en la calidad de vida del ser humano.

En la Estrategia de Conservación Mundial (Ginebra, Suiza. 1980) fueron sugeridos tres criterios para identificar impactos significativos sobre el ambiente. El primero se refiere a la duración y la extensión del área geográfica en la cual se sentirá el efecto. Ese criterio incluiría una evaluación de la cantidad de gente afectada, en qué medida un recurso especial sería degradado, eliminado o dependiendo de que acción se tomaría para conservarlo. El segundo criterio es el de urgencia. Es importante establecer con qué rapidez un ecosistema natural podría deteriorarse y cuánto tiempo se necesita para su estabilización o mejora. Y finalmente, es importante evaluar el grado de daño irreversible para las comunidades de plantas y animales, para los ecosistemas de soporte de la vida y para el suelo y el agua (Dixon et. al, 1994).

Canter (2000), define a la evaluación de impactos ambientales como la identificación y valoración de los impactos (efectos) potenciales de proyectos, planes, programas o acciones normativas relativas a los componentes físico-químicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno.

La evaluación de los impactos ambientales es un procedimiento jurídico administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las instancias competentes (Conesa, 1997).

La Evaluación de Impacto Ambiental nace en Estados Unidos, con la Ley de Política Ambiental de 1969, Nacional Environmental Policy Act (NEPA). Y surge como consecuencia de los métodos tradicionales de evaluación de proyectos, que no contemplaban la protección del ambiente, ni el uso racional de los recursos, ni los aspectos sociales de los mismos (Seoánez, 1998). Por lo tanto se convierte en un instrumento de verificación de la conformidad medioambiental de la actividad evaluada, proporcionando una información previa sobre el medio receptor de la misma, determinando su capacidad de aceptación ante dicha acción y facilitando las siguientes decisiones:

- La elección racional de la mejor alternativa, si existieran varias, en cuanto al proyecto.
- La localización idónea de la instalación, si existieran varios lugares alternativos.
- La determinación de las medidas correctoras para anular los impactos evitables y minimizar los impactos residuales.

La valoración del impacto ambiental, consiste en transformar los impactos medidos en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas de impacto ambiental, de tal manera que permita comparar alternativas diferentes de un mismo proyecto de construcción de líneas de transmisión eléctrica y aun de distintos proyectos (Conesa, 1997).

El artículo 27 constitucional establece la necesidad de proteger los recursos naturales y faculta a la nación para imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público para regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, cuidando su conservación y logrando el desarrollo

equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población urbana y rural. De éste se deriva la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA) del 28 de enero de 1998, que obliga a:

- Efectuar una planeación ecológica. Aquí se incluyen disposiciones sobre el ordenamiento ecológico del territorio, la evaluación de impacto y riesgo ambiental de obras o actividades, las normas mexicanas (NMX) y normas oficiales mexicanas.
- Prevenir y controlar la contaminación ambiental que comprende disposiciones en materia de disturbios por contaminación del agua, aire y suelo.
- Salvaguardar los recursos naturales (flora y fauna silvestre y acuática).
- Controlar actividades riesgosas.

El artículo 28 de la LGEEPA, menciona que la evaluación de los impactos ambientales es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades inscritas en este artículo que requieran evaluación de impacto ambiental, requerirán previa autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.

El Artículo 30 relata que para obtener la autorización a que se refiere el Artículo 28 de esta ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

El proyecto de Construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras, requiere de una evaluación de los impactos ambientales ya que corresponde a los incisos II, VII y XI del Artículo 28; y a lo señalado en la Fracción III, del inciso K (Industria eléctrica) y en los incisos O (Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como selvas y zonas áridas del Artículo 5 de su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental).

7.3. Cambio de uso del suelo

Se considera que existe un cambio en el uso del suelo cuando se realiza una transformación en el sustrato superior de la tierra distinto a la cubierta vegetal que involucra aspectos nuevos como aumento de superficie para cultivo, de áreas urbanas y de proyectos industriales (Gutiérrez, 2003).

En el cuadro 1 y en la figura 1 se presenta el cambio de uso de tierras forestales que sufre el país, por tipo de proyecto y en el cuadro 2 se presentan las autorizaciones que ha dado la SEMARNAT (2006-2007). Siendo la Comisión Federal de Electricidad la que más hace cambios de uso de suelo en el país.

Cuadro 1. Cambio de uso de suelo de tierras forestales, por tipo de proyecto-sector (2006-2007).

Tipo de proyecto	Porcentaje
INFRAESTRUCTURA: Líneas de transmisión eléctrica, carreteras, plantas de tratamientos, Fonatur.	74%
AGRÍCOLAS	3%
MINEROS	20%
OTROS: Caminos de acceso, acuícolas.	3%

Fuente: SEMARNAT, 2006. El Desarrollo Forestal Sustentable: Eje de la política de Estado Nacional.

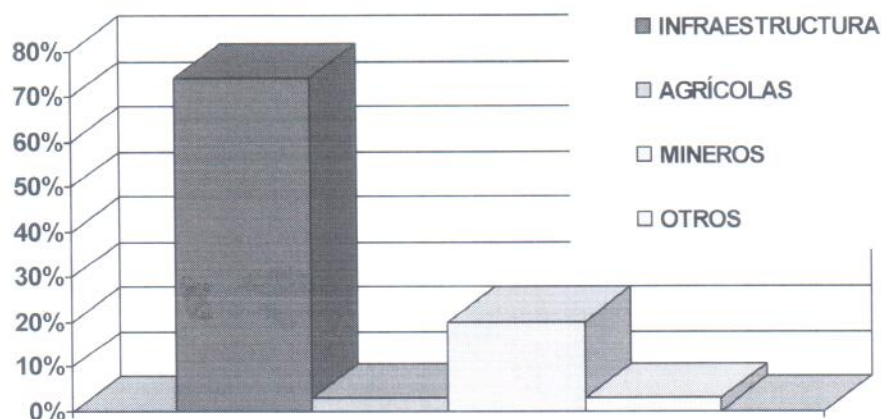


Figura 1. Porcentaje de cambio del uso de suelo de tierras forestales por tipo de proyecto.

Fuente: SEMARNAT, 2006. El Desarrollo Forestal Sustentable: Eje de la política de Estado Nacional.

Cuadro 2. Cambio de uso de suelo de tierras forestales, por superficie autorizada por sector (ha).

SECTOR	AÑO					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006-07
CFE	1,159.55	3,081.15	4,646.17	3,474.04	2232.45	2,982.65
PEMEX	0.00	0.00	1,525.86	0.00	0.49	0.00
TURISTICO	0.00	0.00	41.00	654.94	1276.59	1,303.54
AGRICOLA	390.46	74.23	2,285.28	500.17	422.87	349.66
PECUARIO	74.85	0.00	96.08	78.00	3.12	6.33
MINERO	214.62	462.03	1,223.55	624.81	1072.75	2,661.81
SCT	0.00	0.00	34.63	33.53	96.34	799.34
OTROS	0.00	0.00	1,425.92	4,133.53	1911.52	4,245.36
TOTAL	1,839.48	3,617.41	11,278.49	9,499.02	7,016.13	12,348.69

Fuente: SEMARNAT, 2006. El Desarrollo Forestal Sustentable: Eje de la política de Estado Nacional.

El cambio del uso del suelo es uno de los temas de mayor interés en las disciplinas ambientales. Constituye uno de los factores primordiales en el cambio climático global, ya que altera ciclos biogeoquímicos como el del agua o el del carbono. También es una de las causas más importantes de pérdida de biodiversidad a nivel mundial, y sin duda, el medio por el que la sociedad resiente las alteraciones en el entorno. En las comunidades rurales, los cambios de uso del suelo causan disminución en los recursos naturales, esta

disminución a su vez provoca pobreza y marginación, la cual a su vez repercute en una aceleración de los cambios de uso del suelo.

En el país tenemos una gran presión sobre nuestros recursos naturales, se estima que durante el año 2006 y 2007 se han autorizado 12,348.69 ha. En la figura 2, se muestra en que Estados se realizan más cambios de uso de suelo y además en la figura 3, se muestra que el ecosistema más alterado son las zonas áridas, en segundo las selvas y por último los bosques (SEMARNAT, 2007).

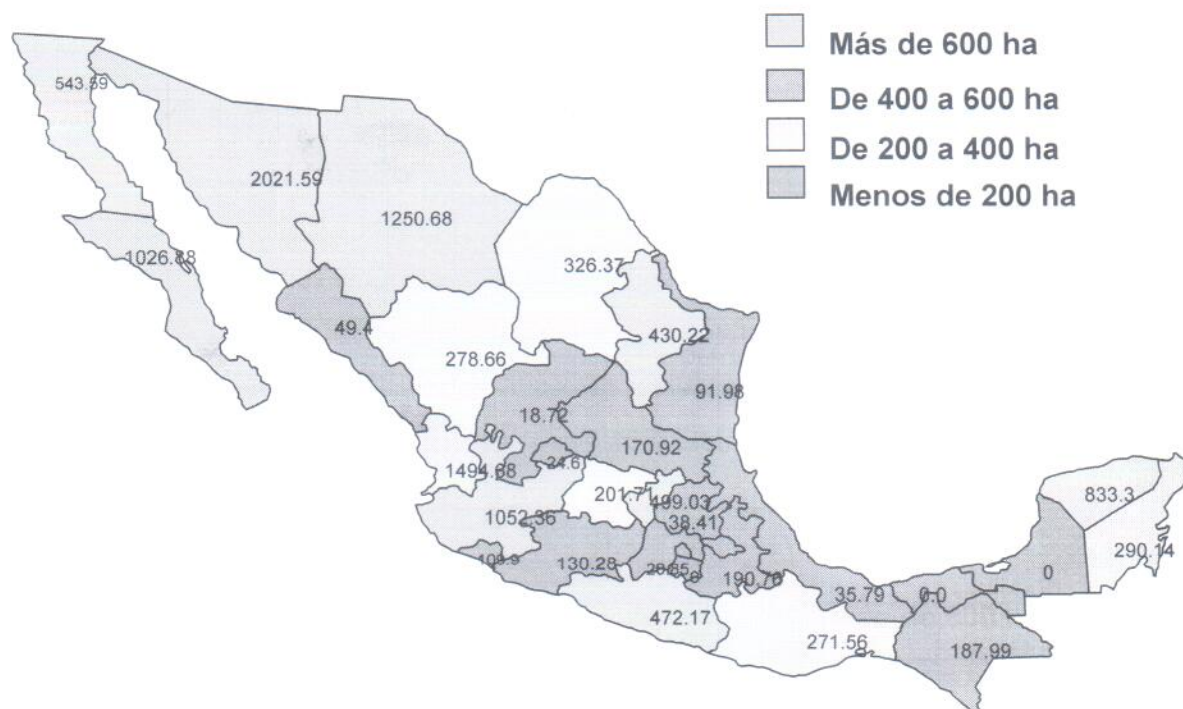


Figura 2. Superficie de cambio de uso del suelo de tierras forestales 2006-2007. Total Nacional.

Fuente: SEMARNAT, 2006. El Desarrollo Forestal Sustentable: Eje de la política de Estado Nacional.

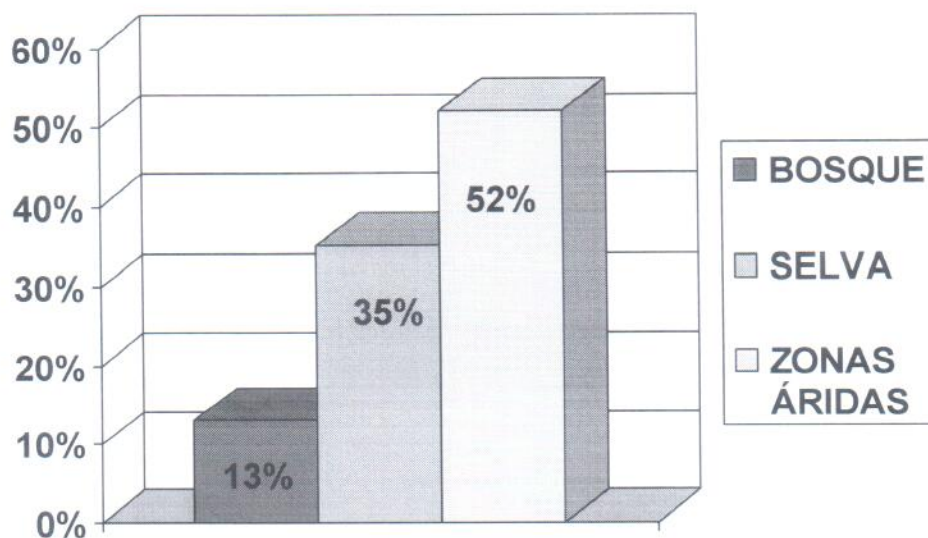


Figura 3. Autorizaciones por tipo de ecosistema (2006-2007) para cambio de uso del suelo de tierras forestales.

Fuente: SEMARNAT, 2006. El Desarrollo Forestal Sustentable: Eje de la política de Estado Nacional.

Para Homer-Dixon *et al.* (1993. Citado por Mitchell, 1999), la actividad humana puede contribuir a la degradación del medio ambiente o a la escasez de recursos en tres formas diferentes, que pueden aparecer aisladamente o en combinación:

- a) Las acciones humanas pueden producir un descenso en la cantidad y calidad de los recursos forestales si éstos son usados en una tasa superior a su capacidad de renovarse. En el caso del uso de los recursos no renovables por el hombre, como es el petróleo, gas natural, zinc o plata, se reduce o incluso se agota este capital, ya que se renueva en una escala geológica y no en una escala de tiempo humana.
- b) El crecimiento de la población, que exige que la tierra de cultivo y el agua deban repartirse cada vez entre más gente, reduciéndose la cantidad disponible por persona.
- c) Acceso desigual a los recursos y al medio ambiente, resultado de unas leyes o derechos de propiedad que fomentan la concentración de la oferta en muy pocas manos, conduciendo al resto de la población a la escasez y a la pobreza.

El crecimiento de la población y el desigual acceso a las mejores tierras fuerza la migración a las ciudades o a tierras marginales densamente pobladas. Este último provoca un gran daño ambiental, porque se pueden degradar estas tierras de forma definitiva. Esta población se convierte en una fuente continua de agitación, de conflictos étnicos o de malestar social en los núcleos urbanos (Mitchell, 1999).

Por tal motivo el Gobierno ha ideado la compensación por cambio de uso de suelo y esta va a dar al Fondo Forestal Mexicano. La compensación ambiental y su costo asociado se calculan mediante (SEMARNAT, 2007):

- a) Lineamientos e indicadores para determinar el nivel de compensación ambiental. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), 28/sept./2005. Art. 124 fracción II.
- b) Costos por unidad de superficie, en materia de compensación ambiental: entre 5 y 11 mil pesos por ha (dependiendo del ecosistema). Publicado en el DOF, 12/abril/2006. Art. 124 fracción I, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- c) Podrá ser actualizado de forma anual.

Los depósitos hechos al Fondo Forestal Mexicano (FFM), por compensación ambiental suman un total de: \$ 480,444,706.98 millones, correspondiente a 53,560 ha. (CONAFOR para realizar los proyectos según reglas únicas y priorización de terrenos).

En la figura 4 se muestra a los Estados que más han aportado al Fondo Forestal Mexicano, siendo los cuatro más importantes en cuanto al monto: Chihuahua, Sonora, Durango y Nayarit. También, los que menos han aportado son: Tabasco, Zacatecas, Tlaxcala, Morelos y Tamaulipas. El Estado de México ha aportado cerca de los 4 millones de pesos (SEMARNAT, 2007).

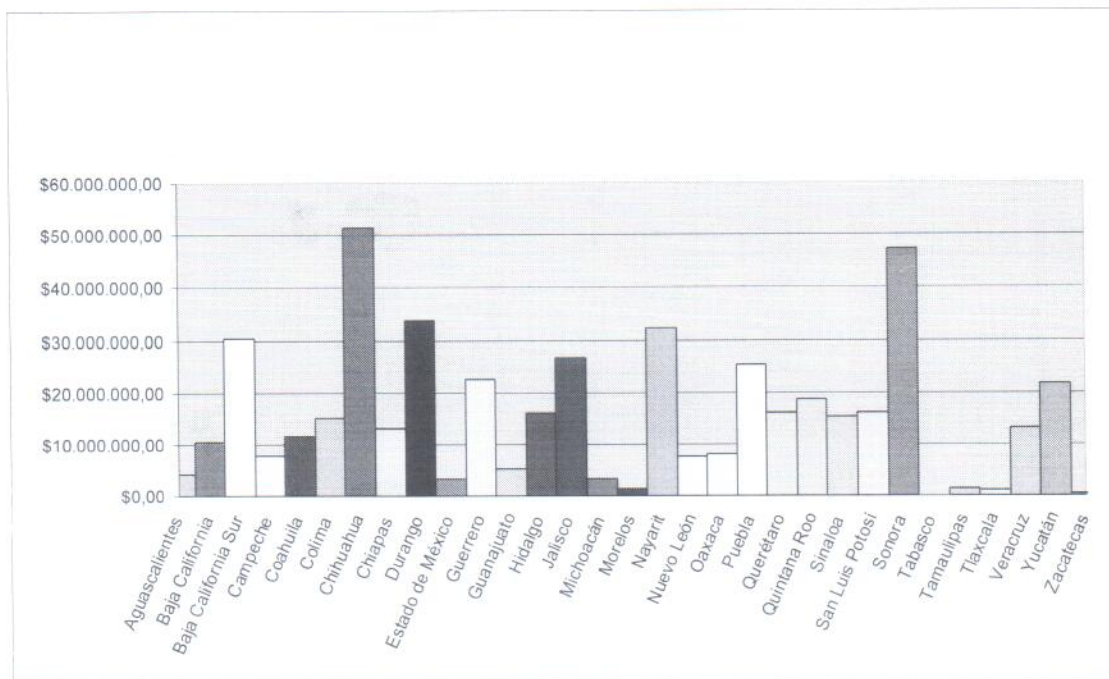


Figura 4. Montos depositados ante el Fondo Forestal Mexicano \$ 480,444,706.98 correspondiente a 53,560 ha para compensación ambiental, por cambio de uso del suelo de tierras forestales.

Fuente: SEMARNAT, 2006. El Desarrollo Forestal Sustentable: Eje de la política de Estado Nacional.

Los recursos obtenidos por este concepto (en el FFM) serán destinados a actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento en los lugares que se determine, (preferentemente) bajo el siguiente esquema:

- ✓ En el mismo tipo de ecosistema que se altere.
- ✓ En la misma micro-cuenca o Cuenca hidrológica forestal.
- ✓ En el ámbito territorial del mismo estado donde se autoriza el cambio de uso del suelo de tierras forestales (CUSTF).
- ✓ La priorización de las ubicaciones se hará en el seno del Consejo Estatal Forestal (que preside el Gobierno del estado), a propuesta del Comité Técnico del programa de conservación y reforestación (PROCOREF).
- ✓ Estas actividades las realizará la CONAFOR.

En el cuadro 3, se presentan los criterios técnicos, para determinar la compensación de la cual serán objeto los diferentes cambios de uso de suelo (SEMARNAT, 2007).

Cuadro 3. Criterios técnicos para determinar el nivel de equivalencia de la compensación ambiental por cambio de uso de tierras forestales (CUSTF).

I. Tipo de ecosistema	Puntos
a. Semiárido, trópico seco.	1
b. Humedales sin mangle, templado frío excepto bosque mesófilo de montaña, trópico húmedo excepto selva alta perennifolia	3
c. Humedales con mangle, vegetación de galería, bosque mesófilo de montaña y selva alta perennifolia.	5
II. Estado de conservación de la vegetación	
a. Vegetación secundaria en proceso de degradación	1
b. Vegetación secundaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	2
c. Vegetación primaria en proceso de degradación	3
d. Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	4
III. Presencia de especies de flora o fauna silvestre listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-59-SEMARNAT-2001	
a. Sujetas a protección especial	1
b. Amenazadas	2
c. En peligro de extinción	3
* Si cualquiera de las especies presentes es endémica se suma un punto adicional	(+1)
IV. Servicios ambientales establecidos en la LGDFS que se afectan	
a. Cuando se dejen de prestar hasta cuatro servicios ambientales	1
b. Cuando se dejen de prestar más de cuatro servicios ambientales	2
V. Presencia del proyecto en áreas de conservación	
a. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's) o Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's)	1

b. ANP de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de aprovechamiento restringido	2
c. ANP de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de conservación o protección	3
VI. Características de la actividad u obra	
a. Trazo lineal que no implique el confinamiento del área	1
b. Trazo poligonal que no implique la confinamiento del área	2
c. Trazo poligonal que implique el confinamiento del área	3
d. Trazo lineal que implique el confinamiento del área	4
VII. Afectación a los recursos suelo/ vegetación	
a. Afectación de la vegetación de manera temporal	1
b. Afectación de la vegetación de manera permanente	2
c. Afectación de la vegetación con sellamiento del suelo	3
VIII. Beneficio	
a) Ambiental; b) Social; c) Particular	0/1/2

Fuente: SEMARNAT, 2006. El Desarrollo Forestal Sustentable: Eje de la política de Estado Nacional.

En el cuadro 4, se muestran las cantidades de pago por la recepción, evaluación y dictamen de los estudios técnicos justificativos y, en su caso, la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales¹.

Cuadro 4. Cuotas por el derecho de cambio de uso de terrenos forestales.

Extensión (ha)	Monto (\$)
Hasta 1 hectárea	734.00
1 hectárea hasta 10 hectáreas	1,016.00
10 hectáreas hasta 50 hectáreas	2,146.00
50 hectáreas hasta 200 hectáreas	4,291.00
Más de 200 hectáreas	6,550.00

¹ Tomado de la Ley Federal de Derechos en el Artículo 194-M, con cantidades actualizadas para este 2008.

La construcción de una línea de transmisión eléctrica implica hacer cambios en el uso del suelo en zonas forestales para la apertura de brecha de maniobras y el desplante del derecho de vía de la línea. La Fracción V del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable señala que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales como la remoción total o parcial de la vegetación para destinarlos a actividades no forestales; en el Título V, Artículo 117, dice que la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

La ejecución del cambio de uso del suelo de los terrenos forestales donde cruzará la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras, se efectuó a partir del inicio de las actividades de preparación del sitio, previas a la construcción, es decir, cuando se realizó la apertura de la brecha en tramos donde existía vegetación arbórea; una vez abierta ésta brecha, se realizaron las actividades de construcción (obra civil y electromecánica). El cambio de utilización del suelo, estuvo apegado como lo indica el Artículo 7 Fracción V de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, por medio de la remoción total o parcial de vegetación en terrenos forestales, siendo ésta remoción, temporal o permanente, de acuerdo a las diferentes áreas dentro del derecho de vía (ver capítulo 8.2.3).

7.4. Valor Económico Total

Para los economistas clásicos (Adam Smith, David Ricardo, Jonh Stuart Mill y Carl Marx), el valor está definido por la cantidad de trabajo que cuesta la producción de una mercancía y que los recursos naturales no representan mayor valor pues no hay trabajo humano invertido en ellos. Para la Teoría neoclásica el valor económico de los bienes de mercado y de los bienes y servicios ambientales es determinado de acuerdo a la utilidad

personal, las preferencias son reveladas mediante elecciones. El precio de los bienes pasó a ser la escasez (Gutiérrez, 2003).

La economía ambiental ha diseñado una estructura analítica para distinguir las fuentes de valor del medio ambiente, para facilitar la tarea de análisis a menudo es útil desagregar cualquier impacto ambiental en componentes de valor individuales. Un enfoque clave para evaluar los costos y beneficios ambientales es el llamado enfoque del Valor Económico Total (VET), donde un impacto es descompuesto en una cantidad de categorías de valor (Randall, 1987).

A partir del conocimiento de las funciones ambientales y de la inserción de éstas con las humanas es posible aventurarnos al cálculo de un valor económico total. Algunos valores son evidentes y tienen reflejo directa o indirectamente en el mercado: son los valores de uso. Pero hay otros que no son evidentes o que incluso se derivan del mero hecho de la existencia. Siguiendo a Munasinghe (1992, Citado por Uclér, 2006), el valor económico total de los activos ambientales estaría compuesto por el valor de uso más el valor de no uso (figura 5).

Cuadro 5. Valor económico total y sus componentes.

VALOR ECONÓMICO TOTAL DE LOS SERVICIOS AMBIENTALISTAS DE UN ECOSISTEMA			
Valor de Uso		Valor de No Uso	
Valor Uso Directo	Valor Uso Indirecto	Valor de Opción	Valor de Existencia
Madera/Léña	Proveedor Agua Subterránea	Especies	Especies en Extinción
Alimentos Vegetales	Control Inundaciones	Conservación de Hábitat	Estética
Alimentos Animales	Retención de Sedimentos	Protección de Biodiversidad	Conservación
Artesanía	Retención de Nutrientes	Potencial Farmacéutico	Consumo de Videos
Agua Potable	Monitoreo Calidad del Agua	Potencial Turístico	
Agua para la Agricultura	Soporte a Biodiversidad		
Agua para la Industria	Producción de O ₂		
Turismo/Recreación	Secuestro CO ₂		
Farmacéuticos	Belleza Escénica		
Construcción	Protección Cuenca		
Materia Prima	Polinización		
Investigación	Reproducción Especies		
Educación			
Reproducción Especies			
Biomasa			
Plantas Medicinales			
Plantas Ornamentales			

Fuente: Tomado de CBM (2002). Guía metodológica de valoración económica De bienes, servicios e impactos ambientales.

Valor de uso directo. El valor de uso directo, también conocido como valor de uso extractivo, consuntivo o estructural, se deriva de bienes que pueden ser extraídos, consumidos o disfrutados directamente. Adicionalmente a aquellos bienes consumidos directamente, los valores de uso directo pueden ser también no consuntivos.

El uso consuntivo es generalmente el más fácil de valorar, en la medida que usualmente involucra cantidades observables de productos cuyos precios pueden ser también regularmente observados. El uso no consuntivo es a menudo más difícil de valorar, dado que tanto cantidades como precios pueden no ser observados.

Valor de uso indirecto. El valor de uso indirecto, también conocido como valor de uso no extractivo o valor funcional, se deriva de los servicios que el ambiente provee. Estos servicios tienen valor pero no requieren que algún bien sea cosechado, aunque pueden requerir algún tipo de presencia física. La medición del valor de uso indirecto es a menudo considerablemente más difícil que la medición del valor de uso directo. Las “cantidades” de los servicios que están siendo proveídos a menudo no ingresan a los mercados, por lo tanto, sus “precios” son también extremadamente difíciles de establecer.

Valor de opción. El valor de opción es el valor obtenido de conservar la opción de aprovechar el valor de uso (sea extractivo o no extractivo) de algo en una fecha posterior. Por lo tanto, un caso especial de valor de uso, semejante a una póliza de seguros. El valor de cuasi opción es un concepto relacionado, que deriva de la posibilidad que, aún cuando algo aparezca hoy sin importancia, la información recibida con posterioridad puede llevarnos a reevaluarlo.

Valor de existencia o de legado. En contraste con el valor de uso, el de no uso se deriva de los beneficios que el ambiente puede proveer sin involucrar ninguna forma de uso, ya sea directa o indirectamente. En muchos casos, el más importante de tales beneficios es el valor de existencia, el valor que la gente deduce del conocimiento que algo existe, incluso si ellos no planean hacer uso de esto. El valor de legado, es el valor derivado del

deseo de traspasar valores a las futuras generaciones. El valor de no uso es el tipo de valor más difícil de estimar, dado que en la mayoría de los casos, y por definición, no se refleja en el comportamiento de las personas, siendo completamente no observable.

El valor total es la suma de todos estos componentes, no sólo aquellos que pueden ser fácilmente medidos. El concepto de Valor Económico Total (VET) es más amplio que la evaluación tradicional de costo/beneficios, ya que permite incluir tanto los bienes y servicios tradicionales (tangibles) como las funciones del medio ambiente, además de los valores asociados al uso del recurso mismo.

7.5. Costo ecológico

El medio ambiente (ecosistemas, áreas protegidas, cuencas hidrográficas, etc.) genera los recursos naturales (bienes y servicios ambientales) siendo estos últimos las materias primas e insumos de los procesos productivos humanos. Pero, a la vez, el medio ambiente es el receptor de los desechos generados en este proceso de extracción, transformación, distribución y uso de los recursos naturales. Parte de la contaminación generada es absorbida y reciclada de manera natural por el ecosistema. Si la contaminación es mayor que su capacidad de carga, éste se satura y su capacidad de producir bienes y servicios ambientales se reduce. Por tanto, el uso de los bienes y servicios ambientales genera beneficios para la sociedad, pero la emisión de desechos genera impactos negativos, que se traducen en costos (CBM, 2002).

El medio ambiente en términos económicos es un bien, que produce servicios cada vez más escasos. La degradación ecológica ocurre como resultado de fallas en los mecanismos de mercado, esto es presencia de externalidades en la producción y en el consumo. Por lo tanto, el costo ambiental es trasladado a otros agentes económicos, lo que hace diferir a los costos privados de los sociales (Torres, 2006).

La ausencia de una valoración económica integral de los recursos naturales se debe a que en las decisiones de producción y consumo que toman los diferentes agentes

económicos no se consideran los atributos biológicos ni las funciones ambientales de los ecosistemas. Por lo tanto, no se contabiliza la totalidad de los bienes y servicios que estos ofrecen, ni tampoco la de los impactos ambientales que los mismos reciben en forma directa (Melo, 2002).

El costo ecológico está constituido por los gastos económicos que son necesarios para la restauración del ambiente, así como por la cantidad y calidad de los recursos naturales disponibles, en función de la satisfacción de las necesidades sociales (Torres, 2001). Por lo tanto, se requiere incluir el costo ecológico en los costos de producción.

La determinación del costo ecológico debe estar en relación con el valor ecológico tasado en función de un inventario que tome en cuenta la tasa de degradación y regeneración, a fin de reponer o restaurar un bien natural (Torres, 2001).

Solución para reducir las externalidades:

- Tecnológicas.- Control de emisiones.
- Normativas.- Normas para establecer límites máximos permisibles.
- Económicas.- Internalizar los costos ecológicos (externalidades).

Al internalizar los costos, el objetivo es alterar los precios relativos para asegurar que los diferentes usos que las economías hacen del medio ambiente reflejen completamente su escasez en el sistema de precios, esto es internalizar las externalidades. La economía sugiere que una mayor escasez se traduce en un aumento del precio y por tanto con un uso más racional (Torres, 2006).

Los modelos econométricos clásicos, basados en proyecciones de la matriz de insumo-producto, se han utilizado para establecer escenarios de crecimiento y proyectar tendencias que se pudieran relacionar con procesos ambientales. La experiencia mundial ha mostrado que en toda economía en crecimiento, el impacto ambiental correspondiente aumenta en una primera fase hasta alcanzar un pico y acaba disminuyendo conforme se

rebasan ciertos umbrales de desarrollo². Según la SEMARNAP (2000), México se encuentra en una fase ascendente del impacto ambiental en su desarrollo económico.

Dos millones de personas mueren al año por la contaminación, de las cuales 7, 000 mueren en México. Las principales enfermedades son; bronquitis, asma y cáncer pulmonar (ONU, 2007). La sociedad y Estado deben asumir plenamente las responsabilidades y costos de un aprovechamiento duradero de nuestros recursos naturales y del medio ambiente, que permita una mejor calidad de vida para todos, propicie la superación de la pobreza y contribuya a una economía que no degrade sus bases de sustentación (Sampayo, 2004).

7.6. Valoración económica de los impactos ambientales

El concepto económico del valor de los recursos naturales comienza con la disposición del individuo a pagar o aceptar una compensación. Todos los consumidores tienen sus propios valores y sus propios gustos y preferencias de acuerdo a lo que juzgan las ventajas de un bien o de un servicio respecto a otro. Los economistas opinan que el valor global o social puede ser calculado añadiendo estos valores individuales (Kramer *et al.* Citado por FAO, 1997). Por consiguiente los gustos y las preferencias de las personas son convertidos en unidades de medida monetaria a través de la evaluación económica. De este modo éstas pueden ser utilizadas para establecer el costo de distintos bienes y servicios.

Cada individuo atribuye distintos valores a todos los recursos, bienes y servicios. Por consiguiente, son éstas concepciones de valor de cada persona o grupo que van a determinar lo que ocurrirá con nuestros ecosistemas. Es necesario proporcionar información fidedigna para que ellos tomen las decisiones correctas y encaminar el interés de éstos grupos sociales con los del gobierno en la dirección correcta (FAO,

² Informe presentado al H. Senado de la República, por Jaime Serra Puche, Estudio realizado en la Universidad de Princeton, EEUU.

1997). A continuación se mencionan los principales grupos interesados en la valoración del ecosistema y de los impactos ambientales que los afectan.

- Grupos que tienen intereses comerciales en los ecosistemas. Están interesados en los valores del mercado o de cambio asociado con la utilización de ciertas partes del bosque y de la fauna. Aquí se ubica el sector privado.
- Los habitantes forestales locales. Estos grupos están interesados en los bosques porque son el medio donde viven y es su fuente de sustento y vida, puede tratarse de comunidades indígenas.
- Grupos ambientalistas. Estos grupos están interesados en el bosque para la protección de un ecosistema o para salvar una especie o grupo de especies, también están interesados en los valores educativos, recreativos y espirituales asociados con la conservación. Puede tratarse de grupos locales, nacionales o internacionales.
- Agricultores y ganaderos. Desde el punto de vista de estos grupos, el bosque que crece en el suelo que ellos desean, tiene un valor negativo que equivale, al menos, al costo que implicaría desmontarlo.

Se entiende por valor, al juicio concreto sobre la importancia de los bienes existentes en cantidad limitada, por ello el valor es una propiedad intrínseca de las cosas y está en función de la capacidad de satisfacer una necesidad (García, 2006).

Este problema de valoración, radica en el entendimiento de los valores relativos del gran número de productos potenciales que proveen los ecosistemas naturales, los cuales poseen un valor inherente. La razón para asignarles un valor social, según Arana (1995) en términos monetarios a estos recursos que no tienen un precio, fue la de poder incluirlos en los análisis de beneficio-costos. Además, se ha demostrado que ésta valoración es necesaria, para determinar las compensaciones en los juicios legales que involucran la pérdida o el daño al medio ambiente (Sarker y Mckenney, 1992).

El escenario inercial, que mantiene los coeficientes y las variables sin cambio, muestra tendencias preocupantes, con indicadores de deterioro ambiental que se agravarían en mayor medida que la correspondiente al crecimiento económico, es decir, con elasticidades por unidad de producto superior a la unidad. Este escenario inercial, de consecuencias catastróficas a largo plazo, la SEMARNAP (2000), menciona que se puede evitar mediante políticas públicas, medidas de gestión y desarrollo tecnológico que transformen los patrones de producción y consumo.

La fijación de un valor a los servicios y funciones que brindan los recursos naturales, por un lado implica que la inclusión del costo ecológico en una mercancía hace que el precio suba y supone que bajaría la demanda de este bien, lo cual provocaría pérdidas al productor. En caso contrario de no incluirse el costo ecológico, llevaría a privilegiar el uso ineficiente de recursos naturales hasta agotarlos.

Para Torres (2001), la restauración de un recurso natural requiere de algo más que simplemente ponerle precio a un bien, que no es producto de trabajo humano sino de naturaleza. La valoración ambiental permite medir las expectativas de los beneficios y costos derivados de las siguientes acciones:

- Uso de un activo ambiental
- Realización de una mejora ambiental
- Generación de un daño ambiental.

Para que los impactos ambientales de un proyecto sean valorados, deben, en primer lugar, ser identificados y medidos. Esto generalmente está lejos de ser una tarea fácil. Los impactos ambientales están a menudo desplazados en el tiempo y en el espacio, haciendo difícil establecer la causa y el efecto. La severidad de los impactos ambientales a menudo depende de la acumulación de problemas (en el tiempo, en un lugar o ambos). Muchos bienes y servicios ambientales no ingresan a los mercados, o lo hacen de manera imperfecta. Las dificultades que esto causa para la valoración están agravadas por la limitación empírica de que los datos disponibles son frecuentemente escasos y de mala calidad.

7.7. Técnicas de valoración de impactos ambientales

El hecho de que las alteraciones al ecosistema, no tengan un precio de mercado, no significa que estos no tengan un valor. Para Melo (2002), esta condición marca una de las diferencias entre el análisis financiero que solamente considera bienes y servicios con precios de mercado en los cuales el sector privado basa sus decisiones y el análisis económico que centra su atención en el bienestar de la sociedad en general.

Tanto los análisis económicos como los financieros son utilizados comúnmente en la evaluación de proyectos. Si bien los análisis financieros enfocan principalmente los precios de mercado y los flujos de caja, los análisis económicos deberían incluir el valor económico total de los efectos que los proyectos de desarrollo tienen sobre el ambiente, estén o no reflejados en el mercado (Dixon *et al*, 1994). Sin embargo, los precios de mercado no reflejan la verdadera disposición a pagar por un determinado bien o servicio. En otros casos no existen ni siquiera precios de mercado. Por consiguiente los economistas han elaborado distintas maneras de corregir los precios de mercado cuando éstos no constituyen un fiel reflejo del valor económico o de la disponibilidad a pagar del consumidor (FAO, 1997). A continuación se presentan las técnicas más aplicadas y amplias, cuyos resultados pueden ser incorporados directamente en los análisis de un proyecto.

7.7.1. Aplicables generalmente

Los valores de mercado o de cambio se establecen a través del intercambio de bienes y/o servicios en el mercado, esto es, a través de una interacción entre los valores del productor (oferta) y los valores del consumidor (demanda). Si la transacción se realiza utilizando una forma de moneda comúnmente aceptada, denominamos precio de mercado al valor establecido en el mercado. En cambio, si la transacción se lleva a cabo a través de una forma de trueque o intercambio, sin el uso de una moneda, nos referimos al valor establecido en el mercado como valor de cambio de mercado (FAO, 1997).

Estas técnicas utilizan precios de mercado para determinar los valores económicos. Por consiguiente, el supuesto implícito es que esos precios reflejan escasez económica y en consecuencia, son precios de eficiencia de ésta. Si hay distorsiones en los precios de mercado, entonces se requerirán los ajustes apropiados. Las distorsiones a menudo surgen como un resultado de las tasas impositivas, los subsidios, las tasas de cambio fijas, o salarios o tasas de interés fijados por mandato (Dixon *et al*, 1994).

Enfoques que utilizan valores de mercado de bienes y servicios:

1. Cambio en la productividad
2. Costos de enfermedad
3. Costos de oportunidad

Enfoques laterales de costo que utilizan el valor de los gastos actuales o potenciales:

1. Costo-eficacia
2. Gastos preventivos
3. Costos de reemplazo
4. Costos de relocalización
5. Proyecto sombra

7.7.2. Aplicables selectivamente

Este tipo de técnicas demandan mucho cuidado en su uso, tienen mayores necesidades de datos u otros recursos y además, requieren supuestos más fuertes que las anteriores. Se agrupan en dos categorías: aquellas que utilizan mercados sustitutos para determinar valores y aquellas técnicas que habitualmente son clasificadas como métodos de valoración contingente, en gran parte basadas en el uso de sondeos para obtener valores (Dixon *et al*, 1994).

Técnicas sustitutas de mercado:

1. Costo de viaje
2. Bienes del mercado como sustitutos ambientales

Métodos de valoración contingente:

1. Juegos de subastas
2. Experimentos “tómelo o déjelo”
3. Juegos de transacción
4. Elección sin costo
5. Técnica Delphi

7.7.3. Aplicables potencialmente

Está contenida por dos clases de técnicas. La primera clase de métodos de valoración hedónica, utiliza precios de mercado para bienes y servicios con el fin de estimar un valor ambiental que está inmerso en el precio observado. Los precios de la propiedad y de la tierra, así como los salarios, son utilizados para determinar valores implícitos sobre los factores ambientales que son difíciles de valorar en abstracto. La segunda clase se agrupa bajo el encabezamiento de variables y modelos macroeconómicos. Hay una creciente conciencia de los impactos de variables macroeconómicas más amplias sobre el medio ambiente. El uso de la programación lineal y el análisis de impactos globales en la economía para identificar los problemas ambientales o beneficios asociados con cambios políticos. En este sentido, para Dixon *et al* (1994), el uso de la contabilidad de recursos naturales ha ganado cada vez más popularidad como un camino para ayudar a los países a identificar cambios tanto en el flujo como en el inventario de los recursos naturales y la contaminación ambiental.

Métodos hedónicos:

1. Enfoques del valor de la propiedad y de la tierra
2. Enfoque de diferencias salariales

Modelos macroeconómicos:

1. Programación lineal
2. Contabilidad de recursos naturales
3. Impactos de la economía global

7.8. Técnicas de valoración económica de los impactos ambientales provocados por la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras

Una vez que se han identificado y cuantificado los impactos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos del proyecto sobre el ambiente, el siguiente paso es valorar estos impactos en términos monetarios. La mayor parte de los bienes y servicios ambientales afectados por los proyectos no tienen un valor de mercado. Por ello, es necesario utilizar métodos de valoración económica que permitan aproximar un valor, a fin de incorporar esta información en el análisis beneficio-costos del proyecto (IICA, 2000).

La economía ambiental o economía neoclásica de los recursos naturales y la contaminación, supone que el sistema económico es capaz de internalizar los costos ecológicos y las preferencias de las generaciones futuras, asignando derechos de propiedad y estableciendo los precios de mercado a los recursos y servicios ambientales. Para Gutiérrez (2003), la economía ambiental trata de resolver los conflictos ambientales por medio de una evaluación de los costos y beneficios derivados de las formas actuales de explotación y uso de la naturaleza, por medio de la asignación de precios justos y la designación de formas adecuadas de derechos de propiedad.

7.8.1. Método de cambios en la productividad

Este método se utiliza cuando, como consecuencia de la ejecución de un proyecto particular, se afecta la calidad del ambiente y esta afectación repercute sobre la producción tanto en el corto como en el largo plazo.

Las técnicas que utilizan cambios en la productividad como base para la medición son extensiones directas de los análisis tradicionales de beneficio-costos. Los cambios físicos en la producción son valorados utilizando precios de mercado para insumos y productos o, cuando existen distorsiones, los precios de mercado son ajustados apropiadamente. Los valores monetarios de allí derivados son entonces incorporados al análisis económico del proyecto. Este enfoque se basa directamente en la economía neoclásica del bienestar y la determinación del bienestar social. Los límites del análisis son ampliados de tal manera que se incluyan todos los beneficios y el costo de una acción, sin tener en cuenta si ocurren dentro de los límites normales del proyecto o fuera de ellos. Para utilizar esta técnica deben seguirse los siguientes pasos:

- Los cambios en la productividad causados por el proyecto deben ser identificados tanto en el sitio como fuera del mismo. Cambios en el sitio son típicamente los productos para los cuales el proyecto ha sido designado y se incluyen en cualquier análisis de éste. Los análisis fuera del sitio (tanto positivos como negativos) incluyen toda las externalidades ambientales o económicas que frecuentemente eran ignoradas en el pasado. Estos efectos fuera del sitio deben ser incluidos para dar una visión verdadera de los impactos del proyecto.
- Los efectos sobre la productividad ya sea implementando o no el proyecto deben ser evaluados. Incluso si proyectos alternativos son analizados, la opción “sin proyecto” debe tomarse en cuenta. La razón para esto es simple: debemos estar en condiciones de especificar los cambios que se harían con proyecto en comparación con lo que sucedería si no hubiera proyecto.

- Deben hacerse suposiciones acerca del tiempo durante el cual se medirán los cambios en productividad, los precios correctos a utilizar y cualesquiera cambios futuros que se esperan en los precios relativos.

En la valoración de la alternativa sin proyecto, debe contabilizarse lo que se esperaría que ocurriera sin el proyecto. En muchos casos, esto no será una simple continuación de los niveles habituales de producción. Si se pudiera esperar que el recurso se degrade a lo largo del tiempo, si no se toma ninguna acción, debería tenerse en cuenta esa disminución en la producción a través del tiempo. Debemos comparar la diferencia entre las alternativas con proyecto y sin proyecto a través del tiempo y no sólo compararlas en la situación inicial.

El principio básico considera que un proyecto puede afectar los ingresos y los costos de los productores a través de sus efectos sobre el ambiente, lo que altera el excedente del productor. Además, afecta el bienestar de los consumidores mediante los cambios en la oferta y los precios de los productos que se consumen, lo que en este caso altera el excedente del consumidor (Panayotou, 1993. Citado por IICA, 2000).

Se aplica para valorar los siguientes casos: pérdida de suelos por erosión, deforestación, desertificación, pérdida de ecosistemas, y pérdida de producción debida a la contaminación del agua y del aire. Para aplicar el método es necesario contar con información sobre los impactos cuantificados en términos físicos, los precios de mercado, el cambio en los precios debido a los cambios en la oferta y la demanda (elasticidad), y los precios de los productos sustitutos disponibles en el mercado.

7.8.2. Método de costos de oportunidad

Este enfoque se basa en el concepto de que el costo de utilizar recursos para otros propósitos, usualmente sin precio o fuera del mercado (por ejemplo, preservación de la tierra para un parque nacional en vez de cosechar sus árboles para aprovechar la madera), puede aproximarse utilizando el ingreso dejado de percibir los usos del recurso.

Más que tratar de medir directamente los beneficios logrados por la preservación de estos recursos lo que se trata de hacer es cuantificar cuánto ingreso debe sacrificarse para satisfacer los propósitos de preservación. El enfoque de costo de oportunidad es, pues, una manera de medir el costo de preservación. Esta información, a su vez, es utilizada por quien toma decisiones para evaluar las diferentes opciones a seguir.

El primer paso del proceso es un análisis convencional de beneficio-costos del proyecto propuesto. Si la investigación tradicional del proyecto muestra que no es económico, el análisis no necesita continuar. Sin embargo, si el proyecto propuesto tiene beneficios netos positivos, éstos deberían confrontarse con los beneficios del proyecto alternativo de preservación que pueden ser medidos fácilmente. Si estos beneficios mensurables del proyecto alternativo son mejores que los beneficios del proyecto propuesto, éste no debería ser iniciado.

Cuando los beneficios del proyecto propuesto son apenas mayores que los del proyecto alternativo de preservación, se enfrenta una elección difícil. La opción alternativa puede tener beneficios menos tangibles, tales como un valor de opción, valor de cuasi opción y valor de existencia, que no son fácilmente mensurables. Estos beneficios no cuantificables deben entonces ser comparados cualitativamente con la cantidad de beneficios en los cuales el proyecto propuesto excede a la propuesta alternativa. Cuando la diferencia de beneficios entre las dos alternativas es poca, se recomienda prudencia, ya que los proyectos de desarrollo habitualmente tienen efectos irreversibles.

Nominalmente, esta técnica es un enfoque de costos, pero es utilizada para evaluar los beneficios de la preservación, los cuales no son valorados a través de una estimación de los costos extras que implicaría utilizar una alternativa. De ese modo, puede resultar muy útil valorar recursos naturales únicos cuyos beneficios son difíciles de identificar o monetarizar, o ambos. Situaciones en que este enfoque puede ser utilizado incluyendo la alteración de lluvias tropicales, el establecimiento y la protección de reservas de vida salvaje, sitios culturales o históricos y vistas naturales.

En relación con proyectos de desarrollo, esta técnica también puede ser utilizada para decidir donde deben ser ubicados proyectos importantes de infraestructura o instalaciones industriales. Nuevos puertos, aeropuertos y autopistas con frecuencia requieren la utilización de áreas abiertas, no desarrolladas o poco desarrolladas. Cuando existen localidades alternativas, la técnica de costo de oportunidad ayuda a clarificar los costos adicionales de preservar un área y no otra.

De manera similar, el efecto sobre el ambiente de diferentes opciones tecnológicas puede ser valorado con esta técnica. Por ejemplo, es posible elegir entre alternativas diferentes diseñadas para lograr el mismo objetivo, tales como estanques de enfriamiento o torres de enfriamiento para agua caliente, entre instalaciones al aire libre o subterráneas, entre lotes o edificios para parqueo y otros. Con esta técnica es posible cuantificar los costos extra involucrados en la elección de una mejor, aunque más cara, solución ambiental.

7.8.3. Método de costos de reubicación

Este método se basa en los costos estimados necesarios para reubicar un determinado recurso natural, comunidad o activo físico debido a daños ambientales. Constituye una cota superior de costo ambiental y es, por tanto, una medida indirecta del beneficio derivado de prevenir un daño. Los costos de reubicación de asentamientos humanos, de zonas peligrosas (centros de energía nuclear) a áreas más seguras, constituyen medidas indirectas del beneficio de evitar que un daño ocurra (CBM, 2002).

Esta es una variante de la técnica de costo de reposición. En ella, los costos para relocalizar una instalación física a causa de cambios en la calidad del ambiente son utilizados para valorar los beneficios potenciales (y costos asociados) de prevenir el cambio ambiental. Por ejemplo, la construcción de un molino de palma aceitera generaría una descarga de agua que se perdería en una corriente cercana. De los diversos costos ambientales asociados con esa descarga, uno podría ser la necesidad de relocalizar una toma para provisión de agua doméstica que está aguas debajo de la

instalación. Si se instala un equipo adicional de tratamiento de agua perdida aguas abajo, más que relocalizar la toma, entonces los costos de equipamiento se convierten en un gasto preventivo.

7.8.4. Método de valoración contingente

En algunos casos, si los mercados de bienes o servicios ambientales no existen, no están bien desarrollados o no hay mercados alternativos, no resulta posible valorar los efectos ambientales de un proyecto en especial utilizando las técnicas de mercado o sustitutos de mercados establecidos. Una alternativa viable en esas situaciones puede ser el uso de métodos de valoración contingente, algunas veces también conocido como valoración hipotética.

Este método se utiliza cuando no existe información del mercado sobre los gustos y preferencias de la gente. Por ello, a través de cuestionarios el método busca identificar esas preferencias utilizando como criterio la “disposición a pagar” que tiene la gente para gozar de un beneficio o la “disposición a aceptar” como compensación para tolerar un daño ambiental (Munasinghe, 1992. Citado por IICA, 2000).

El método tiene la limitación de que la disposición a pagar está en función del nivel económico de las personas; por lo tanto, el valor obtenido depende de quién responda el cuestionario. Panayotou (1993. Citado por IICA, 2000) indica que la disposición a aceptar es mayor (de tres a cinco veces) que la disposición a pagar, por lo que ésta última es más utilizada. Por otra parte, la disposición a pagar o a aceptar depende también de la comprensión del efecto por parte de las personas y de la importancia que se vislumbre para las futuras generaciones. Si el efecto no se comprende ni se proyecta en el tiempo, el valor asignado es muy bajo.

Para IICA (2000) los resultados de la aplicación de éste método muestran que el nivel de pobreza en que vive la población hace que su disposición a pagar no refleje el verdadero valor que estas poblaciones asignan a los recursos.

Las técnicas del método de valoración contingente descansan en principios económicos neoclásicos estándar y utilizan una de las dos medidas Hicksianas del excedente del consumidor: variación compensatoria (VC) y variación equivalente (VE). La variación compensatoria es la cantidad de pago o cambio en el ingreso necesaria para que un individuo sea indiferente entre una situación inicial y una nueva situación con diferentes precios. La variación equivalente puede ser vista como un cambio en el ingreso igual a una ganancia en el bienestar resultante de un cambio en el precio. Alternativamente, puede ser considerada como el pago mínimo necesario para persuadir a un individuo a renunciar voluntariamente a una disminución del precio. En el caso de un incremento del precio, VE es la máxima cantidad que un individuo pagará para impedir ese incremento. La diferencia entre las dos medidas es que VC utiliza el nivel inicial de utilidad como un punto de referencia, mientras que VE evalúa el cambio desde el nivel *ex post hoc* de utilidad. El excedente del consumidor Marshalliano es utilizada algunas veces como una estimación de los técnicamente correctos VC y VE (Dixon *et al*, 1994).

Mientras que la disposición a pagar es restringida por el ingreso, la disposición a aceptar compensación no lo es. La evidencia empírica sugiere que la disposición a aceptar compensación excede ampliamente a la disposición de pagar por bienes sin sustitutos próximos para las cuales las personas tienen derechos de propiedad legales o basados en la costumbre. En numerosos experimentos se ha mostrado que la sola garantía de propiedad puede mover a los individuos a valorar un bien más alto de lo que ellos pagarían para obtenerlo. Esta conducta, que no es bien explicada por la teoría económica, tiene raíces psicológicas muy fuertes. En la práctica, significa que la disposición a aceptar una compensación debería ser utilizada cuando las personas son forzadas a dar algo o sufren algún daño (por ejemplo, el incremento en la contaminación del aire o del agua). De manera similar, la disposición a pagar es la medida apropiada cuando una persona es requerida sobre una mejora del estado presente (Dixon *et al*, 1994)

7.9. Política ambiental en México

En México el medio ambiente debe ser incluido como elementos de competitividad y del desarrollo económico y social, por lo que en la toma de decisiones sobre inversión, producción y políticas públicas, se incorporarán consideraciones de impacto y riesgo ambiental, así como de uso eficiente y racional de los recursos naturales. Para el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, el tema ambiental será eje de la política pública que esté presente en todas las actividades del gobierno.

La política ambiental es el conjunto de resoluciones gubernamentales para incidir en el comportamiento de las personas, empresas e instituciones públicas, en el uso, manejo, protección y conservación de los recursos naturales y de los servicios ambientales de que dispone la sociedad (Serrano, 2006).

La Constitución Mexicana es la base jurídica que sustenta a la legislación ambiental. En México la obligación de cuidar los recursos naturales y regular su aprovechamiento esta determinado en la Constitución Mexicana en su artículo 27 (Sánchez, 2000).

La LGEEPA define la política ambiental general y regula los instrumentos para su aplicación, asimismo delega en la sociedad, en las empresas y en los particulares la protección, conservación, restauración y aprovechamiento de la biodiversidad (García, 2006). De manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de preservación de los ecosistemas (artículo 1º, fracción V).

En México el capital ecológico ha permanecido en una circunstancia de casi libre acceso, donde quienes lo utilizan y explotan disfrutan de los beneficios que esto conlleva, mientras que los costos ecológicos de sus actividades se transfieren (externalizan) a la sociedad. El Estado debe asumir su responsabilidad y representar efectivamente el interés público por el aprovechamiento sustentable y garantizar que este se cumpla, con todos los medios legítimos a su alcance (Quadri, 1994).

El concepto de servicios ambientales se planteó por primera vez en nuestra legislación el 3 de julio de 2000, con la promulgación de la Ley General de Vida Silvestre (artículo 3º). Poco después, en diciembre de 2002, se reiteró la necesidad de incorporar este concepto en la política ambiental y de recursos naturales al promulgarse la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (SEMARNAT, 2004).

En el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 se enumeran los objetivos principales en la política ambiental para México:

1. Incrementar la cobertura y servicios de agua potable y saneamiento en el país.
2. Alcanzar un manejo integral y sustentable del agua.
3. Frenar el deterioro de las selvas y bosques en México.
4. Conservar los ecosistemas y la biodiversidad del país.
5. Integrar la conservación del capital natural del país con el desarrollo social y económico.
6. Garantizar que la gestión y la aplicación de la ley ambiental sean efectivas, eficientes, expeditas, transparentes y que incentive inversiones sustentables.
7. Asegurar la utilización de criterios ambientales en la Administración Pública Federal.
8. Lograr una estrecha coordinación e integración de esfuerzos entre las dependencias de la Administración Pública Federal, los tres órdenes de gobierno y los tres poderes de la Unión para el desarrollo e implantación de las políticas relacionadas con las sustentabilidad ambiental.
9. Identificar y aprovechar la vocación y el potencial productivo del territorio nacional a través del ordenamiento ecológico, por medio de acciones armónicas con el medio ambiente que garanticen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
10. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
11. Impulsar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático.
12. Reducir el impacto ambiental de los residuos.

13. Generar información científica y técnica que permita el avance del conocimiento sobre los aspectos ambientales prioritarios para apoyar la toma de decisiones del Estado Mexicano y facilitar una participación pública responsable y enterada.
14. Desarrollar en la sociedad mexicana una sólida cultura ambiental orientada a valorar y actuar con un amplio sentido de respeto a los recursos nacionales.

En México, la política ambiental es un ejercicio exclusivamente normativo o regulatorio. Debe reconocerse la necesidad de aplicar medidas económicas que modifiquen de raíz los factores causales del problema, que en esencia reduciría el abuso de bienes comunes percibidos como gratuitos. Para Quadri (1994) se trata de que el productor o el usuario de un bien elimine o mitigue los efectos adversos al verse forzado a asumir todos los costos y consecuencias ambientales de su actividad.

La teoría económica neoclásica, había restringido su campo de acción al ejercicio de la economía del bienestar, que entendía los procesos de decisión colectiva, las regulaciones e intervenciones estatales como algo externo al análisis económico. Sin embargo, el mercado no garantiza por si mismo la eficiencia y la igualdad, por lo tanto se ha visto la necesidad de crear mecanismos para que el Estado intervenga para una mayor seguridad social y económica. Fallas del mercado que obligan la intervención del Gobierno:

- Falta de competencia. Esto es presencia de monopolios
- Existencia de bienes públicos
- Presencia de externalidades
- Mercados incompletos
- Falta de información
- Desempleo, inflación y desequilibrio económico

Para Mitchell (1999) las políticas deben basarse en el principio de precaución. Las medidas ambientales deben anticipar, prevenir y atacar las causas de la degradación del ambiente. Para lo cual el gobierno mexicano ha creado los siguientes Instrumentos de Política ambiental (LGEEPA, artículos del 15 -41 y LGDFS artículo 35.):

- Planeación ambiental
- Áreas naturales protegidas.
- Ordenamiento natural del territorio.
- Regulación de la vida silvestre.
- Instrumentos económicos.
- Regulación ambiental de los asentamientos humanos.
- Evaluación del impacto ambiental.
- Estudios de riesgo.
- Normas Oficiales Mexicanas.
- Autorregulación y Auditorías ambientales.
- Investigación y educación ecológica.

La SEMARNAT (2004) resume la importancia de los distintos instrumentos legales para la construcción de políticas de pago de servicios ambientales, así como de los impactos ocasionados al ambiente (cuadro 6).

Cuadro 6. Instrumentos legales de la política ambiental mexicana.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Derecho a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de los mexicanos. Tutela de patrimonio de los recursos naturales. Interés público con fundamento de subsidios, incentivos y transferencias financieras.
Convención Marco sobre Cambio Climático/Protocolo de Kioto	Compromiso en mejora de factores relacionados con la emisión de gases de invernadero. Apoyo a programas de conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
Convenio sobre Biodiversidad	Compromiso de conservar, con utilización sustentable, la diversidad biológica, desarrollando programas gubernamentales al respecto.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	En el apartado de instrumentos económicos prevé el pago, los incentivos y la formación de instrumentos de mercado (sin embargo, este aspecto sigue sin reglamentación).

Ley General de Vida Silvestre	Define el concepto de servicios ambientales. Promueve la conservación y restauración de la biodiversidad, y el aprovechamiento económico sustentable de especies de flora y fauna. Señala que los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Define los servicios ambientales que brindan los ecosistemas forestales. Establece las bases para la creación y promoción de programas de manejo y esquemas de compensación por los servicios ambientales que aportan los bosques. Establece el Fondo Forestal Mexicano. Bases para la evaluación y el monitoreo de estrategias de pago de servicios ambientales.
Ley Agraria	Posibilita la canalización de inversiones para empresas productoras de servicios ambientales.
Ley de Aguas Nacionales	Contiene la figura de consejos de cuencas, los cuales pueden fungir como espacio de concertación y administración de pago de servicios ambientales.

Los instrumentos económicos (PROFEPA, 2000) han venido tomando un mayor peso en la política ambiental, de tal suerte que en la reciente reforma a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se ha incorporado la Sección III de Instrumentos Económicos, en los artículos 21, 22 y 22 BIS, con un total de 11 fracciones. Lo cual significa, que el sistema regulatorio tradicional es complementado con éste nuevo tipo de instrumentos, a fin de lograr los objetivos de la política ambiental. Ya que la LGEEPA de 1988 no hacía referencia a estos, y no fue hasta las reformas de 1996 cuando se introdujeron.

Con los instrumentos económicos se persigue hacer efectivos los dos principios de la política ambiental:

- El que indica que quien contamine, haga un uso excesivo de recursos naturales, o altere los ecosistemas, debe asumir los costos inherentes a su conducta.
- Y el que señala que quien conserve los recursos e invierta en la conservación ecológica, reconstruyendo el capital ambiental de la nación, debe recibir, por ello, un estímulo o una compensación.

En esta medida, la Ley define a los instrumentos económicos como los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generen sus actividades económicas y se les incentiva para realizar acciones que favorezcan al ambiente (Serrano, 2006).

Tipos de instrumentos:

- Derechos e impuestos ambientales.
- Mercado de derechos transferibles.
- Sobreprecios para generar fondos en Fideicomisos.
- Sistemas de depósito-reembolso.
- Fianzas y seguros.
- Derechos de uso de recursos e infraestructura.
- Contratos privados.
- Licitaciones en el sector público.
- Derechos de propiedad.
- Concesiones.

La elección del instrumento o instrumentos apropiados implica considerar la relación entre beneficios sociales y costos sociales, efectos distributivos, facilidad de instrumentación, aceptación y viabilidad política y costos administrativos. Los impuestos terminan con la gratuidad y el libre acceso al capital ecológico y a las funciones ambientales, y significan la asunción explícita de derechos de propiedad por parte del gobierno en representación de la sociedad.

La valoración económica juega un papel muy importante al suministrar información relacionada con los beneficios sociales de un mejoramiento o protección de la calidad ambiental y al cuantificar los costos de protección y evaluar el monto de las compensaciones que deben ir conexas a los proyectos de desarrollo. Al establecerse mercados de derechos de uso con topes máximos, algunos usuarios con amplia holgura para reducir sus efectos ambientales pueden compensar las incapacidades de otros transfiriéndoles derechos.

7.10. El sector eléctrico en México

Al nacionalizarse la industria eléctrica en 1960, la capacidad instalada era de 3,025 mega watts, con el paso del tiempo se desarrollaron grandes proyectos hidroeléctricos y termoeléctricos, se diversificó la generación mediante el uso de energía geotérmica, nuclear, a base de carbón y en menor medida la eólica (CFE, 2004).

En la actualidad el sector eléctrico nacional cuenta con 759,552 km, de líneas de transmisión y distribución. Del monto anterior, el 6% corresponde a líneas de 400 y 230 kilo volts, 6.1% desde 161 hasta 61 kilo volts y el 87.9% restante a media y baja tensión desde 60 kilo volts hasta 220 volts (CFE, 2007).

En subestaciones en 2005, se tenía una capacidad instalada de 234,530 mega vatios, de los cuales 134,707 mega vatios corresponden a subestaciones de transmisión, 39,706 mega vatios a subestaciones de distribución de CFE, y 28,757 mega vatios a subestaciones de Luz y Fuerza del Centro, así como 31,360 mega vatios en transformadores de distribución de CFE (2007).

A principios del 2005, La Secretaría de Energía creó el Comité de Cambio Climático del Sector Energía. Éste se encarga de coordinar las acciones, dar seguimiento y definir políticas relacionadas con el cambio climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del sector energía en México. Por lo tanto, proyectos que contribuyan a la

reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, se requerirá de los recursos provenientes de la comercialización de dichas reducciones en el mercado internacional de carbono, a fin de que sean económicamente viables. De esta manera se abre para la CFE la posibilidad de que este tipo de proyectos participen en el MDL a fin de vender reducciones de emisiones, lo que mejorará su viabilidad económica y financiera (CFE, 2007).

Por su importancia dentro de la economía del país, la expansión del sistema eléctrico está ligada a los planes nacionales de desarrollo, primordialmente a través de la previsión de la demanda, que toma en cuenta de manera anticipada el curso de la actividad económica, el crecimiento de la población y la influencia de otras fuerzas que actúan sobre el consumo de electricidad a lo largo del tiempo.

La planificación del sector eléctrico tiene como objetivo diseñar el programa de expansión del servicio eléctrico nacional (SEN) que sirva como base para definir las obras e inversiones a realizar, para satisfacer la demanda futura a costo mínimo y con nivel adecuado e confiabilidad y calidad, respetando las disposiciones nacionales en materia energética, social, financiera y ambiental.

La tasa media anual esperada de incremento en el consumo de energía en el sector eléctrico ha disminuido de 6.3% en 2001 a 5.2% en 2005, debido a una reducción permanente de las proyecciones anuales de la Secretaría de Energía y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público del crecimiento de la economía del país (CFE, 2007).

Las estimaciones actuales consideran que las ventas de electricidad más autoabastecimiento crecerán 4.8% cada año, derivado de un crecimiento del producto interno bruto (PIB) de 3.8% del país. Se construirán 29,558 km de líneas de transmisión (69 a 400 kilo volts) y se instalarán 63,881 mega vatios de capacidad de transformación en subestaciones, lo cual representa respectivamente un crecimiento de 32% y 47% de los valores correspondientes al cierre del 2005 (CFE, 2007).

El monto total de inversión necesario para atender el servicio público de CFE en 2007 – 2016 es de 543,354 millones de pesos, con la siguiente composición: generación 44.4%, transformación 19.1%, distribución 20.7%, mantenimiento 14.9% y otras inversiones 0.9%. Se estima que el 40% del monto total de la inversión utilizará esquema de obra pública financiada, 8.8% la modalidad de producción independiente de energía, mientras que CFE participará con 38.5% mediante recursos presupuestales. Para el 12.7% restante aún no se ha definido el esquema de financiamiento que se utilizará.

XIII. METODOLOGÍA

8.1. Ubicación y descripción del área de estudio³

La línea de Transmisión Tejupilco-Tizapa Maniobras inicia en la Subestación Eléctrica Tejupilco (en operación) ubicada en Municipio del mismo nombre, en el Estado de México, con las coordenadas geográficas 100° 09' 45" de Latitud Norte, 18° 54' 36" de Longitud Oeste; continuando en dirección noroeste hacia el Municipio de Temascaltepec y terminando en la Subestación Eléctrica Tizapa Maniobras (en operación), ubicada en el Municipio de Zacazonapan, Estado de México, localizada con las coordenadas geográficas siguientes 100° 14' 18" de Latitud Norte, 19° 02' 40" de Longitud Oeste. En el cuadro 7 se detallan las coordenadas geográficas.

³ Capítulo basado en: CFE. 2004. Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelos forestales.

Cuadro 7. Coordenadas Geográficas para los puntos de inflexión de la Línea de Transmisión Tejupilco-Tizapa Maniobras.

Puntos de inflexión	Coordenadas Geográficas		Longitud (m)
	Latitud N	Longitud W	
Subestación Tejupilco P.P	100° 09' 45"	18° 54' 36"	-----
Del PP al PI 1	100° 09' 48"	18° 54' 38"	108.054
Del PI 1 al PI 2	100° 09' 58"	18° 54' 58"	699.648
Del PI 2 al PI 3	100° 09' 33"	18° 55' 32"	1,273.151
Del PI 3 al PI 4	100° 09' 33"	18° 55' 58"	788.590
Del PI 4 al PI 5	100° 09' 34"	18° 56' 24"	808.165
Del PI 5 al PI 6	100° 09' 43"	18° 57' 24"	1,847.962
Del PI 6 al PI 7	100° 10' 29"	18° 59' 40"	4,396.640
Del PI 7 al PI 8	100° 11' 03"	19° 00' 07"	1,288.296
Del PI 8 al PI 9	100° 12' 29"	19° 99' 35"	2,683.365
Del PI 9 al PI 10	100° 12' 43"	19° 00' 52"	655.860
Del PI 10 al PI 11	100° 13' 22"	19° 02' 32"	3,275.386
Del PI 11 al PI 12	100° 08' 30"	19° 02' 45"	1,488.835
Del PI 12 al PI 13	100° 14' 17"	19° 02' 40"	166.928
Del PI 13 al PI 14	100° 14' 18"	19° 02' 40"	41.071
Del PI 14 a la Subestación Tizapa-Maniobras			58.730
Subestación Tizapa-Maniobras	100° 14' 18"	19° 02' 40"	-----
	TOTAL		19,580.681

La línea tiene una longitud total de 19.581 km., y un ancho de derecho de vía de 18 m., se instalaron un total de 80 torres; de las cuales 15 son de deflexión (PI), 65 son de suspensión (en tangente) y 2 de remate (PP); mismas que están cimentadas una al inicio de la salida de la Subestación Tejupilco y la otra, donde finaliza el proyecto a la llegada de la Subestación Tizapa Maniobras.

La construcción de una línea de transmisión eléctrica, corresponde a una acción de suministro permanente de energía eléctrica, utilizando cableado aéreo. Se considera que este tipo de proyecto es de utilidad permanente; siendo su vida útil de aproximadamente

40 años; requiriendo únicamente actividades de mantenimiento y sustitución de componentes como herrajes, aisladores, piezas de perfil estructural y cables del sistema de tierras cuando se considere necesario y continuar con el servicio.

El trazo de la Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa Maniobras inicia en la Cabecera Municipal de Tejupilco, pasa por el municipio de Temascaltepec y termina en el municipio de Zacazonapan, Estado de México (figura 5).



Figura 5. Mapa de localización de los municipios: Tejupilco, Temascaltepec y Zacazonapan.

El municipio de Tejupilco se ubica al suroeste del Estado, colinda al norte con los Municipios de Oztolapan, Zacazonapan, Temascaltepec y San Simón de Guerrero, al sur con Amatepec y Sultepec, al este con San Simón de Guerrero, Texcaltitlán y Sultepec y al oeste con los Estados de Michoacán y Guerrero. Esta comprendido entre los paralelos $18^{\circ}45'30''$ y $19^{\circ}04'32''$ de Latitud Norte y entre los meridianos $99^{\circ}59'07''$ y $100^{\circ}36'45''$ de Longitud Oeste, del meridiano de Greenwich.

El municipio de Temascaltepec se encuentra en el área sur del estado de México, ligeramente hacia el sureste de Toluca, en las coordenadas geográficas $19^{\circ}03'00''$ de Latitud Norte y $100^{\circ}02'00''$ de Longitud Oeste. Colinda al norte con los Municipios de Valle de Bravo y Amanalco de Becerra, al sur con Tejupilco, San Simón de Guerrero y

Texcaltitlán, al este con Zinacantepec y Coatepec Harinas y al Oeste con Zacazonapan y Tejupilco. La distancia a la capital del Estado es de 66 km. y de 140 km. al Distrito Federal.

El municipio de Zacazonapan se localiza en la zona geográfica sur del Estado de México, las coordenadas geográficas son entre los paralelos 19°00'17" y 19°16'17" de Latitud Norte y del meridiano 100°12'55" al meridiano 100°18'13" de Longitud Oeste. Limita al norte con el municipio de Oztoloapan, al sur con el municipio de Tejupilco; al este con los municipios de Temascaltepec y Valle de Bravo y al Oeste con Oztoloapan.

8.1.1. Clima

Los tipos de clima presentes en los municipios por donde pasa la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco-Tizapa Maniobras se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Tipo de clima en los municipios localizados en la L. T. Tejupilco-Tizapa Maniobras.

Municipio	Tipos de clima
Tejupilco	Cálido subhúmedo y semicalido húmedo
Temascaltepec	Templado subhúmedo y semiárido húmedo
Zacazonapan	Cálido subhúmedo

De acuerdo al cuadro 8 el clima en el municipio de Tejupilco es de cálido a semicálido con lluvias en verano y con un porcentaje menor de lluvias en invierno. Generalmente el clima predominante en el municipio es templado, sin embargo algunas poblaciones que se localizan a más de 1500 msnm presentan climas fríos. En verano aparecen las lluvias durante los meses de julio y agosto.

En el municipio de Temascaltepec, se tienen identificadas dos zonas climáticas: la templada subhúmeda al norte y al este, y la semiárida húmeda al sur y al oeste, predominando el subhúmedo. La temperatura media anual oscila entre los 18° y 22° C. la precipitación pluvial anual va de los 800 a los 1,600 mm.

El clima predominante en el municipio de Zacazonapan es el cálido subhúmedo con humedad moderada. La temperatura media anual es de 23° C, la máxima anual de 31°C y la mínima anual de 15°C., la precipitación es de 1,800 mm anuales, presentándose vientos en mayo y esporádicamente en agosto y septiembre.

8.1.2. Fisiografía

La superficie del municipio de Tejupilco es bastante accidentada, dando origen a la Sierra de Pericones cuya elevación que más destaca es la denominada La Muñeca. Esta Sierra se prolonga hasta el Puerto el Salitre donde se levanta la Sierra de Nanchititla o Cinacantla, para terminar en el margen del río Cutzamala.

Por el norte desprendiéndose de la Sierra de Temascaltepec, penetra con la Sierra de la Cumbre, el Cerro de Cacalotepec, El Cardosanto, Jumiltepec, El Fraile y la Rayuela, para ir a terminar al Río Temascaltepec. Se encuentran además desprendimientos como el de La Cantería, La Cadena, El Cerro del Venado, El Estanco, Piedra Grande y Jalpan, formando así dos valles fértiles; uno pequeño donde se encuentra la Villa de Tejupilco y otro más grande donde se localiza el poblado de San Martín Luvianos; asimismo, hay cañadas como Los Arrayanes, Nanchititla y Piedra Grande, también existen dos volcanes apagados como El Cerro Gordo y La Tinaja.

La Sierra de Temascaltepec es una prolongación del Nevado de Toluca y atraviesa el municipio en toda su extensión. Las elevaciones más importantes son los Cerros del Temeroso, La Soledad, El Fortín, Las Peñas del Diablo, El Peñón, Los Tres Reyes y el Cerro de Juan Luis.

El municipio de Zacazonapan presenta serranías complejas con cañadas y lomeríos pertenecientes a la subprovincia fisiográfica de La Sierra Madre del Sur, como ejemplos notables de orografía se tienen los Cerros de La Pila, Sombrero, Pelón, entre otros. Además, al norte del municipio se localizan elevaciones importantes como El Xomil, Peña Colorada, Peñas del Fraile y parte de la cuesta. Es importante mencionar a La Peña Sola y Los Tres Reyes, que aunque no pertenecen al municipio, se identifican con él; ya que adornan el panorama de la cabecera municipal.

De acuerdo a su aspecto geológico se divide en cuatro periodos: el primero con rocas del Jurásico Superior; el segundo con rocas metamórficas, en donde destacan esquistos y pizarras del Cretáceo Inferior; el tercero compuesto de lutitas, margas y calizas del Cretáceo Superior; y el cuarto de rocas ígneas volcánicas del Cuaternario, en donde destacan basaltos y conos cineríticos.

8.1.3. Suelos

Los suelos del municipio de Tejupilco son de origen aluvial y residual, cuya fertilidad va de moderada a alta. Los suelos regasol y cambisol ocupan una extensión de aproximadamente 70%, este tipo de suelos son aprovechados para cultivos regionales, su productividad agrícola va de moderada a alta.

El suelo litozol se localiza al norte de los márgenes del río Pungaranco, ocupa una extensión de aproximadamente 25%, es un suelo de menos de 10 cm. de espesor sobre roca o tepetate, se utiliza para el pastoreo de ganado de manera moderada.

El feozem se localiza al suroeste del municipio en los márgenes del río San Felipe representando el 5% aproximadamente de la superficie total, tiene la característica de proporcionar altos rendimientos en la actividad agrícola.

En el municipio de Zacazonapan los principales tipos de suelo son el feozem, vertisol, luvisol, acrisol y litosol.

8.1.4. Hidrología

El trazo de la Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa Maniobras cruza unidades ambientales que se localizan dentro de la Región Hidrológica Río Balsas, cuya nomenclatura en la cartografía hidrológica superficial es RH18. Así mismo considerando el siguiente nivel de clasificación hidrológica, la zona por la que atraviesa la trayectoria, se ubica dentro de la Cuenca del Río Cutzamala (G) y en dos subcuencas: Río Temascaltepec (f) y Río Ixtapan, de acuerdo a la clasificación establecida por INEGI en la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, escala 1:250,000.

El municipio de Tejupilco es regado por dos ríos principales. Al norte El Río Grande de Temascaltepec, que marca el límite con el municipio de Zacazonapan; éste recibe como afluente las aguas del Río Tejupilco y va a desembocar al Río Cutzamala, afluente del Balsas. Al sur El Río Tejupilco el cual nace en las colinas de los Cerros de Cacalotepec y La Cumbre, con el nombre del Río de San Simón mismo que atraviesa el pequeño valle de Tejupilco, donde recibe a los Ríos de Jalpan y Rincón del Carmen, dicho Río cruza después “El Cañón de Santa Rosa”, donde se forma la cascada denominada “El Salto”. Existen además, en el resto del municipio, gran cantidad de arroyuelos, ojos de agua, manantiales, presas y bordos.

Los principales ríos del municipio de Temascaltepec son tres: Río Verde o Río de la Presa, el Río Vado y el Río Temascaltepec, de cause permanente, además de 41 manantiales.

La hidrología del municipio de Zacazonapan está representada por una serie de arroyos intermitentes y el Río Temascaltepec, que es el más importante por su caudal permanente y porque recibe la afluencia de los arroyos que bañan el municipio, entre los que encontramos los de Zacazonapan, La Papaya y San José.

La hidrología se complementa con una serie de manantiales, bordos y represas distribuidos en el territorio municipal, cuyo uso se destina para el abrevadero de ganado,

uso doméstico y para irrigar pequeñas superficies. Es importante señalar la Presa del Pinal de Osorios construida en la época colonial, que aunque se localiza en el Valle de Bravo, sirve para esparcir el vital líquido a la mayor parte de la superficie de riego en el municipio. Asimismo, otro recurso de importancia es el manantial La Huerta, localizado en el municipio de Temascaltepec, pues surte del vital líquido a toda la población del municipio.

8.1.5. Vegetación

La flora del municipio de Tejupilco es muy diversificada, en un estudio desarrollado por Guízar (1983), se estima la presencia de 99 familias, 197 géneros y 629 especies; predominando los elementos de afinidad meridional y boreal, además del elemento endémico. La cubierta vegetal se encuentra constituida por los siguientes tipos de vegetación: bosque de encino, bosque de pino-encino, selva baja caducifolia y bosque de galería.

En el bosque de encino sobresalen las especies siguientes: *Quercus magnoliifolia*, *Q. crassifolia*, *Calea urticifolia*, *Lantana involucrata*, *Arbutus xalapensis*, *Tibouchina scabriscula*, *Waltheria americana*, *Clethra mexicana* (mamahuaxtle), *Psidium guajava*, *Byrsonima crassifolia* (nanche). La selva baja caducifolia es más diversificada, sobresalen especies como: *Acacia cochliacantha* (cubata), *Ipomea arborescens* (cazahuate), *Alvaradoa amorphoides*, *Cochlospermum vitifolium* (panicua), *Haematoxylum brasiletto* (brasil), *Comocladia engleriana* (terlate) y *Karwinskia humboldtiana* (tullidota).

En el municipio de Temascaltepec y con base en estudio realizado por Orozco (1995) se estima una flora constituida por 98 familias, con 331 géneros y 625 especies. La vegetación es muy diversificada, reconociéndose los siguientes tipos de vegetación siguiente: bosque de *Abies*, bosque de *Abies-Pinus*, bosque de *Pinus*, bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña y selva baja caducifolia. En el bosque de pino destacan las siguientes especies: *Pinus oocarpa* (pino), *Quercus crassipes* (encino), *Q.*

magnoliifolia (encino), *Q. crassifolia* (encino), *Solanum cervantessi*, *Cirsium ehrenbergii*, *Dalia coccinea*, *Baccharis conferta* (hierba del carbonero), *Clethra mexicana* (mamahuaxtle), y *Psidium sartorianum* (arrayán), ésta última frecuente en los arroyos.

La presencia de vegetación en estos municipios ocurre sobre terrenos de topografía accidentada y suelos someros, pedregosos. No obstante ello es una vegetación muy diversificada, ahora un poco impactada por el cambio de uso del suelo efectuado por los productores de la región.

En el municipio de Zacazonapan la flora es muy variada, existen especies como el pino que se localiza a mayor altitud, en forma descendente se encuentran asociaciones de pinos con encinos; después otros vegetales propios de los bosques tropicales, caducifolios y bosques mixtos de árboles con leguminosas. Sin embargo, la vegetación original ha sido transformada por la práctica ganadera, en la mayor parte de los llanos y altiplanos que se ubican en el municipio.

8.1.6. Fauna

En el municipio de Tejupilco se tienen reportadas para la zona las siguientes especies de mamíferos: gato montés, venado, jabalí, ardilla, cuinique, hurón, conejo, liebre, armadillo, tejón, tigrillo, murciélago, rata de campo, tuza, zorrillo, tlacuache, cacomiztle, zorro y ajaz.

Entre las aves: águila, gavilán, zopilote, aura, cuervo, quebrantahuesos, tecolote, urraca, chachalaca, codorniz, güilota, paloma blanca, paloma doméstica, jilguero, canario, pájaro mosquero, ceniztonle, primavera, gorrión y otros.

Entre los reptiles hay víboras de diversas especies y colores, iguanas, lagartijas, tortugas, cincuates, alicantes, escorpiones de diversos colores, sapos, ranas, tepocates y ajolotes.

Por ser el municipio de Temascaltepec una región montañosa y agreste, se tienen registros de una gran variedad de animales, siendo los principales el gato montés, venado, jabalí, ardilla, cuinique, hurón, conejo, liebre, armadillo, tejón, tigrillo, murciélago, rata, tuza, zorrillo, cacomiztle, zorro; gavián águila, zopilote, cuervo, quebrantahuesos, tecolote, urraca, chachalaca, codorniz, huilota, pájaro maicero, garrapata, tórtola, bobo, mulato, chichicuilote. Iguanas, lagartijas, tortugas, cincuates, escorpión, alicante, sapo, rana y ajolote.

En el municipio de Zacazonapan, también existe una gran diversidad de fauna silvestre, entre las que se encuentran registradas son: ardilla, armadillo, comadreja, conejo, coyote, mapache; aves: águila, aura, pájaro carpintero, corre caminos, huilota, tecolote, tórtola, codorniz, zopilote, rana, sapo, culebra verde, tortuga, escorpión, lagartijas, víboras, coralillo, mojarra criolla, charales, bagre, carpa; arácnidos: alacrán, tarántula, arañas y ciempiés.

8.1.7. Situación legal del derecho de vía

La trayectoria de la Línea de Transmisión atraviesa por predios de propiedad ejidal, comunal, federal y pequeña propiedad.

Previo al inicio de la construcción de la obra, la Comisión Federal de Electricidad obtuvo las anuencias de construcción por parte de los afectados, siendo para el caso que nos ocupa, los ejidos, comunidades y pequeñas propiedades; además se celebraron Convenios de Servidumbre de Paso con todos los dueños y poseedores de los predios por donde cruza la línea de transmisión en estudio y la documentación legal se entregó a la SEMARNAT como Anexo en el Estudio Técnico Justificativo. De igual manera, se notificó a las autoridades federales y municipales sobre la construcción del proyecto, a fin de no interferir con trabajos o proyectos que estas instancias tengan en programación.

8.2. Proceso de construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco - Tizapa Maniobras⁴

8.2.1. Obras y actividades provisionales

Caminos de acceso. Durante la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica, se utilizaron y/o rehabilitaron los caminos existentes en la zona. Para los caminos nuevos de acceso temporales, el contratista realizó los trámites correspondientes para la obtención de las autorizaciones en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Una vez concluida la obra, los caminos de acceso deberán ser clausurados a excepción de aquellos que llegaran a requerirse para dar el mantenimiento a la línea en operación. La selección del sitio y el diseño de los caminos de acceso fueron en apego a los criterios ecológicos CE-OESE-003/89.

Almacenes, bodegas y talleres. Se utilizó la infraestructura existente en la zona, sin embargo en caso que se requiera se construyó una caseta provisional para guardar el equipo, herramienta y maquinaria necesaria durante la preparación del sitio y construcción de la línea de transmisión, dichos almacenes y/o bodegas fueron contruidos con techo de lámina galvanizada y cercada con malla ciclónica en un terreno plano cercano al derecho de vía de la línea de transmisión y libre de vegetación arbórea. Los sitios donde se ubiquen fueron definidos por la compañía contratista responsable de ejecutar el proyecto así como de obtener los permisos correspondientes. Al término de las actividades dichas bodegas y/o almacenes fueron desmantelados.

Campamentos, dormitorios y comedores. No se requirió de campamentos, dormitorios y comedores para el personal que laboró en la construcción de la línea de transmisión, se aprovecharon los servicios e infraestructura que existen en las poblaciones cercanas a la trayectoria de la línea. Además de que un alto porcentaje de la mano de obra que se contrató para la construcción de la obra fue de los poblados más cercanos al proyecto y

⁴ Capitulo basado en: CFE. 2004. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras.

no fue necesario instalar este tipo de infraestructura, por lo que los trabajadores pudieron regresar a sus hogares a pernoctar; el personal que se utilizó para la ejecución de la obra se contrató de las poblaciones aledañas al proyecto (Zacazonapan, Temascaltepec, Tejupilco y otras), en el caso del personal especializado que fue trasladado al lugar de la obra, aprovechando los servicios que existen en las poblaciones cercanas a la trayectoria de la línea.

Instalaciones sanitarias. Durante la construcción de la línea de transmisión y donde las condiciones del terreno lo permitieron (terrenos de subestaciones) se instalaron letrinas portátiles donde el mantenimiento lo realizó la empresa que prestó el servicio de acuerdo con la normatividad ambiental, para el caso de terrenos de difícil acceso se apegaron a lo establecido en la NOM-114-SEMARNAT-1998 que a la letra dice: “Se deberá contar con letrinas móviles para el uso obligatorio de los trabajadores que laboren en las obras.

Bancos de material. Para esta obra no fue necesaria la apertura de bancos de material, el material que se utilizó para las cimentaciones de las zapatas de las estructuras de la obra fue concreto premezclado, el cual se adquirió en casas comerciales. Por lo tanto, no fue necesaria la apertura de bancos de material. Para el relleno y compactado de las cimentaciones de cada una de las estructuras de la torre, generalmente se utiliza el mismo producto de las excavaciones, siempre y cuando este tenga las propiedades físicas de compactabilidad requerida en las especificaciones de construcción de la CFE; en caso contrario, se recurre al material de banco, que de igual forma se adquiere en casas comerciales debidamente establecidas.

Cabe mencionar que para este tipo de proyecto, se utilizaron los servicios de compañías que se dedican a elaborar y distribuir concretos premezclados, siendo aplicables éstos para las zonas de fácil acceso para los camiones olla.

Sitios para la disposición de residuos. Los residuos sólidos no peligrosos generados en la obra y que no fueron susceptibles de ser reutilizados (basura doméstica, envases de refresco, bolsas de plástico, envolturas de alimentos y otros), fueron recolectados en

contenedores para su traslado a los sitios de disposición final de los municipios de Zacazonapan, Temascaltepec y Tejupilco, con previa autorización de la autoridad municipal. Los materiales y residuos sólidos no peligrosos susceptibles de ser reutilizados (pedacería de metal, de cable, vidrio de aisladores, madera, flejes de embalaje de equipo y otros) fueron concentrados provisionalmente en las casas o construcciones existentes que se acondicionaron como almacenes de la obra, para posteriormente ser canalizados a empresas que los reutilicen.

La generación y clasificación de los residuos peligrosos fueron responsabilidad de la compañía constructora, la cual también fue responsable de manejarlos y disponerlos de acuerdo a la normatividad aplicable.

Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad. Las vías de acceso son uno de los aspectos de gran importancia considerados en la etapa de selección de trayectorias de los proyectos de líneas de transmisión, porque al desarrollar las obras en zonas bien comunicadas con caminos, se facilita el proceso constructivo, permite efectuar supervisiones en forma regular y constante y resulta fundamental para llevar a cabo el mantenimiento requerido durante la etapa de operación de la obra. Por otra parte, la existencia de caminos y carreteras, reduce considerablemente los efectos sobre el entorno ambiental ya que se reducen las superficies de afectación por apertura de nuevos accesos o simplemente se abren los estrictamente necesarios; asimismo, los costos de construcción se ven notablemente disminuidos.

Para acceder a la región donde se ubica la trayectoria de la Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa Maniobras y su área de influencia, se puede llegar por carretera federal a la salida del acceso a la Subestación Eléctrica Tejupilco; así también existe una extensa red de caminos secundarios de terracería que permitieron el acceso a la mayoría de los sitios donde se construyeron las cimentaciones para las estructuras.

8.2.2. Actividades de preparación del sitio

Las actividades que se realizaron con objeto de acondicionar el terreno por donde cruza la Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa Maniobras son las siguientes:

Actividad 1. *Verificación topográfica y estudios de mecánica de suelos o geotécnico.* Durante el levantamiento topográfico se ubica físicamente en el terreno de la trayectoria de la línea de transmisión diseñada en gabinete, colocando mojoneras en cada punto de inflexión localizado.

Verificación topográfica de la trayectoria de la línea. Es la comprobación en campo de que la información contenida en los planos topográficos sea correcta. Adicionalmente se verifican los puntos sobresalientes del levantamiento topográfico y laderas existentes, así como los cruces con vías de comunicación y construcciones en general.

Estudio geotécnico. Se realiza un muestreo de suelos a lo largo de la trayectoria de la Línea de Transmisión para efectuar un estudio de mecánica de suelos que permita determinar las condiciones estratigráficas del suelo a lo largo del trazo de la línea, para proporcionar las recomendaciones de diseño y construcción adecuadas para las cimentaciones de las estructuras. Al respecto se excavan pozos a cielo abierto en todos y cada uno de los puntos de inflexión de la línea y en los sitios de las estructuras de tensión.

En tangentes se excavan pozos cada 3 kilómetros o antes si existe un cambio en el tipo de suelo (por ejemplo al pasar de roca a suelo) o en el tipo de topografía (por ejemplo al pasar de un área montañosa a una de lomeríos suaves).

Las dimensiones de los pozos son las mínimas necesarias para que una persona pueda introducirse en ellos para la inspección de sus paredes y obtención de muestras cúbicas. Se estima que dimensiones de 1.5 x 1.0 m son adecuadas y se excavan hasta una

profundidad de 4 m, o la limitada por el nivel freático o suelo no excavable con pico y pala.

Para el proyecto en estudio se realizaron aproximadamente 15 pozos por lo que se calculó se extraerían 90 m³ de suelo, los cuales, después de obtenidas las muestras volverán a depositarse en los pozos de los cuales fueron extraídos.

Actividad 2. *Desarrollo de ingeniería.* Consiste en aplicar los conocimientos y procedimientos técnicos en todas sus dimensiones (desde las etapas de selección de sitio, topografía, diseño del proyecto y puesta en servicio), que se requieren durante las actividades constructivas para la ejecución de la Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa Maniobras.

Actividad 3. *Apertura de la brecha de maniobra y patrullaje.* Consiste en desmontar a matarrasa una franja central de 4 m de ancho a lo largo del derecho de vía, para lo cual se utilizaron herramienta menor (machetes, hachas y motosierras) dejando tocones de arbolado derribado a un mínimo de 60 cm de altura para favorecer su recuperación o regeneración vegetativa disminuyendo con ello procesos de erosión del suelo. La función de esta brecha consiste en interconectar los sitios donde se instalarán estructuras de sostén, permitiendo el transporte de equipo, material y personal para el tendido y tensionado de cable conductor y de guarda. Posteriormente este camino permitirá los recorridos de supervisión y mantenimiento por lo cual también es necesario en las partes donde las condiciones topográficas lo permitan el utilizar maquinaria pesada para poder circular en esta brecha de maniobra y patrullaje. En el resto del derecho de vía se realizará poda selectiva, que consiste en eliminar los elementos arbóreos y arbustivos que técnicamente interfieran con las actividades constructivas o que por su altura no garanticen las distancias de seguridad eléctrica requeridas durante la operación de la línea de transmisión eléctrica para ello se utilizarán machetes, hachas y motosierras.

Actividad 4. *Localización del trazo para las estructuras.* Apertura de las áreas para el armado de estructuras y áreas para el tendido del cable.

Localización del trazo para las estructuras. Elección e identificación (por medio de una mojonera) de los sitios definitivos para la instalación de las estructuras de soporte de la línea.

Apertura del área para el armado de estructuras y áreas para el tendido de cable conductor. Es la apertura de las áreas para el armado de estructuras y tendido de cable, despalmado las áreas mediante la utilización de un tractor de orugas con cuchilla hidráulica D7 o similar, el despalme se realizará en un área de 30 x 18 m, necesaria para las maniobras de obra civil, armado de estructuras y para el tendido de cable conductor y de guarda. El volumen de material sobrante que se estima se generará por torre durante el desarrollo de estas actividades será de 15.600 m³ de hojarasca y 117.000 m³ de arcilla. Para este proyecto se considera la apertura de tres áreas para el tendido de cable.

Actividad 5. *Desmonte, despalme, limpieza y nivelación de los accesos* (apertura de caminos de acceso fuera del derecho de vía). Se requiere abrir un kilómetro de nuevos caminos de acceso, la apertura de estos requiere desmonte y despalme, el desmonte se realizará con herramienta menor (machetes, hachas y motosierras) y el despalme se hará mediante el uso de un tractor de oruga con cuchilla hidráulica D7 en un área de rodamiento de cuatro metros de ancho como máximo. Para ello únicamente se removerá la vegetación existente, procurando evitar cortes y terraplenes donde el relieve del terreno no lo permita. El volumen del material de despalme que se estima se generará en ésta actividad es de 80.000 m³ de hojarasca y 600.000 m³ de arcilla.

8.2.3. Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía

El derecho de vía se establece como una franja necesaria para la protección de las L.T.'s y en la cual no se permite el establecimiento de construcciones o actividades que puedan interferir con el funcionamiento de las mismas o poner en riesgo la integridad de la instalación. En el cuadro 9 se muestra la estimación de las superficies para manejo de la vegetación.

Cuadro 9. Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía de la L.T. Júpilco – Tizapa Maniobras.

Concepto	Superficie bruta (ha)	Ver Nota	Superficie real (ha)				Área no forestal	Área forestal	Área total	
			Desmonte a matarrasa		Sin afectar	Poda selectiva				
			Permanente	Temporal						
A	Derecho de vía.	35.25	-	8.0268	4.2084	14.76	8.2548	14.76	20.49	35.25
B	Brecha de maniobras y patrullaje.	7.83	2	7.5852	0.2448			3.51	4.32	7.83
C	Área para armado de estructuras.	3.87	5		3.87			1.3944	2.484	3.87
D	Base de las estructuras.	0.4416	1	0.4416				-	-	-
E	Patio de tendido y tensado de cables.	0.0936	7		0.0936			-	-	-
F	Patio de tendido y tensado de cables (fuera del derecho de vía).	-	7		-			-	-	-
G	Caminos de acceso fuera del derecho de vía.	0.40	3		0.40			-	-	0.40
Subtotal:										
Superficie total requerida: 35.25										
Nota 1. No se excluye ningún concepto _____ ancho X largo X No. de estructuras.										
Nota 2. Excluye la superficie proporcional que ocupa el concepto D _____ longitud de la LT X ancho brecha – [ancho base de estructura X 4 m X No. estructuras].										
Nota 3. No se excluye ningún concepto _____ longitud del camino X ancho de la corona.										
Nota 4. Excluye las superficies proporcionales que ocupan los conceptos B y D _____ ancho X largo X No. estructuras – [ancho del área de armado X 4 m X No. estructuras + base de la estructuras].										
Nota 5. Excluye la superficie proporcional del concepto B _____ ancho X largo X No. de patios – [ancho del área de patio X 4 m X No. de patios].										
Nota 6. Excluye las superficies proporcionales que ocupan los conceptos D, B, C y E _____ Longitud de la LT X derecho de vía – [base estructuras + brecha maniobras + (ancho de área de armado X derecho de vía X No. estructuras – áreas ya incluidas de base de estructuras y brecha de maniobras) + (ancho área de patio X derecho de vía X No. de patios – áreas ya incluidas de la brecha de maniobras)].										
Nota 7. No excluye ningún concepto _____ ancho X largo X No. de patios.										
Derecho de vía 35.25 ha										
Áreas de tendido y tensionado de cable, fuera del derecho de vía: 0.00										
Caminos de acceso: 0.40										
Total: 35.65										

En la Figura 6 se presenta el esquema del manejo de la vegetación, dentro del derecho de vía y brecha de maniobra y patrullaje de la L.T. Tejupilco – Tizapa Maniobras, así como las relaciones de las estimaciones de cada una de estas superficies.

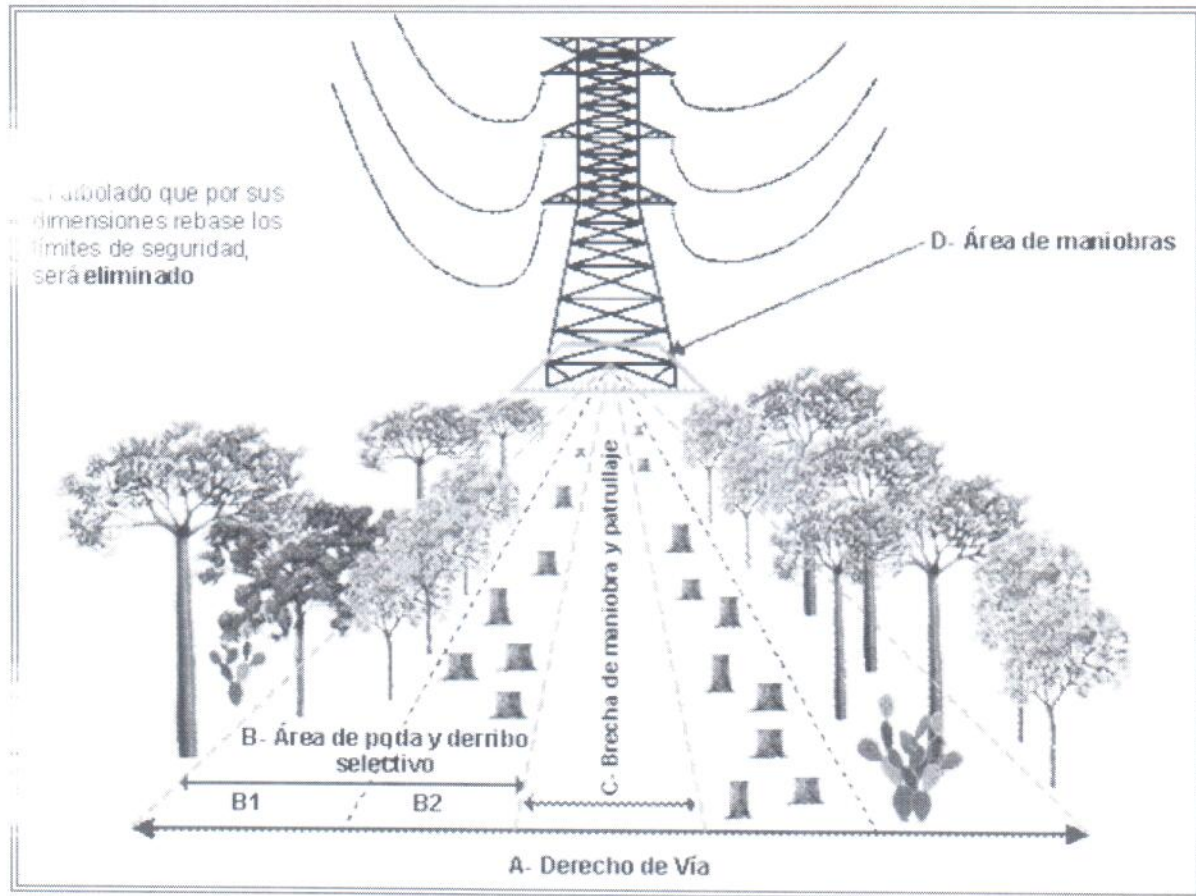


Figura 6. Manejo de la vegetación en el derecho de vía de la L.T. Tejupilco – Tizapa Maniobras.

Los conceptos utilizados en la figura anterior se describen a continuación:

A. Derecho de vía. Es la franja de terreno que se ubica a lo largo de cada línea aérea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la Línea.

B- Área de poda y derribo selectivo. También conocida como brecha forestal, consiste en el acondicionamiento de una franja de terreno (36 m de ancho) para alojar a la Línea en las

áreas donde existe vegetación forestal. Para obtener esta cifra se multiplica la longitud de la línea en las áreas forestales por el ancho del derecho de vía.

Los objetivos de la brecha forestal entre otros son conservar el distanciamiento de fase a tierra, establecido en las normas de la obra, en las áreas donde se ubicarán las estructuras; proteger estructuras y conductores contra la caída de árboles o ramas que puedan causar daños o fallas en la línea; y proteger la vegetación aledaña contra incendios derivados por disparos de la misma.

C. Brecha de maniobra y patrullaje. Franja de terreno que se ubicará sobre el eje central del derecho de vía a lo largo de la trayectoria de la Línea de Transmisión, con un ancho de cuatro metros. Esta franja se utilizará para transportar al personal, el material y equipo necesario para realizar los trabajos de construcción incluyendo el tendido de los cables de guarda y conductores, así como para la vigilancia y mantenimiento de la línea cuando esta se encuentra en operación.

D. Área de maniobras. Son las áreas dentro del derecho de vía, que se utilizarán para el prearmado, armado, montaje y vestido de las estructuras de soporte.

8.2.4. Construcción de la obra civil

La Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras opera un voltaje de 115 kV, en 2 circuitos, con una longitud de 19.581 km, con un derecho de vía de 18 m, cable conductor ACSR/AS 795, con cableado concéntrico y núcleo de acero con recubrimiento de aluminio soldado y cable de guarda (AAS) de acero con recubrimiento de aluminio soldado, con un número aproximado de 80 estructuras de acero galvanizado.

El procedimiento de construcción de la L.T. Tejupilco – Tizapa Maniobras se describe a continuación:

Actividad 1. *Excavación para instalación de estructuras*

Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones. Las excavaciones a cielo abierto, se realizaron para formar la sección de desplante de las cimentaciones de las estructuras de soporte (torres de transmisión). Se hicieron cuatro excavaciones por torre, el material a excavar estuvo clasificado por sus características en tipo I, II, IIA y III, descrito a continuación:

Material tipo I. Producto de las excavaciones que para su extracción se requiera el uso de pala de mano.

Material tipo II. Producto de las excavaciones que para su extracción se requiera el uso de pico y pala de mano.

Material tipo IIA. Producto de las excavaciones, que contengan boleas y material compactado y que para su extracción se requiera del uso de barretas.

Material tipo III. Producto de excavación que para su extracción se requiera del uso de compactadoras hidráulicas, neumáticas, o cualquier clase de maquinaria. Así también cuando a solicitud de Comisión para la preparación de la propuesta y con la autorización correspondiente, se requiera para la ejecución de los trabajos el uso de explosivos y/o agentes químicos.

El equipo necesario consiste en maquinaria, retroexcavadora con martillo y compresor. El material tipo I, II y III producto de las excavaciones se utilizará en el relleno y compactado de las estructuras, previa autorización de un laboratorio autorizado. El material sobrante o residual (el material que no sea compactable) se dispersará en el área cuando las partículas que lo forman sean pequeñas (menores a 3 pulgadas); en caso contrario se trasladará a lugares designados por las autoridades competentes. Se tomarán las medidas necesarias para evitar que las excavaciones puedan originar daños a personas, animales y vehículos, delimitándolas con una cerca de alambre de púas y colocando señales.

Colocación de plantillas de concreto. Consiste en un firme de concreto pobre debidamente compactado en el desplante de los cimientos de las patas de las torres del bottom panel (base de la torres), que fue de 10 cm de espesor mínimo y de concreto $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$.

Colocación del acero de refuerzo. Se colocaron varillas de acero, que van ahogadas dentro del concreto de las cimentaciones, para que estructuralmente reciban los esfuerzos generados por el peso de la estructura, cables conductores y de guarda.

Actividad 2. Cimentación de las estructuras. Una vez nivelada la base de la torre, se preparó y aplicó la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos en proporciones adecuadas que al endurecerse adquieren la resistencia mecánica y las características requeridas para la construcción de los cimientos de las estructuras.

La resistencia mecánica que debe alcanzar el concreto es de 250 kg/cm^2 ; igual que las plantillas, el concreto puede prepararse en sitio o bien se elaboran en laboratorios a través de empresas que trabajen concretos premezclados; finalmente se colocaron mediante canalones y utilizando cimbra de madera.

Relleno y compactado de cepas. Es la actividad que se realizó después de que se hubo colocado el concreto en las cimentaciones, para lo cual se utilizó de preferencia el material producto de las excavaciones o de un banco de material comercial.

El compactado se hizo mediante compactadoras neumáticas (bailarinas) y tubo un 95% de compactación de acuerdo a la prueba de proctor de la Comisión Federal de Electricidad y un grado de humedad del 60%.

3.2.5. Construcción de la obra electromecánica

Actividad 1. Montaje de estructuras. Consiste en la instalación completa de las estructuras en sitios determinados de acuerdo a los planos de montaje, requiriendo de mano de obra calificada, apoyándose con el uso de poleas, cuerdas y plumas metálicas; cuando las

condiciones del terreno lo permiten, es común la utilización de grúas y malacates. Se está considerando en promedio tres torres por kilómetro.

Armado de estructuras. Habiendo ejecutado el relleno y compactado de las cimentaciones, son las actividades necesarias para armar e instalar todos los miembros que comprenden las estructuras de acuerdo con los planos y en los sitios fijados por el proyecto; para ello se deben utilizar métodos constructivos que garanticen no dañar las partes de las torres (uso de poleas, plumas, grúas y otros).

Vestido de la estructura. 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, placas y numeración para inspección aérea.

Instalación del sistema de tierras. Consiste en la instalación de antenas a base de alambre copperweld No 2 de 15 m de longitud, las cuales estarán conectadas a las patas de las torres con conectores apropiados, siendo necesario en algunos casos el hincado de las varillas copperweld de 5/8" de diámetro por tres metros de longitud en forma vertical, conectadas en las terminales de las antenas (a una profundidad de 50 cm para terreno no cultivable y 80 cm para cultivable).

Actividad 2. *Apertura de brecha forestal.* Antes de iniciar el tendido de cables es necesario complementar la apertura de la brecha forestal, lo cual normalmente se da en lo referente a poda selectiva dentro del derecho de vía, éstas actividades se realizan siguiendo las especificaciones del áreas normalizada de afectación y de acuerdo a los procedimientos o criterios de remoción de la vegetación establecido por la CFE, para eliminar la vegetación que por su altura interfiera con el proceso constructivo o con las distancias de seguridad eléctrica para la operación de la línea de transmisión.

Actividad 3. Tendido y tensionado de cables

Tendido y tensionado de cable de guarda. Consiste en colocar un cable de acero de 3/8" de diámetro de acero, con recubrimiento de aluminio soldado y los herrajes necesarios en los extremos superiores de la estructura. Posteriormente se tensará el cable para dejarlo a una altura determinada del suelo, empleando para ello el método de tensión mecánica controlada.

Primero se elabora un programa de tendido para optimizar el kilometraje de cada carrete, después con una máquina traccionadora se realiza en jalado del cable, por su parte en el otro extremo una máquina devanadora soltará poco a poco el cable piloto y posteriormente el cable de guarda, una vez tendido el tramo programado se procede a tensionarlo y rematarlo con sus herrajes correspondientes.

Tendido y tensionado de cable conductor. El procedimiento es igual al tendido del cable guarda, pero en este caso se colocará un cable de 1113 (ACSR) con cable de acero concéntrico y núcleo de acero, con recubrimiento de aluminio soldado. Posterior al tensionado se realizará el enclemado y la instalación del sistema de amortiguamiento. Lo anterior es necesario para evitar vibraciones en los cables conductores, que pudieran llegar a dañarlos o dañar la estructura y la instalación de los dispositivos. Esto se realiza para mantener los subconductores de haz de conducciones múltiples, los cuales van separados entre sí, a distancias seguras y a una altura del terreno natural, de acuerdo a lo indicado en el proyecto.

8.2.6. Etapa de operación y mantenimiento

8.2.6.1. Programa de operación

Actividad 1. Etapa Preoperativa

Después de que la etapa de construcción de la L.T. Tejupilco – Tizapa Maniobras quedó concluida, se procedió a realizar las actividades de revisión y recepción de la obra.

Revisión: Esta actividad consistió en verificar que la Línea haya sido construida de acuerdo con las especificaciones de construcción de CFE, con las necesidades del Área de Transmisión, así como con la Legislación Ambiental vigente.

Recepción: Actividad que consistió en recibir oficialmente mediante acta de Entrega-Recepción la línea de transmisión después de que se han revisado las obras.

Actividad 2. Etapa de operación

La operación de la L.T. Tejupilco – Tizapa Maniobras está dada por un proceso único, el cual consistió en energizar los cables de conducción para transmitir energía con un voltaje de 115, 000 voltios en dos circuitos.

Esta etapa inicia desde el momento en que la Línea es energizada y dada de alta en el Sistema Eléctrico Nacional, su única función es la de transmitir la energía eléctrica desde la subestación eléctrica Tejupilco hasta la subestación Tizapa Maniobras, solo se interrumpirá el flujo eléctrico en caso de algún accidente fortuito o cuando se realicen las actividades de mantenimiento de las obras que así lo requieran.

8.2.6.2. Programa de mantenimiento

Con el fin de garantizar la continuidad en el suministro de energía eléctrica y la conservación de la infraestructura en condiciones físicas adecuadas, es necesario contar con un programa de mantenimiento de cada uno de los elementos que integran la línea de transmisión.

El programa que se aplicará está dividido en tres tipos de actividades que son:

Actividad 1. Mantenimiento preventivo. Tiene como objetivo evitar las interrupciones de las líneas, mejorando la calidad y continuidad en su operación, y es consecuencia de las inspecciones programadas.

Actividad 2. Mantenimiento correctivo. Es el que se realiza en condiciones de emergencia de aquellas actividades que quedarán fuera del control del mantenimiento preventivo, buscando lograr el menor tiempo de interrupción. Este tipo de mantenimiento no es deseable, ya que afecta los índices de disponibilidad de la línea.

Actividad 3. Mantenimiento predictivo. Tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores para lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario. Lo cual exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones de la línea de transmisión, con un control más riguroso que permita la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas verdaderamente necesarias.

A continuación se enlistan las principales actividades de mantenimiento que deben realizarse en una línea de transmisión (cuadro 10):

1. *Inspección mayor.* Deberá realizarse cuando menos con una frecuencia de 1 vez por año a lo largo de toda la línea de transmisión. Esta revisión deberá hacerse a detalle en cada elemento o componente de la estructura, cables conductores, hilos de guarda y factores

externos a la línea susceptibles de ocasionar fallas en la misma como brecha, contraperfiles, libramientos, cruzamientos con ríos, zonas de contaminación, vandalismo y áreas susceptibles de incendio.

2. *Inspección menor.* Podrán realizarse hasta dos inspecciones menores en una línea por año, en el entendido de que en esta actividad no se requiere estrictamente subir a las estructuras por parte del liniero.

3. *Patrullaje o inspección aérea.* Es una actividad que se realiza en helicóptero o avioneta, en la cual se pueden detectar fallas notorias en hilo de guarda, cable conductor, estructuras, brecha, aisladores, colas de rata, elementos estructurales, cimentaciones e invasión a derechos de vía.

4. *Inspección de brechas a terceros.* Comprende las actividades de supervisión y recepción de brecha por parte de CFE cuando se maneje algún contrato de servicios por terceros.

5. *Control de quema de caña y maleza.* En aquellas líneas de transmisión con quema de caña de azúcar o zonas de incendio por maleza bajo su trayectoria, se debe programar esta actividad para el personal que interviene en la supervisión de su control, así como los trabajos especiales de brecheo en zonas con proliferación abundante de maleza, que al incendiarse provocan invariablemente la salida de servicio de la línea.

6. *Medición de resistencia a tierra.* Debe realizarse cada 4 años, se estima conveniente hacer programas de medición de resistencia de tierras al 100%. Tratándose de líneas nuevas (en recepción), se deberán medir todas las estructuras antes de su puesta en servicio. El equipo más recomendable para medir resistencia de tierras en líneas de transmisión energizadas es el de alta frecuencia, el cual no requiere de desconexión. La medición de tierra deberá ejecutarse en las épocas del año en el que el terreno permanece seco, fuera de la temporada de lluvia.

7. *Medición de corrosión.* Esta actividad deberá evaluarse y programarse en aquellas líneas que presenten corrosión conforme al manual CFE MMAOO-01 “Evaluación de la corrosión para mantenimiento de estructuras metálicas de líneas de transmisión”, debiéndose considerar de acuerdo al procedimiento, la medición de la corrosión en cimentaciones mediante la obtención de la resistividad del terreno y potencial a piso.

8. *Cambio de aislamiento con línea energizada.* Cambio de aislamiento con el uso de equipo de línea viva, pudiendo ser con el método a potencial o con pértiga.

9. *Cambio de aislamiento con línea desenergizada.* Actividad realizada, programada con línea desenergizada que no implique afectación de servicio o reste confiabilidad a la red o en su defecto que implique un alto riesgo para el personal que realiza dicha actividad.

10. *Sustitución de empalme de conductor o guarda.* En aquellas líneas donde por termografía o inspección se detecten empalmes dañados o defectuosos (mecánicos o compresión), se deberá programar su reemplazo, considerando para ello el método que ofrezca mayor seguridad para el personal (uso de canastillas, bajar cable al piso u otro).

11. *Reapriete de herrajes.* Incluye la corrección de conexiones deficientes por tornillería floja en clemas de suspensión, clemas de remate, puente de cables de guarda y estructura en general.

12. *Sustitución de conectores de guarda.* Esta actividad se programará cuando por necesidad se requiera cambiar los conectores de la cola de rata en el sistema de suspensión o tensión de los hilos de guarda en una estructura.

13. *Sustitución de cable de guarda.* En zonas de alta contaminación, donde los cables de guarda son severamente atacados por corrosión, se programará la sustitución de los mismos incluyendo los casos donde eventualmente se llega a tener ruptura de uno o más hilos del cable de guarda.

14. *Sustitución de cola de rata.* Esta actividad se realizará cuando se encuentre dañado el cable de la cola de rata.

15. *Mantenimiento a conexiones o cambio de puente.* Incluye sustitución de tornillería en zapatas o conectores mecánicos de estructuras de tensión-remate, remate-deflexión y/o reposición así como cambio de puentes y conectores.

16. *Reparación de conductor o hilo de guarda.* Estos trabajos tienen como propósito efectuar reparaciones en cables con hilos rotos, golpeados o dañados por corrosión, descargas atmosféricas o vandalismo.

17. *Corrección al sistema de tierras.* Como resultado de un programa de medición en algunas líneas resultarán valores de resistencia altos. Los valores mayores a 10 Ohms deberán corregirse, utilizando preferentemente el método de contra antenas y electrodos y/o mejorando las propiedades del terreno artificialmente.

18. *Corrección de corrosión.* Se aplicará el criterio del manual CFE MMAOO-01. Para efectos de esta actividad, únicamente se está considerando la aplicación de recubrimiento anticorrosivo previa preparación de superficies, tanto para la parte aérea, interfase y enterrada.

19. *Limpieza y corrección de brecha.* Se considera como el mantenimiento de brecha o poda de árboles que se realiza con personal de CFE, en zonas donde se llega a detectar crecimiento exagerado de árboles, maleza o pastizales que ponen en riesgo la confiabilidad de la línea de transmisión. Para llevar a cabo esta actividad se deberá de coordinar con los responsables de protección ambiental.

20. *Mantenimiento de equipo y herramientas.* Esta actividad se programará para efectuarse dos veces al año, debiéndose incluir equipo personal, de maniobra y de seguridad.

**Cuadro 10. Principales actividades de mantenimiento y su periodicidad para la L.T.
Tejupilco – Tizapa Maniobras.**

No.	Actividad	Periodicidad
1	Inspección mayor	1 x año
2	Inspección menor	1 x año
3	Patrullaje o inspección aérea.	1 x año
4	Inspección de brechas a terceros	Cada 2 años
5	Control de quema de caña y maleza.	----
6	Medición de resistencia a tierra	Cada 4 años
	Medición de corrosión.	Cada 6 años
	Cambio de aislamiento con línea energizada.	1 x año
9	Cambio de aislamiento con línea desenergizada	1 x año
10	Sustitución de empalme de conductor o guarda.	Cada 5 años
11	Reapriete de herrajes.	Cada 3 años
12	Sustitución de conectores de guarda.	----
13	Sustitución de cable de guarda.	----
14	Sustitución de cola de rata.	----
15	Mantenimiento a conexiones o cambio de puente.	----
	Reparación de conductor o hilo de guarda.	----
	Corrección al sistema de tierras.	Cada 4 años
16	Corrección de corrosión.	Cada 6 años
19	Corrección de brecha.	1 x año
20	Mantenimiento de equipo y herramienta	Cada 2 años

21. *Disposición de residuos por las actividades de mantenimiento.* Las reparaciones o sustituciones de equipo no generan ningún tipo de residuos peligrosos. Los residuos sólidos no peligrosos reciclables (tambos, pedacería de cable de aluminio y de cable de acero), se reintegran a los almacenes de CFE para su posterior utilización o enajenación; en el

mantenimiento de la brecha forestal no se utilizan químicos ni quemas, realizándose manualmente con la ayuda de machetes y esporádicamente motosierras, los residuos vegetales podrán ser aprovechados por los dueños de los predios o bien permanecerán en el área para su reincorporación al suelo.

Los residuos sólidos de desecho definitivo (bolsas y envases de plástico, pedacería de madera) fueron dispuestos en los basureros municipales cercanos al área del proyecto.

8.2.7. Etapa de abandono del sitio

Las obras asociadas a la L.T. Tejupilco – Tizapa Maniobras, fueron los caminos nuevos de acceso que se requirieron para la introducción de materiales y personal, siendo responsabilidad del contratista la obtención de los permisos correspondientes, por tal motivo no se consideran como parte de este estudio. La vida útil del proyecto, se considera de 40 años, al término de los cuales se renovará la infraestructura de la obra a través de las adecuaciones siguientes:

- Aumento o disminución de capacidad de voltaje
- Cambio de estructuras de soporte
- Cambio de cable de guarda y conductor
- Cambio de aisladores
- Renovación del sistema de tierras
- La infraestructura que sea reemplazada, como postes, estructuras u otro, se vende para su fundición.
- La renovación de la línea de transmisión por medio de adecuaciones, influirá en el desarrollo regional y nacional, por lo que el área siempre será ocupada como derecho de vía de la obra, reflejándose en un aumento del nivel de empleo, contratación de empresas y servicios, además de infraestructura y equipamiento.

No se considera una etapa de abandono del proyecto ya que este es de utilidad permanente. Asimismo, no se considera necesario efectuar instalaciones de tipo provisional para la

construcción de esta línea de transmisión, ya que se aprovechará la infraestructura de los poblados cercanos al proyecto para instalar las oficinas técnico-administrativas y para el almacenamiento de materiales, equipo y maquinaria.

8.2.8. Características particulares del proyecto

La Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras tiene una longitud total de 19.581 km., y un ancho de vía de 18 m.; la capacidad de transmisión es de 115, 000 voltios en 2 circuitos. Durante su construcción se instalaron 80 estructuras de acero autoportadas, con la finalidad de transmitir energía de la Subestación Eléctrica Tizapa Maniobras (en operación), a la Subestación Tejupilco, como fuente alterna de energía, para atender los requerimientos del servicio en la región sur del Estado de México y el norte de Guerrero. El proyecto Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa Maniobras, forma parte del Sistema Eléctrico Nacional y se trata de una obra relativamente nueva (cuadro 11).

Cuadro 11. Características particulares de la obra.

Tensión de transmisión entre fases	115 000 Voltios.
Número de circuitos	2.
Número de fases/conductores por fase	Tres fases/1 conductor.
Longitud	19.581 km.
Derecho de vía	18 m.
Cable conductor	ACSR/AS795 con cableado concentrico y núcleo de acero con recubrimiento de aluminio soldado.
Cable de guarda	#7 (AAS) de acero con recubrimiento de aluminio soldado.
Herrajes para cable conductor	Tipo libre de efecto corona para mantenimiento con línea energizada.
Herrajes para cable de guarda	De aleación de aluminio.
Aislamiento en suspensión	Cadena sencilla de aisladores de porcelana o vidrio templado (2028 x 1 ó 2028 x 2).
Aislamiento en tensión	Doble cadena de aisladores de porcelana o vidrio templado (2028 x 1 ó 2028 x 2).
Tipo de estructura	Torres autoportadas de acero

	extragalvanizado.
Número de estructuras	80
Tipo de cimentación	Concreto reforzado.
Sistema de tierras	Varillas copperweld #2 y contra antenas de cable AGW #2.
Resistencia permitida al pie de la torre	10 Ohms (máximo).
Nivel básico de aislamiento al impulso (NBAI)	1425 kv
Disposición por fase en el espacio	Vertical.
Cadena de suspensión vertical	8 aisladores de tipo normal.
Cadena de tensión sencilla	9 aisladores de tipo normal.
Separación entre estructuras	Cada 250 m aproximadamente.

8.2.9. Maquinaria, equipo y materiales utilizados

La maquinaria y equipo que se utilizó en las diferentes etapas que comprende la construcción de la Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa Maniobras se describen en el cuadro 12, especificando el tipo de maquinaria y el tiempo de ocupación en cada una de las etapas del proyecto, así como los niveles de ruido y emisiones a la atmósfera que caracterizan a cada uno de ellos.

Tabla 12. Equipo y maquinaria utilizada en la L. T. Tejpilco – Tizapa Maniobras

Equipo	Etapas	Cantidad	Tiempo empleado en la obra	Horas de trabajo diario	Decibelios emitidos	Emisiones a la atmósfera (unidad de medida?)		Tipo de combustible
						Min.	Max.	
Camión de 3 ton.	Preparación del sitio	3	6 meses	8	30	0.0032	0.0056	Gasolina
Camioneta pick-up		3		8	30	0.0032	0.0056	Gasolina
Motosierra		3		8	100	0.0124	0.0156	Gasolina
Tractor d6		1		8	40	0.0062	0.0078	Diesel
Equipo topográfico	Construcción	2	1-4 meses	8	N/a	N/a	N/a	
Compresor y equipo complementario		1	1-4 meses	5	40	0.0062	0.0078	Diesel
Camioneta 3 ton.		3	1-6 meses	8	30	0.0032	0.0056	Gasolina
Camión de volteo 7 m³		2	1-4 meses	8	30	0.0032	0.0056	Diesel
Revolvedora para concreto		2	1-4 meses	8	20	0.0030	0.0038	Gasolina
Camión 8 ton winche		1	1-6 meses	8	30	0.0032	0.0056	Diesel
Camión 8 ton. Plataforma		2	1-6 meses	8	30	0.0032	0.0056	Gasolina
Compactador tipo gasolina		2	2-4 meses	8	50	0.0062	0.0078	Gasolina
Camión olla (suministra concreto premezclado)		1	1-4 meses	8	30			Diesel
Camioneta pick up		3	1-6 meses	8	30			Gasolina
Camión grúa, 8 ton.		2	6-10 meses	8	30	0.0032	0.0056	Diesel
Maquinaria equipo de tensión (traccionadora)		1	1-2 meses	8	20	0.0030	0.0038	Diesel
Maquinaria equipo tracción (devanadora)		1	1-2 meses	8	20	0.0030	0.0038	Diesel
Pipa de agua		1	1-6 meses	8	30	0.0032	0.0056	Gasolina
Retroexcavadora	Operación y mantenimiento	1	1-6 meses	8	40	0.0062	0.0078	Diesel
Megger p/t (resistividad de sistema de tierras)		1	1-3 meses	8	N/a	N/a	N/a	
Camioneta pick-up		2	Permanente	8	30	0.0032	0.0056	Gasolina
Camión 8 ton grúa		1	Permanente	8	30	0.0032	0.0056	Diesel
Motosierra		2	Permanente	8	100	0.0124	0.0156	Gasolina

En la etapa de preparación del sitio únicamente se requirió material como grava, arena y agua en muy poca proporción debido a que se utilizó para elaborar las mojoneras de concreto, el requerimiento mayor al respecto se presentó básicamente en la etapa de construcción (cuadro 13).

Cuadro 13. Materiales utilizados durante la etapa de construcción de la Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa Maniobras.

Material	Etapas	Fuente de Suministro	Forma de manejo y traslado	Cantidad requerida
Concreto premezclado	Construcción de obra civil y electromecánica	Casas comerciales	Camiones tipo revolvedora	1800 m ³
Concreto blanco base agua	Construcción de obra civil y electromecánica	Casas comerciales	Camiones	800 litros
Tripaly de ½"	Construcción de obra civil y electromecánica	Madererías	Camiones	1400 m ²
Madera	Construcción de obra civil y electromecánica	Madererías	Camiones	30 m ³
Clavos	Construcción de obra civil y electromecánica	Casas comerciales	Camiones	200 kg
Alambre recocido	Construcción de obra civil y electromecánica	Casas comerciales	Camiones	1.50 ton.
Manguera Poliducto de ½"	Construcción de obra civil y electromecánica	Casas comerciales	Camiones	700 m
Varilla	Construcción de obra civil y electromecánica	Casas comerciales	Camiones	170 ton
Soga	Construcción de obra civil y electromecánica	Casas comerciales	Camiones	20 km
Acero estructural	Construcción de obra civil y electromecánica	Industria acerera	Camiones	1100 ton
Cable conductor	Construcción de obra civil y electromecánica	Industria acerera	Camiones	66 km
Aisladores	Construcción de obra civil y electromecánica	Industria eléctrica	Camiones	1704
Herraje para cable conductor	Construcción de obra civil y electromecánica	Industria acerera	Camiones	72 conjuntos de tensión 360 conjuntos de suspensión
Empalme para cable conductor	Construcción de obra civil y electromecánica	Industria acerera	Camiones	42 empalmes
Alambre cooperweld no. 2	Construcción de obra civil y electromecánica	Industria acerera	Camiones	4900 m
Varilla de cobre	Construcción de obra civil y electromecánica	Industria acerera	Camiones	200 varillas
Conectores cooperweld	Construcción de obra civil y electromecánica	Industria acerera	Camiones	100 conectores
Placas indicadoras de peligro y aérea	Construcción de obra civil y electromecánica	Industria acerera	Camiones	280
Cable de guarda	Construcción de obra civil y electromecánica	Industria acerera	Camiones	44 km
Herraje para cable de guarda	Construcción de obra civil y electromecánica	Industria acerera	Camiones	168 conjuntos

8.2.10. Inversión requerida en el proyecto

El monto total aproximado de las obras que se requirieron para realizar el proyecto en estudio fue de \$ 64 800 000.00 M.N. ó 5 556 095.58 dólares. Se consideró el 3.8% del monto total para medidas de compensación y restauración por los impactos ambientales causados, es decir \$ 2 500 000 M.N. ó 172 000.86 dólares. La inversión que se requirió para la construcción de la Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa Maniobras, se resume en el cuadro 14.

Cuadro 14. Inversión del proyecto de la L. T. Tejupilco – Tizapa Maniobras.

Concepto	Monto en pesos	Monto en dólares USA
Ingeniería	12 300 000.00	1 063 094.20
Suministros nacionales		
Suministros extranjeros		
Construcción		
Indemnizaciones: (servidumbre de paso y bienes distintos de la tierra)	50 000 000.00	4 321 000.52
En actividades propuestas para prevención y mitigación de los impactos generados resultado del proceso constructivo.	2 500 000.00	172 000.86
TOTAL	64 800 000.00	5 556 095.58
	Paridad	11.57
	Fecha	4 de junio de 2004.

Fuente: CFE. 2004. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras

8.3. Elementos del ambiente que son impactados por la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco-Tizapa Maniobras⁵

8.3.1. Elección de la trayectoria de la Línea de Transmisión

Considerando los criterios ecológicos CE-OESE-003/89 para la preparación y selección de sitios y trayectorias, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión de energía eléctrica de alta tensión y de subestaciones eléctricas de potencia, se presentan los criterios que se aplicaron para la selección de la trayectoria de la línea de transmisión. Para la determinación de la trayectoria del proyecto de infraestructura eléctrica motivo del presente estudio, se utilizó el procedimiento del Sistema de Gestión Ambiental; NAA7004 “Selección de trayectorias de líneas de transmisión”, el cual tiene el objetivo fundamental de establecer la metodología que permita incorporar los aspectos ambientales, sociales y arqueológicos al proceso de selección de sitios, mismo que en esencia consideraba preponderantemente los elementos técnicos y económicos.

La determinación del área de estudio se realizó a partir del eje imaginario que une a las subestaciones, considerando aproximadamente 5 km a cada lado del eje, esta actividad se ejecutó en forma conjunta por personal especializado de las áreas de Protección Ambiental, Selección de Sitios, Gestión Social, Arqueología y Diseño de Líneas de Transmisión y Subestaciones Eléctricas.

Una vez establecida el área de estudio, las áreas involucradas, en el ámbito de su competencia y a nivel de gabinete, identificaron los elementos relevantes. Para tal efecto y como herramientas de apoyo visual, se utilizaron imágenes de satélite multiespectrales de alta resolución, de 60 cm² el píxel, geo-referenciadas y ortorectificadas.

Ya con los elementos relevantes identificados y referenciados, se estableció con base en su importancia ambiental, social y arqueológica el nivel jerárquico a efecto de proporcionarle

⁵ Capítulo basado en: CFE. 2004. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras.

un valor a cada elemento y poder realizar una evaluación cuantitativa. Las áreas naturales protegidas y las zonas arqueológicas se consideraron sin excepción como zonas de exclusión automática, es decir, quedó descartada la posibilidad de que la ruta de la Línea de transmisión se ubicará en tales áreas (cuadro 15).

Cuadro 15. Niveles jerárquicos utilizados en la evaluación cuantitativa.

Nivel	Descripción
Exclusión	Áreas con restricciones legales (ANP, zonas arqueológicas, planes de ordenamiento territorial) Niveles de Exclusión Automática.
4	Áreas con vestigios arqueológicos.
3	Áreas con infraestructura petrolera (pozos petroleros), urbanística, eléctrica e industrial, tramos de la trayectoria en los que se requieren consideraciones especiales para su construcción (postes troncocónicos, cable subterráneo)
2	Áreas sociales conflictivas (de alto valor productivo o con antecedentes de demandas legales hacia la CFE), áreas con vegetación forestal.
1	Vegetación perturbada, acahuals, áreas de uso agropecuario (cultivo de maíz, ganadería de pastoreo).

Con base en los anteriores elementos, el personal del área de Selección de Sitios estableció diversas alternativas del proyecto, incorporando a su análisis elementos de tipo ambiental, arqueológico, social, técnico y económico.

Con base a las alternativas de sitios y/o trayectorias proporcionadas por el área de selección de sitios, los Departamentos de Gestión social, Protección Ambiental y Arqueología, elaboraron los informes preliminares de cada una de las alternativas y sitios propuestos.

Personal especializado de todas las áreas involucradas llevaron a cabo la visita al sitio de cada una de las alternativas para verificar, corroborar y complementar toda la información contenida en gabinete, obteniendo un mosaico o plano de trabajo definitivo.

Una vez establecido el nivel correspondiente de las diferentes áreas, se estableció una relación matemática entre la longitud que cada alternativa ocupa en las diferentes áreas y el nivel de cada área que cruza. Cuando existió traslape entre dos o más áreas, la zona de traslape adquirió el valor de la suma de los valores individuales de cada área traslapada.

El análisis anterior permitió determinar el factor de ponderación de cada alternativa utilizando la ecuación siguiente:

$$FP = N (LONG)$$

Donde

FP= Factor de ponderación

N= Nivel del área

LONG= Longitud de la trayectoria que cruza por el área

Finalmente la alternativa que se eligió como trayectoria o sitio de mayor viabilidad, fue aquella cuyo valor de ponderación es más bajo, esto es: aquella que tuvo menos kilómetros de línea o hectáreas de superficie en áreas de mayor nivel de importancia.

Cambios de uso del suelo de áreas forestales. Dentro de las actividades que comprende la construcción de la línea de transmisión está la apertura de la brecha forestal, lo cual implica un cambio de uso del suelo en terrenos forestales, interviniéndose los tipos de vegetación que se detallan mas adelante en el uso del suelo.

Las características y dimensiones del proyecto en conjunto entran dentro de lo establecido en el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEPA) y a lo indicado en los incisos k), y o) del Artículo 5° de su Reglamento, por lo que es competencia de la Federación y requirió de la autorización en materia de Impacto Ambiental.

En lo referente a materia forestal, la L.T. Tejupilco – Tizapa Maniobras requirió, para algunos predios, la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CUSTF).

En relación a éste permiso la CFE presentó a la autoridad competente en la materia, el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para solicitar dicha autorización en aquéllos predios forestales ubicados dentro del derecho de vía de la línea.

8.3.2. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

En las diferentes etapas que comprendió el desarrollo del proyecto Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), se generaron residuos no peligrosos y peligrosos (anexo 1).

Se entiende por residuo, cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso a partir del cual se generó.

En los municipios de Zacazonapan, Temascaltepec y Tejupilco por donde cruza la línea de transmisión, se cuenta con un relleno sanitario y dos basureros municipales para disponer los residuos sólidos no peligrosos; así también, en la región operan por lo menos ocho empresas que ofrecen servicios de renta y mantenimiento de letrinas o sanitarios portátiles y ambos municipios cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales. Esta infraestructura existente en la región es suficiente para cubrir la demanda que de ellos será requerida, dado que los residuos que generó el proyecto son temporales y en cantidades mínimas.

8.3.2.1. Generación, manejo y disposición final de residuos sólidos

Residuos peligrosos. Durante la etapa de construcción se generaron residuos peligrosos, algunos de los cuales sólo existe el riesgo que se generen en forma accidental; será responsabilidad de la compañía constructora tanto la clasificación como el manejo y disposición final de los mismos. Para el manejo de residuos peligrosos y conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable, habrán de contratarse los servicios de

empresas autorizadas para la recolección-recepción, manejo, transporte y confinamiento de los residuos que se generen.

El mantenimiento vehicular, maquinaria y de equipo deberá ejecutarse en los talleres establecidos de los centros poblacionales ubicados en la zona por donde cruza la trayectoria de la línea de transmisión. Sólo en casos estrictamente necesarios (fallas mecánicas que impidan la movilización de los vehículos y maquinaria o averías en los sistemas hidráulicos o de combustión interna que funcionan con materiales peligrosos), se permitirá que el mantenimiento se lleve a cabo en el sitio de la obra (derecho de vía y/o sitios para la apertura o acondicionamiento de caminos de acceso), para lo cual hubo de vigilarse la correcta y oportuna aplicación del procedimiento para la recolección y manejo de residuos peligrosos generados accidentalmente.

Los residuos fisiológicos del personal fueron captados en letrinas portátiles mismas que se suministraron a través de alguna empresa autorizada para prestar este servicio (anexo 1).

Residuos no peligrosos. Por su magnitud y características físico-químicas, los residuos orgánicos (material vegetal principalmente) que no fueron aprovechado por los propietarios de los predios afectados serán troceados con el fin de que se degrade en menor tiempo, para que sus nutrientes sean incorporados al suelo. Por otra parte, el material como madera (carretes, cajas de los aisladores y otros), pedacerías en general de vidrio, acero, aluminio, cable, neumáticos y otros, fueron recolectados y enviados a los almacenes de la CFE o a los almacenes temporales de la empresa contratista, para que posteriormente sean reutilizados o en su caso sean enajenados. Finalmente aquellos materiales no peligrosos que no sean reutilizables, serán recolectados y se enviaron a los rellenos sanitarios o basureros municipales localizados en la zona o donde las autoridades competentes señalaron. En la figura 7 se esquematiza el flujo de los residuos sólidos.

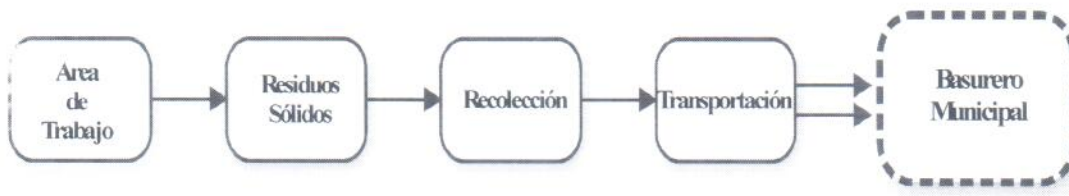


Figura 7. Flujo de los residuos sólidos.

8.3.2.2. Generación, manejo y descarga de residuos líquidos

Residuos peligrosos. Los residuos peligrosos líquidos previstos a generarse durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción, operación y mantenimiento, son los aceites lubricantes, las pinturas y esmaltes residuales utilizados para recubrimientos, así como parte de los residuos fisiológicos.

Residuos no peligrosos. Con excepción del agua con residuos de concreto disuelto (por lavado de herramientas y equipo utilizado para preparar o suministrar el concreto durante el proceso de cimentaciones), no se tiene prevista la generación de otros residuos líquidos no peligrosos durante las diferentes etapas del proyecto.

Manejo. El manejo de los residuos líquidos peligrosos que se generaron, fue responsabilidad de la compañía constructora de la obra, así como de las empresas especializadas y autorizadas que la misma contrate para el manejo de residuos de aceites, pinturas, esmaltes y residuos fisiológicos; y de los talleres mecánicos establecidos en los principales centros poblacionales aledaños a la ubicación de la obra (anexo 1).

8.3.2.3. Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera

- I. No se tendrán fuentes fijas de emisiones a la atmósfera. Las fuentes móviles correspondieron a la maquinaria, vehículos y equipo que se utilizaron, cuyos motores de combustión interna utilizan gasolina o diesel como combustible (cuadro 12).

- II. Para las etapas de preparación del sitio y construcción de la línea de transmisión que nos ocupa se consideró no aplicar un modelo de dispersión de contaminantes a la atmósfera, lo cual principalmente se fundamenta en el hecho de que la duración de los impactos que se generaron no excedieron un año, o bien se generaron en forma ocasional y esporádica durante la etapa de operación y mantenimiento.
- III. Para el control de emisiones a la atmósfera y en cumplimiento de la legislación y normatividad ambiental aplicable, la Comisión Federal de Electricidad estableció al contratista el compromiso de utilizar vehículos de modelos recientes, así como de efectuar y presentar evidencias sobre el mantenimiento y verificación vehicular de sus automotores de gasolina y diesel que utilizaron en la construcción de la obra. Asimismo, los vehículos utilizados por la CFE tuvieron que cumplir con estos requisitos.

8.3.2.4. Contaminación por ruido, vibraciones y radioactividad térmica o luminosa

No se previó ni se determinó la existencia de fuentes de vibración permanente, radioactividad térmica o luminosa para ninguna de las etapas del proyecto.

En cuanto a emisiones de ruido, se reportaron las siguientes:

- I. Las fuentes de emisión de ruido y la intensidad expresada en decibeles por cada fuente emisora, en las diferentes etapas del proyecto, se destaca que las principales fuentes de ruido durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del proyecto, lo generaron fuentes móviles (operación de vehículos, maquinaria y equipo, presencia de personal), cuya duración de la emisión de ruido, fue la que corresponde a las horas de trabajo diario; sin embargo, cabe mencionar que durante la etapa de operación y mantenimiento habrá de generarse en forma permanente y constante el ruido o zumbido que caracteriza a estas obras cuando se encuentran funcionando a la capacidad para la que fueron diseñadas, lo cual significa que se tratará entonces de una fuente fija de emisión de ruido.

- II. La ubicación de las fuentes emisoras de ruido en cada una de las etapas del proyecto se indican en el anexo 2.
- III. No aplica la utilización de un modelo de simulación. La emisión de ruido fue principalmente en espacios abiertos y alejados de centros de población. Los niveles de ruido emitidos por los vehículos, maquinaria y equipo, el personal y la operación de la línea de transmisión (anexo 2)

El personal obrero expuesto a ruido en el sitio de la obra y durante el desarrollo de la misma, utilizó tapones auditivos durante jornadas de 8 horas continuas.

8.3.3. Elementos impactados por la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica

Los impactos al ambiente que en general se asocian con la construcción y operación de líneas de transmisión son los siguientes (cuadro 16): afectación temporal y en algunas áreas permanentes de la cubierta vegetal, incremento de la erosión en terrenos erodables con fuerte pendiente que son descubiertos de la vegetación, afectación de individuos de especies de flora y fauna silvestre, cambios en el paisaje, fragmentación de hábitats para la vida silvestre, incremento de los niveles de ruido y generación de residuos sólidos municipales.

Cuadro 16. Impactos observados en los siguientes componentes ambientales, por la construcción de una Línea de Transmisión Eléctrica.

Elemento del ambiente	Impacto
Aire	Emisión de ruido. Emisión de sustancias contaminantes y polvos.
Agua	Modificación del flujo natural de corrientes permanentes o intermitentes de agua. Deposito de sedimentos en corrientes superficiales debido a procesos erosivos en sus áreas de captación. Contaminación de aguas superficiales.
Suelo	Compactación del suelo. Erosión del suelo.

	Disminución de las propiedades físicas y químicas del suelo
Fauna	Perturbación de procesos biológicos, migración y reproducción. Pérdida de hábitat. Riesgo de muertes por accidentes y/o atropellamiento. Importancia biológica, en peligro de extinción y endemismo.
Flora	Representatividad de la especie o tipo de vegetación en la región. Fragmentación. Superficie de vegetación afectada. Capacidad de regeneración de la vegetación. Importancia biológica de las especies presentes en peligro de extinción, raras y endemismo.
Sistemas Agropecuarios	Cultivos dañados. Daño en productividad. Posibilidad de recuperación de la productividad o recuperación de la pérdida de ingresos ocasionada por la realización de la obra.
Paisaje	Área potencial desde donde se observa el efecto de la actividad del proyecto. Pérdida de la armonía del paisaje.
Sociedad	Cambios en la calidad de vida. Beneficios económicos.

Fuente: CFE. 2004. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras.

8.3.4. Medidas de seguridad

Algunas de las actividades que forman parte de las distintas etapas del proyecto, representan riesgos o peligros para personas ajenas a los procesos de construcción, sobre todo porque carecerían del equipo de protección personal adecuado a cada actividad; por ello, durante las diferentes etapas del proyecto y en los diferentes frentes del trabajo, tanto en la franja del derecho de vía que ocupará la trayectoria de la línea de transmisión, como en los caminos de acceso que se abrieron, se colocaron los señalamientos adecuados que indicaban los riesgos que se podían correr si se ingresa a las áreas de trabajo sin el equipo necesario o sin la autorización de los responsables de cada frente de trabajo, dichos

señalamientos pueden ser letreros preventivos, avisos de peligro, cintas de peligro y restrictivas al acceso; previo a la puesta en servicio o energización de la línea de transmisión en cada una de las estructuras se instalaron avisos de peligro – restrictivos, que permanentemente formarán parte de las torres. Cabe señalar que los señalamientos y avisos de peligro deben de utilizar un lenguaje simbólico de fácil comprensión.

Para evitar accidentes en humanos y en ganado, se instalaron cercas de alambre de púas y cintas restrictivas y/o de precaución alrededor de cada una de las cepas, durante el tiempo en que éstas permanecieron abiertas; asimismo, durante las actividades de vestido y armado de estructuras, tendido y tensionado de cable conductor se restringió completamente el acceso de personal ajeno a la obra en los diferentes frentes de trabajo sobre el derecho de vía, para ello se tuvo previsto utilizar letreros y cintas restrictivas y de manera adicional tener un responsable por cada frente de trabajo para coordinar, vigilar y hacer cumplir esta medida preventiva.

En los casos de cruces de vías de comunicación (sobre todo carreteras federales y estatales) se tramitaron los permisos necesarios ante las autoridades correspondientes, para que en forma coordinada y cumpliendo con las especificaciones que al respecto dictan dichas autoridades, se realicen las actividades para los cruces necesarios. De igual forma hubo de llevarse a cabo los trámites y coordinaciones necesarias para llevar a cabo los cruces con otras líneas de transmisión en operación, ya que con dichas coordinaciones se definió si los cruces se realizarían con las líneas en operación o suspendiendo temporalmente la operación de las líneas a cruzar.

El personal en obra utilizó el equipo de seguridad y protección adecuado a cada actividad en que participó, por ejemplo cascos, botas, tapones auditivos, guantes, arneses, bandolas, cintas y otros; asimismo, para el desarrollo de determinadas actividades que implican ciertos riesgos (armado y vestido de estructuras, tendido de cables conductores y de guarda, operación de vehículos, equipo y maquinaria), sólo fue realizado por personal calificado en el desarrollo de cada una de ellas y es por ello que se tuvo prevista la contratación de

personal o mano de obra calificada aún y cuando éstas provengan de otras entidades federativas.

Con respecto a la operación de la línea de transmisión y con la finalidad de que las autoridades locales competentes (estatales y municipales) evitaran expedir permisos de construcción y asentamientos humanos sobre el derecho de vía de la línea de transmisión, como parte de las actividades previas al desarrollo del proyecto se notificó a las mismas el desarrollo de operación del proyecto e incluso se solicitaron anuencias de no interferencia con otros proyectos o dictámenes de factibilidad para el desarrollo del proyecto. De manera adicional, en los contratos de servidumbre de paso que la CFE tramita con los propietarios de los terrenos que coinciden con el derecho de vía, se especificó claramente las prohibiciones para desarrollar cualquier tipo de construcción dentro del derecho de vía.

Finalmente es importante resaltar que los almacenes temporales de materiales y de residuos peligrosos contaron con señalamientos preventivos, de peligro y restrictivos; con vigilancia; sólo pudo acceder personal capacitado y autorizado para el manejo y control de los mismos; la infraestructura de dichos almacenes contó con techo, paredes o cercas de protección, ventilación adecuada, pisos de concreto; bitácora para el registro de salidas y entradas de materiales o residuos.

8.4. Impactos ambientales identificados a lo largo de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras⁶

8.4.1. Metodología de la evaluación de los impactos ambientales

Los impactos ambientales que el proyecto ocasionó, se identificaron mediante matrices de interacción que relacionan a las actividades previstas para la obra con los diferentes componentes del ambiente para su evaluación de acuerdo con la metodología de Leopold. Los impactos así identificados se evaluaron en base a tres criterios básicos: magnitud (M),

⁶ Capitulo basado en: CFE. 2004. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras.

extensión (E) y duración (D) y tres complementarios: sinergismo (S), efectos acumulativos (A) y controversia (C), (criterios propuestos por Bojorquez). Para cada efecto se determinó también su naturaleza (positivo o negativo). Cada uno de los seis criterios se evaluó mediante una escala ordinal de 0 a 9, donde: 0 corresponde a un efecto nulo y 9 a un impacto extremadamente alto (cuadro 17). Con los valores obtenidos se calcularon los índices básicos (IB) y los complementarios (IC) y, con ellos, el índice cuantitativo de impacto (I) con las formulas siguientes:

$$IB = \frac{\sqrt[3]{M.E.D.}}{9}$$

$$IC = \frac{S+A+C}{27}$$

$$I = IB^{1-IC}$$

Cuadro 17. Criterios básicos y complementarios con sus atributos.

Valor escala ordinal	efecto
0	Nulo
1	Nulo a bajo
2	Muy bajo
3	Bajo
4	Bajo a moderado
5	Moderado
6	Moderado a alto
7	Alto
8	Muy alto
9	Extremadamente alto

Para facilitar la interpretación, los valores del índice de impacto (I), fueron clasificados en rangos de impactos, con esta forma de evaluación el valor mínimo que puede tener el índice es de 0.111 y el mayor es de 1.00 y se agruparon en cinco categorías de significancia: muy bajos, bajos, moderados, altos y muy altos (cuadro 18).

Cuadro 18. Rangos de índices de impacto y las categorías de significancia.

Rangos de índice de impacto	Categorías de significancia
0.111 - 0.280	Muy bajo
0.281 – 0.460	Bajo
0.461 – 0.640	Moderado
0.641 – 0.820	Alto
0.821 – 1.00	Muy alto

8.4.2. Impactos negativos identificados en el proyecto

8.4.2.1. Factor suelo

Componente: Erosión (escorrentía).

Etapas: Preparación del sitio y construcción.

Actividad: Rehabilitación de caminos.

Índice de significancia: 0.31.

Categoría de significancia: Bajo.

Método de valoración recomendado: Cambios en la productividad, método de valoración contingente y gastos preventivos.

Descripción del impacto: Por despalme, limpieza y nivelación de caminos de acceso, las afectaciones ocurrieron en una intensidad alta cubriendo más del 15% con respecto a los recursos existentes dentro del derecho de vía, por lo que la afectación por escorrentía modificó en cierta forma la cubierta edáfica del suelo, por lo que se prevé una extensión del impacto de nulo a bajo. La afectación de estas actividades es de manera puntual, ya que se realizan dentro del derecho de vía, por lo que la magnitud o dimensión del impacto se prevé que sea bajo. En cuanto a la duración se estima que esta actividad se realizó en 3 meses, por lo que se prevé una duración muy baja. Existe sinergia debido a que se presentan interacciones entre impactos, relacionándose directamente con la recarga de acuíferos, pérdida de la capa vegetal y pérdida del suelo, por lo que se estima un nivel de bajo a moderado. Sin embargo, el efecto de acumulación es bajo, debido a que no se aprecian

fuertes impactos realizados en el pasado. No existe controversia en la realización de estas actividades. La medida de mitigación se considera de carácter alto debido a que aminorará la afectación en más de un 66%.

Componente: Características químicas.

Etapas: Preparación del sitio y construcción.

Actividad: Generación de residuos no peligrosos.

Índice de significancia: 0.19.

Categoría de significancia: Muy bajo.

Método de valoración recomendado: Cambios en la productividad, método de valoración contingente y gastos preventivos.

Descripción del impacto: La afectación por esta acción impactó directamente en las características químicas del suelo por la alteración de los residuos con sus componentes químicos (como la basura, concreto endurecido, madera, bolsas de cemento, etc.), cambiando las características del mismo, por lo que se considera una intensidad de nula a baja, ya que solo se tendrá este efecto de manera puntual al construir las bases de las estructuras, dentro del derecho de vía a lo largo de la trayectoria. La magnitud del impacto es también de nulo a bajo, dado que es mínima la cantidad de residuos no peligrosos. Se prevé que la generación de residuos no peligrosos será durante todo el proceso constructivo, dando estos efectos de una duración baja debido a que se manifestaron únicamente durante la construcción de la obra. No existe sinergia y acumulación debido a que no se presentan interacciones entre impactos. Existe controversia en un nivel bajo en la realización de estas actividades debido a que la sociedad local manifiesta preocupación por el recurso. La medida de mitigación se considera de carácter alto debido a que aminorará la afectación en más del 66%.

Componente: Erosión.

Etapas: Preparación del sitio y construcción.

Actividad: Desmonte de áreas para el armado de estructuras, brecha de maniobras y patrullaje y áreas para el tendido de cables.

Índice de significancia: 0.41.

Categoría de significancia: Baja.

Método de valoración recomendado: Cambios en la productividad, método de valoración contingente, gastos preventivos y costos de reubicación.

Descripción del impacto: Debido a que la afectación a la cubierta vegetal por el desmonte para el armado de estructuras, brecha de maniobras y patrullaje y áreas para el tendido de cable ocurrirá en una intensidad baja, cubriendo menos del 30% con respecto a los recursos existentes en el derecho de vía, la extensión del impacto es catalogado en el nivel de baja. Por otra parte, la magnitud del impacto será también bajo debido a que la afectación por escorrentía no modificará en gran medida la cobertura edáfica del suelo. En cuanto a la duración del impacto que se previó fue de bajo a moderado, ya que esta actividad tuvo una duración de 3 a 4 meses. Existe sinergia con nivel bajo debido a que se presentan interacciones entre impactos, relacionándose directamente con la recarga de acuíferos y pérdida del suelo. Asimismo, la acumulación del efecto de impacto es nulo, ya que no se ha presentado en el pasado reciente, otra actividad similar en la zona del proyecto. No existe controversia en la realización de estas actividades. La medida de mitigación se considera de carácter medio debido a que aminorará la afectación entre un 33 y un 66%.

8.4.2.2. Factor aire

Componente: Nivel de ruido.

Etapas: Preparación del sitio y construcción.

Actividad: Uso de maquinaria, equipo y herramienta.

Índice de significancia: 0.41.

Categoría de significancia: Baja.

Método de valoración recomendado: Costos de reubicación, costo de enfermedad y método de valoración contingente.

Descripción del impacto: La afectación por el uso de maquinaria, equipo y herramientas, impactó directamente sobre el nivel del ruido durante la etapa de preparación del sitio y construcción, influyendo en una intensidad baja, ya que cubre entre el 15 y un 30% con respecto al derecho de vía de la trayectoria. La afectación de estas actividades es de extensión baja, porque el impacto se extiende hasta 100 m a cada lado del derecho de vía de toda la trayectoria. Se previó que esta situación se presentó durante la construcción de la obra y sobre todo en aquellas etapas de desmonte, despalde y armado de estructuras, dando lugar a estos efectos de una duración baja, debido a que solo se manifestó durante la construcción de la Línea de Transmisión. No existe sinergia y acumulación debido a que no se presentan interacciones entre impactos. Existe controversia en un nivel moderado, debido a que existe preocupación de la sociedad por la realización de estas actividades. La medida de mitigación se considera de carácter medio debido a que aminorará la afectación entre un 33 y un 66%.

Componente: Nivel de ruido.

Etapas: Operación y mantenimiento.

Actividad: Mantenimiento del derecho de vía.

Nivel de significancia: 0.14.

Categoría de significancia: Muy bajo.

Método de valoración recomendado: Costos de reubicación, método de valoración contingente y costo de enfermedad.

Descripción del impacto: En el mantenimiento y corte selectivo de la vegetación existe la necesidad de utilizar maquinaria y herramienta manual, la cual impactó directamente sobre el nivel del ruido durante la etapa de operación y mantenimiento, influyendo en una intensidad muy baja, ya que cubre en un 15% con respecto al derecho de vía de la trayectoria. La magnitud del impacto es considerado de nulo a bajo, ya que el impacto es mínimo. En cuanto a su duración éste es también de nulo a bajo debido a que éste ocurrió

solo en el derecho de vía durante periodos esporádicos. Se prevé que esta situación se presentó únicamente mientras duraron las actividades, por lo que se considera que los efectos son de duración baja. No existe sinergia y acumulación debido a que no se presentan interacciones entre impactos. No existe controversia por la realización de estas actividades. La medida de mitigación se considera de carácter medio debido a que minorará la afectación entre un 33 y un 66%.

8.4.2.3. Factor agua

Componente: Corrientes subterráneas (calidad).

Etapas: Preparación del sitio y construcción.

Actividad: Rehabilitación de caminos de acceso.

Índice de significancia: 0.30.

Categoría de significancia: Baja.

Método de valoración recomendado: Costos de enfermedad, costos de oportunidad, gastos preventivos, costos de reubicación y método de valoración contingente.

Descripción del impacto: la afectación por esta acción impactó directamente sobre la calidad de las corrientes subterráneas debido a que se podría alterar el patrón de drenaje natural por el despilme del suelo (remoción de la capa edáfica), aumentando con ello la infiltración de partículas, influyendo en una intensidad baja, ya que cubre menos de un 23% con respecto a los recursos existentes en el derecho de vía a todo lo largo de la trayectoria. La magnitud prevista del impacto fue muy bajo, debido a que la afectación de estas actividades es puntual, ya que el efecto al patrón de drenaje ocurrirá en corrientes dentro de la brecha de maniobra (4 m) a lo largo de la trayectoria. Se previó que estas actividades se realizaron en aproximadamente 2 meses, siendo estos efectos de una duración muy baja, debido a que solamente se manifestaron durante la construcción de la obra. No existe sinergia y acumulación debido a que no se presentan interacciones entre impactos. Existe controversia en un nivel bajo en la realización de estas actividades debido a que la sociedad local manifiesta preocupación por el recurso. La medida de mitigación se considera de carácter medio debido a que aminorará la afectación entre un 33 y un 66%.

8.4.2.4. Factor fauna

Componente: Distribución.

Etapas: Preparación del sitio y construcción.

Actividad: Uso de maquinaria, equipo y herramienta.

Índice de significancia: 0.42.

Categoría de significancia: Baja.

Método de valoración recomendado: Costos de oportunidad, costos de reubicación, costo de viaje y método de valoración contingente.

Descripción del impacto: Con el uso de maquinaria, equipo y herramienta se genera ruido, el cual impactó en la distribución espacial de la fauna, que se localiza en la zona durante la etapa de preparación del sitio y construcción, influyendo en una intensidad baja, ya que cubre menos del 30%, con respecto a los recursos dentro del derecho de vía de la trayectoria. La afectación de estas actividades es de extensión baja, debido a que el impacto ocurrió sólo en el derecho de vía. Se previó que la utilización de la maquinaria y equipo fuera durante la construcción de la obra, por lo que se considera que los efectos tuvieron una duración baja. Existe sinergia y acumulación baja debido a que se presentan interacciones entre impactos. No existe controversia por la realización de estas actividades. La medida de mitigación se considera de carácter alto debido a que aminorará la afectación en más de un 66%.

8.4.2.5. Factor vegetación

Componente: Cobertura.

Etapas: Preparación del sitio y construcción.

Actividad: Desmonte de áreas para el armado de estructuras, brecha de maniobras y patrullaje y área para el tendido de cables.

Índice de significancia: 0.54.

Categoría de significancia: Moderada.

Método de valoración recomendado: Cambio en la productividad, costos de oportunidad, costo de viaje y método de valoración contingente.

Descripción del impacto: Durante el desmonte para la apertura de las áreas para el armado de estructuras, brecha de maniobras y patrullaje y áreas para el tendido de cables, hubo impacto directamente sobre la cobertura de los tipos de vegetación, esto fue en la etapa de preparación del sitio y construcción influyendo en una intensidad de bajo a moderado, ya que en el 78% del derecho de vía solo se realizarán podas y cortas selectivas, y solo en el 22% se eliminó la vegetación arbórea y en algunos casos la arbustiva y herbácea. La magnitud del impacto es también de bajo a moderado, y su duración es moderada, ya que se previó que estas actividades se realizaron en aproximadamente dos meses, aunque el efecto en la recuperación de la vegetación es de más de un año después de la construcción de la obra. Existe sinergia en un nivel bajo, ya que se presenta interacción con otros impactos; además de que el efecto de acumulación es muy baja, debido a que no se presenta pérdida de vegetación por proyectos afines. No existe controversia por la realización de estas actividades. La medida de mitigación se considera de carácter bajo debido a que aminorará la afectación en menos del 33%.

4.2.6. Factor paisaje

Componente: Cualidades estético – paisajistas.

Etapas: Preparación del sitio y construcción.

Actividad: Rehabilitación de caminos de acceso.

Índice de significancia: 0.40.

Categoría de significancia: Bajo.

Método de valoración recomendado: Costo de viaje y método de valoración contingente.

Descripción del impacto: Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se realizó el despalle, limpieza y nivelación de caminos de acceso existentes impactando al paisaje de la zona, por la entrada de maquinaria y apertura de caminos (remoción de la capa edáfica) en una intensidad baja, ya que cubre menos del 15% con respecto a los recursos

del derecho de vía. En cuanto a la magnitud del impacto este será de bajo a moderado. Se previó que estas actividades se realizaron en aproximadamente dos meses, siendo estos efectos de una duración e bajo a moderado. No existe sinergia y acumulación debido a que no se presentan interacciones entre impactos. No existe controversia por la realización de estas actividades. La medida de mitigación se considera de carácter bajo debido a que aminorará la afectación en menos del 33%.

Componente: Cualidades estético – paisajista.

Etapas: Preparación del sitio y construcción.

Actividad: Desmote de áreas para el armado de estructuras, brecha de maniobras y patrullaje y áreas para el tendido de cables.

Índice de significancia: 0.48.

Categoría de significancia: Moderada.

Método de valoración recomendado: Costo de viaje y método de valoración contingente.

Descripción del impacto: Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se realizó el desmote de las diferentes áreas, lo que impactó en el paisaje de la zona, por la pérdida de la vegetación en magnitud y extensión con intensidad de baja a moderada, ya que cubre menos del 23% con respecto a los recursos del derecho de vía, por lo que la afectación de estas actividades es de extensión baja (corte a matarrasa), al modificar fuertemente la estructura de la vegetación en la brecha de maniobras. En el resto de la superficie del derecho de vía la afectación es mínima (cortas selectivas y podas). Se previó que estas actividades se realizaron en aproximadamente dos meses, aunque la operación de la línea es permanente, por lo que el efecto del impacto fue moderado. No existe sinergia y acumulación debido a que no se presentan interacciones entre impactos. No existe controversia por la realización de estas actividades. La medida de mitigación se considera de carácter bajo debido a que aminorará la afectación en menos del 33%.

3.4.3. Impactos positivos identificados en el proyecto

Factor social y económico

Componente: Economía local.

Etapa: Preparación del sitio y construcción.

Actividad: Contratación del personal.

Índice de significancia: 0.56.

Categoría de significancia: Moderado.

Método de valoración recomendado: Método de valoración contingente y costos de oportunidad.

Descripción del impacto: Durante la preparación del sitio y construcción se contrató personal para laborar en la construcción de la obra, lo cual trajo consigo efectos benéficos en las poblaciones circunvecinas, influyendo en una extensión alta, ya que por el impacto excederá el límite del área del proyecto y con una magnitud de moderada a alta. Se prevé que estas actividades fueron de duración baja debido a que solo se manifestó durante la construcción de la obra. No existe sinergia y acumulación debido a que no se presentan interacciones entre impactos. No existe controversia por la realización de estas actividades.

Tratarse de un impacto positivo no se aplican medidas de mitigación.

Componente: Economía local.

Etapa: Preparación del sitio y construcción.

Actividad: Generación de residuos no peligrosos.

Índice de significancia: 0.33.

Categoría de significancia: Moderada.

Método de valoración recomendado: Método de valoración contingente y costos de oportunidad.

Descripción del impacto: Durante la preparación del sitio y construcción se generó una considerable cantidad de residuos no peligrosos, los cuales trajeron consigo impactos positivos en las poblaciones circunvecinas, al generar residuos factibles de reutilizar (tarimas, embalaje de aisladores y pedazos de cable), influyendo en una magnitud y extensión baja. La afectación de estas actividades fue de extensión baja, porque el impacto ocurrió solo en el derecho de vía. Se prevé que estas actividades fueron de duración baja debido a que solo se manifestaron durante la construcción de la obra. No existe sinergia y acumulación debido a que no se presentan interacciones entre impactos. No existe controversia por la realización de estas actividades. Por tratarse de un impacto positivo no se aplican medidas de mitigación.

8.4.4. Impactos residuales identificados en el proyecto

Los impactos residuales son todas aquellas alteraciones ambientales que permanecen durante el desarrollo del proyecto, es decir en las instalaciones de la línea, aún después de adoptar las medidas precautorias y de mitigación, incluyendo un tiempo razonable para que el medio se recupere de la situación que se ha generado durante la obra.

8.4.4.1. Impactos residuales sobre el suelo

La estructura de la línea lleva asociada la disposición de una serie de torres de apoyo a lo largo de la misma. Estas torres ocupan una superficie aproximada de 100 m^2 , aunque la alteración del suelo se refiere exclusivamente a las cimentaciones de las cuatro bases, lo que puede suponer una superficie degradada inferior a 10 m^2 por base.

Otra causa de impactos residuales sobre el suelo la constituyen los caminos y accesos permanentes para el mantenimiento de la línea. Aquí es importante considerar que el trazo debe seguir las curvas de nivel, evitando o minimizando la ejecución de desmonte y terraplenes, con el fin de prevenir problemas de erosión del suelo. Además, los taludes se tratarán adecuadamente para favorecer la regeneración de la vegetación natural, o bien reforestando para minimizar la pérdida de suelo. Para ello, se utilizarán especies vegetales

que por sus características se integren adecuadamente, tanto en el proyecto de la línea, como en el entorno del medio ambiente del área de influencia.

8.4.4.2. Impactos residuales sobre la vegetación

El impacto sobre la vegetación producido por la apertura de caminos, derecho de vía y de maniobras y de patrullaje se limita a la pérdida de vegetación ocasionada por la ocupación de caminos. Se realizarán tratamientos de taludes, potenciando la rápida repoblación de los mismos.

La ocupación del suelo por la línea no impide la utilización del mismo ubicado en la parte alta, para que se sigan realizando los usos tradicionales, cultivos, aprovechamiento de pastos, etc., por lo que el impacto causado no es de mucha importancia. Además, se indemnizará a los propietarios de los terrenos por donde atraviesa la trayectoria de la línea.

8.4.4.3. Impactos residuales sobre el agua y la fauna

No hay impactos residuales sobre el agua, ya que no se producirán acciones que la afecten de manera importante.

El impacto residual que se ocasionó sobre la fauna es el derivado de las posibles colisiones que en el caso particular las aves pudieran tener con el tendido eléctrico.

8.4.4.4. Impactos residuales sobre la socio – economía

La trayectoria de la línea atraviesa diversas parcelas cuyo valor intrínseco, disminuirá tanto por la presencia de las torres como por la servidumbre de paso que supone el tendido de los cables. Siendo mitigable por la aportación del pago de indemnización, así como también, en el caso de las parcelas estas pueden utilizarse nuevamente, una vez que la línea de transmisión entre en operación.

Asimismo los accesos para mantenimiento de la línea pueden atravesar zonas que tengan una actividad productiva: agrícola, ganadera o forestal, con la consecuente pérdida de la capacidad productiva ocasionada por la nueva ocupación. Este impacto puede minimizarse utilizando los caminos ya existentes.

8.4.4.5. Impactos residuales sobre el paisaje

El impacto residual que se producirá sobre el paisaje, es la integración de un elemento distinto al origen natural del sitio, siendo mitigado, a través de la congruencia de las estructuras, con las distintas actividades que se desarrollan en la zona de influencia de la trayectoria.

8.5. Metodología del método de valoración contingente

Se utilizó la técnica de Juegos de oferta o licitación. En un juego de oferta, cada individuo es requerido a valorar una situación hipotética y expresar su disponibilidad a pagar y/o su disponibilidad a aceptar compensación para lograr un cierto cambio en el nivel de provisión de un bien. Esta técnica es utilizada más a menudo en los países desarrollados para valorar bienes públicos tales como el acceso a los parques, calidad del aire o del agua y vistas panorámicas.

Está basado en la creación hipotética de un mercado para bienes y servicios, sustentada en los conceptos hicksianos de variación compensada y variación equivalente. La idea de fondo de la licitación es poder determinar el área bajo la curva de demanda para estos bienes no transados en el mercado (CBM, 2002).

El juego consta de un listado de preguntas, tipo encuestas. O simplemente un test que pregunta cuánto es la disponibilidad a aceptar (DAA) y la disponibilidad a pagar (DAP) de un individuo por preservar un bien ambiental o en cuánto está dispuesto a ser compensado, a cambio que se efectúe un daño en el ambiente, las respuestas son entonces promediadas y extrapoladas para llegar a una disponibilidad agregada a pagar o a un nivel agregado de

compensación para la población como un todo. La pregunta se efectúa en forma abierta y el encuestado muestra su DAA y su DAP a partir de su valor de uso directo e indirecto pero para el caso de la DAP es determinado en función de su ingreso.

8.5.1. Diseño de las encuestas

El método utiliza una encuesta para obtener las preferencias de los consumidores por un bien público, preguntando por la disponibilidad a pagar por mejoras en el bien y/o la disponibilidad a aceptar una compensación por algún impacto negativo en el bien. El hecho de que la valoración de un bien ambiental, dependa de la opinión expresada por una persona en un mercado hipotético, descrito por la información provista en el escenario, es lo que da nombre al método.

El método de valoración contingente, establece que se debe de realizar una encuesta dirigida a la población de interés (dueños de los predios afectados por el paso de la Línea de Transmisión) considerándola como consumidora y/o proveedora de los bienes y servicios ambientales y que, de manera muy sintetizada, debe contar con tres bloques: a) información del objeto de estudio, b) planteamiento del vehículo de pago (disponibilidad a aceptar y la disponibilidad a pagar), en cada caso y c) las características socioeconómicas de la población.

El cuestionario es un instrumento de comunicación entre el investigador y la fuente de información. Permite obtener la información requerida, para probar las hipótesis asociadas al objetivo de estudio en cuestión. En la elaboración del cuestionario es importante utilizar un lenguaje comprensible, especificar bien las unidades de medida y tratar que no sea muy extenso.

En esta entrevista los encuestados reciben información estructurada en básicamente tres partes claves:

1. Escenario: Una descripción detallada del bien bajo estudio y de las circunstancias hipotéticas bajo las cuales el encuestado disfrutará del bien. La idea es crear un mercado hipotético bien detallado y creíble. Es necesario detallar la situación actual y la disponibilidad del bien antes y después del cambio propuesto. Deben mencionarse los posibles sustitutos del bien y el vehículo de pago.
2. Pregunta: Una pregunta diseñada de tal manera que obtenga la voluntad de aceptación y la de pago por el cambio propuesto sin sesgar las respuestas.
3. Información adicional: Preguntas acerca de las características socio-económicas del encuestado, sus preferencias acerca de bienes relacionados con el bien bajo estudio y su relación actual con el mismo.

El método para hacer las determinaciones, la construcción y uso del cuestionario, los métodos de entrenamiento y control del investigador (el entrevistado y observaciones) y los métodos detallados para enfrentar determinaciones difíciles de obtener son todos importantes para la validez de los resultados, el resumen y análisis, el gasto y trabajo implicados en el procesamiento, análisis y presentación de los resultados.

Con el diseño de la encuesta se trata de eliminar los sesgos que pudieran presentarse en su ejecución pero evitarlos será muy difícil dadas las condiciones dentro de la comunidad, donde pudieran existir bajos incentivos para que el entrevistado realice un esfuerzo mental y dedique el tiempo suficiente para dar una respuesta útil.

8.5.2. Aplicación de las encuestas

La aplicación de la encuesta fue personal, con el fin de interactuar con las personas afectadas directamente y demás interesados en este tema y para obtener una mayor información sobre el punto de vista de la población afectada por el paso de la Línea de Transmisión Eléctrica, además para minimizar la no respuesta y ayudar a aclarar dudas que se pudieran presentar por parte del entrevistado y el entrevistador.

La población objetivo fueron los dueños de los predios afectados por el paso de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras.

8.5.3. Tamaño de muestra

La selección de la población bajo estudio fue cuidadosa y acorde al tema de interés. Por lo tanto, el tamaño de muestra fue representativo y reflejó todas las características de la población, además la muestra va a determinar que tanto podemos extrapolar los resultados obtenidos de las encuestas a la población. Con una muestra muy baja los problemas de estimación son muchos.

El tamaño de muestra seleccionado debe ser un balance entre los costos y los requerimientos estadísticos. La formula para calcular el tamaño de muestra es la siguiente:

$$n = \frac{N * \sigma^2}{(N-1) \frac{\beta^2}{4} + \sigma^2}$$

Donde:

n es tamaño de muestra.

N es el tamaño de la población.

σ^2 es la desviación estándar, donde $\sigma^2 = p * (1-p)$. Dado que a priori no se conocen las proporciones poblacionales, generalmente se asume que la proporción (p) es igual a 0.5.

β es el tamaño del error.

Las encuestas se aplicaron a los dueños de los predios que se vieron afectados con el paso de la Línea de Transmisión Eléctrica, se encontró un total de 72 personas afectadas, al aplicar la formula anterior con un tamaño de error del 10% obtenemos:

$$n = \frac{72 * (0.25)}{(72-1) \frac{(0.10)^2}{4} + 0.25} = \frac{18}{0.1775 + 0.25} = \frac{18}{0.4275} = 42$$

De acuerdo al resultado de la formula anterior, se aplicaran 42 encuestas a los dueños de los predios donde pasó la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras.

8.5.4. Procesamiento de la información

El objetivo final de un estudio de valoración contingente es estimar el cambio en el bienestar de una población debido a un cambio ambiental, para calcular este cambio en el bienestar debemos obtener un valor que resuma las preferencias de los encuestados. Desde un punto de vista estrictamente de costos-beneficio, la medida correcta a estimar es la voluntad de aceptación y de pago promedio.

A nivel experimental se pregunto la DAP sólo para obtener la percepción de la gente. Una vez que se logran obtener los resultados deseados, respecto a la voluntad de disponibilidad de aceptación y de pago promedio de la población bajo estudio, la idea es agregar estos valores y obtener los beneficios totales derivados del bien analizado.

Después de haber validado las encuestas aplicadas, se planteo un modelo tipo Cobb-Douglas, para conocer cuales podrían ser las relaciones entre la disposición a aceptar y a pagar con respecto al ingreso, el nivel de escolaridad, la edad y el sexo; que pueden influir en la respuesta de un individuo como protector de los recursos naturales.

El modelo tipo Cobb-Douglas está definido como sigue:

$$DAA \text{ o } DAP = \beta_0 I^{B1} ESC^{B2} ED^{B3} SEX^{B4} * \varepsilon$$

Donde:

DAA = Disponibilidad a aceptar

DAP = Disposición a pagar I = Ingreso

ESC = Nivel de estudios ED = Edad

SEX = Sexo ε = Error aleatorio, $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$

Los modelos transformados son:

$$(DAA) = \beta_0 + \beta_1 (I) + \beta_2 (ESC) + \beta_3 (ED) + \beta_4 (SEX) * \varepsilon$$

$$(DAP) = \beta_0 + \beta_1 (I) + \beta_2 (ESC) + \beta_3 (ED) + \beta_4 (SEX) * \varepsilon$$

Cabe mencionar que se eliminó la variable sexo, ya que resultó no significativa, con un nivel de significancia menor del 5%. Es decir, su contribución a la suma de cuadrados no era significativa; un resultado que se esperaba, ya que la teoría de la valoración económica indica que esta información no es determinante en la decisión de los individuos a aceptar o a realizar un pago compensatorio por el uso y disfrute de los servicios ambientales. Se obtuvo el modelo considerando sólo al ingreso, nivel de estudios y la edad como variables explicativas del modelo.

Estos últimos modelos fueron ajustados y analizados como un modelo de regresión lineal simple a través del paquete Excel 2003. Para estimar la elasticidad ingreso de la DAA y de la DAP se procedió de la siguiente manera: se estimó el incremento en ingreso y en lugar del precio se ocupó la DAA y la DAP respectivamente por cada ingreso y se estimó el incremento en DAA y en la DAP.

8.6. Metodología del método de costos de oportunidad

Cuando la provisión del servicio ambiental requiere de cambios en el uso actual de la tierra, se calcula la rentabilidad antes del cambio, menos la rentabilidad después del cambio. Se incluyen los costos de inversiones relacionadas.

El costo de oportunidad se refiere al valor de la mejor alternativa desaprovechada. Para casos donde el productor debe efectuar un cambio de uso del suelo, el pago debe reflejar la diferencia entre la rentabilidad actual y el costo de oportunidad.

Para poder estimar cuanto ingreso debe sacrificarse por la ejecución del proyecto, se debe identificar el uso del suelo actual y seguir la siguiente metodología para los diferentes usos:

A) Uso agrícola

- 1) Se estima la producción del cultivo por ha.
- 2) Se determinan los costos de todas las actividades de producción, el personal contratado y los insumos para cada actividad, en la producción de una ha.
- 3) Se determinan los beneficios que se obtienen por la venta de la cosecha por ha.
- 4) Se obtienen los beneficios netos: se restan los costos de los beneficios por ha.
- 5) Estimamos los beneficios totales: multiplicamos los beneficios netos por la superficie afectada.
- 6) Estimamos el tiempo de afectación y la cantidad de ciclos de cultivo que podemos realizar.

B) Uso pecuario

- 1) Estimamos la cantidad de materia seca por ha.
- 2) Se estima la cantidad de cortes de pasto que se dan al año por ha.
- 3) Determinamos cuantos kilos de materia seca de pasto se necesitan para obtener un kilo de carne.
- 4) Realizamos el cálculo de cuantos kilos de carne disponemos teóricamente.
- 5) Estimamos beneficios netos: definimos el precio de un kilo de carne en el mercado y los multiplicamos por los kilos que disponemos por ha.
- 6) En cuanto a los costos de producción en un kilo de carne, se tiene que el pastoreo es intensivo; por lo cual no existen costos, ya que no se utilizan vacunas, suplementos y desparasitaciones, sólo se tomaría el costo de alimentación, pero se le relaciona como producción dada por el terreno.
- 7) Estimamos nuestros beneficios totales al multiplicar los beneficios netos por la superficie total afectada y el tiempo de afectación.

C) Uso forestal

- 1) Se calcula el volumen total a remover.
- 2) Se calcula el volumen por cada especie afectada.
- 3) Se define el precio de un metro cúbico de madera en pie en el mercado regional para cada especie.

- 4) Estimamos el valor de volumen total en sus diferentes especies.
- 5) Determinamos el número de intervenciones de acuerdo a la duración del proyecto.
- 6) Estimamos el valor presente de los valores futuros de todas las intervenciones.

8.7. Metodología del método de cambios en la productividad

Los bienes ambientales son en muchos casos un elemento o insumo importante en la función de producción de un bien cambiado en el mercado. Por ejemplo la calidad del suelo (grosor, composición química, etc.) es un factor ambiental determinante para la producción de cultivos. Como es de esperarse, los cambios negativos en la calidad del suelo, pueden causar una reducción en las cosechas (suponiendo todo lo demás constante). Finalmente este cambio redundará en una disminución de los ingresos para los productores agrícolas.

Cuando la provisión de servicios ambientales requiere cambios en la tecnología productiva o la combinación de insumos, que terminan por afectar la producción. Los cambios en la producción se valoran a precio de mercado, se incluyen los costos de las obras realizadas en la conservación del suelo y agua.

Los cambios en las condiciones ambientales tienen un impacto sobre los ingresos y este impacto nos da una medida del costo o los beneficios de esos cambios. Para estimar el impacto de un cambio en las condiciones ambientales sobre la productividad y el nivel de ingresos del productor, se siguen los siguientes pasos:

1. Determinar la función dosis-respuesta. Relacionan el cambio en un factor (dosis) con el efecto ocasionado por ese cambio en un punto receptor (respuesta). Para construir las funciones dosis-respuesta, en una ecuación se relaciona el rendimiento de una cosecha por hectárea en el tiempo, con el grosor del suelo y los demás insumos se mantienen constantes.
2. Estimar el precio. Una vez obtenida la función dosis-respuesta es necesario obtener una cuantificación monetaria de esa respuesta. Es decir, si una desmejora en la calidad del bien ambiental reduce la producción, nuestro siguiente paso será poner

un valor monetario a esa disminución. Por lo general, se utilizan los precios de mercado para darle un valor al impacto sobre las cosechas. Estos beneficios se comparan con los costos del proyecto para ver su rentabilidad.

En muchos casos, el proyecto puede afectar varios periodos, por lo que estos supuestos deben mantenerse a lo largo del periodo de estudio.

8.8. Metodología del método de costos de reubicación

Se estiman los costos que se incurren en reubicar un recurso natural, comunidad o activo físico, con el objetivo de evitar un daño a este bien. Los costos de reubicación de un bien representan el valor que éste tiene para la humanidad. Esto es aplicado principalmente cuando existen especies, que por su estatus de cuidado especial está contemplada en las Normas Oficiales Mexicanas – 059 – ECOL – 2001, motivo por el cual se tienen que realizar actividades de reubicación de la especie, que puede ser un individuo o una comunidad de ellos. Para el caso de esta Línea se tiene que reubicar a una familia, la cual está ubicada en el eje central de la misma.

IX. RESULTADOS.

9.1. Medidas de mitigación.

Se entiende como medida de mitigación, a toda acción llevada a cabo para prevenir, reducir o revertir cualquier impacto negativo sea que modifique al ambiental o perjudique al ser humano, producto de la realización de un proyecto.

Las medidas de mitigación se clasifican en:

- **Preventivas:** cuando su implementación evita la futura ocurrencia del impacto ambiental adverso.
- **De remediación:** cuando su ejecución ayuda a corregir un impacto ambiental negativo que ya se está presentando.
- **De rehabilitación:** cuando su realización ayuda a devolver parte de la composición, estructura o función del ecosistema afectado.
- **De compensación:** ejecución de obras preventivas, de remediación, rehabilitación o reducción en áreas fuera de la influencia directa del proyecto, pero que favorecen la restauración de ecosistemas y abaten la degradación del ambiente por otras causas en áreas aledañas o cercanas.
- **De reducción:** cuando su implementación ayuda a aminorar los impactos ambientales negativos del proyecto.

De acuerdo con las medidas de mitigación, los impactos se pueden agrupar en las categorías siguientes:

- **Permanentes:** asociados a medidas de compensación.
- **Residuales:** asociados a medidas de compensación.
- **Mitigables:** asociados a medidas de prevención, mitigación y de compensación.

En el cuadro 19 se refieren las medidas de mitigación, incluyendo información sobre el tipo de impacto y la forma de mitigación.

Cuadro 19. Impactos ambientales negativos y las medidas de mitigación.

Parte o proceso	Impacto	Tipo de medida de mitigación	Forma de mitigación de impactos
Suelo	Compactación por caminos.	Preventivas: apertura mínima de brechas. De rehabilitación: cierre y abandono de brechas temporales.	Prevención abriendo el mínimo de brechas. Al terminar de utilizarlas, dejar que la vegetación las cubra.
	Compactación base de torres.		
	Salida de nutrientes por erosión hídrica y eólica.	De rehabilitación: permitir el crecimiento de vegetación secundaria.	La nueva vegetación secundaria retiene el suelo.
	Salida de nutrientes por extracción de madera.	Preventiva: dejar hojas y ramas finas.	Cubierta protectora vegetal (acolchado).
	Basuras.	Preventiva: educación ambiental a trabajadores. Disposición de contenedores. Remoción de basura. De rehabilitación: colecta de basuras.	Contar con contenedores suficientes en todo el campamento. Contar con logística para retiro de basura.
Aire	Contaminación por humos de maquinaria y vehículos.	Preventiva: afinación de maquinas.	Se previene manteniendo en buen estado la maquinaria.
	Partículas suspendidas en el aire	Preventivas: programas educativos a los trabajadores. Contar con letrinas portátiles.	Concientización del personal para que no defeque al aire libre.
Agua	Infiltración	Preventiva y de compensación: obras de control de erosión y revegetación.	Reducción de la erosión eólica.
	Escorrentía	Preventiva y de compensación: obras de control de la erosión	Reducción de la velocidad de los escurrimientos superficiales.

		y escorrentía y revegetación.	
Vegetación	Apertura de brecha.	De compensación: reforestación en áreas aledañas.	Reforestar aumenta superficie boscosa.
	Daños por derribo.	Preventiva: derribo direccional.	Se previene que el árbol que está siendo apeado dañe o derribe otros árboles.
	Afectación de especies arbóreas que favorecen la diversidad.	Preventivas: afectación al mínimo del estrato arbóreo y el bosque bajo. Reducir el efecto sobre árboles de pino.	Afectar lo menos posible la diversidad de especies. Derribar en lo posible individuos del género <i>pinus</i> .
	Estructura	Preventivas: reducir al mínimo la remoción de arbolado en masas no perturbadas. Derribo direccional.	No derribar árboles maduros para no afectar la estructura. Se previene que el árbol que está siendo apeado dañe o derribe otros árboles y altere la estructura en el bosque vecino.
Fauna	Desplazamiento temporal.	Preventiva: evitar la apertura de caminos de terracería y carreteras en el proyecto.	No abrir nuevos caminos.
	Menor ocultamiento.	De remediación: campañas de protección a fauna, restricciones de caza.	Concientización y refuerzo legal para no cazar especies silvestres.
	Presencia de especies con estatus.	De remediación: programa de protección de especies con estatus.	Concientización para proteger las poblaciones de especies de interés.
	Perturbación de procesos biológicos.	Preventiva: programas de concientización de especies polinizadoras y controladoras de plagas, en particular murciélagos.	Permite la continuidad de los procesos biológicos en el ecosistema.
Paisaje	Área potencial desde donde se observa el efecto de la actividad del proyecto.	De compensación: reforestación	Reforestar aumenta la cubierta vegetal y la calidad visual del paisaje.
	Pérdida de la armonía.	De remediación: permitir el	Desarrollo natural de la vegetación secundaria.

		establecimiento de vegetación secundaria. De compensación: reforestación.	
Sociedad	Calidad de aire.	De remediación: permitir el establecimiento de la vegetación arbustiva y herbácea. De compensación: plantaciones.	La cubierta vegetal reduce la erosión eólica.
	Calidad de agua superficial.	De remediación: permitir el establecimiento de vegetación arbustiva y herbácea. De compensación: plantaciones.	La cubierta vegetal reduce arrastres en corrientes de agua.
	Contaminación por ruido.	Preventiva: no permitir asentamientos humanos muy cerca de las torres.	A mayor distancia del cableado, menor contaminación sonora.
	Recursos para abordar otras opciones productivas (indemnización).	De compensación: sistemas agroforestales.	Para quienes se puedan organizar y decidan usar su indemnización en ello, resulta de una forma alternativa de obtener bienes, recursos financieros y reducir la presión sobre el bosque.

Fuente: CFE. 2004. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras.

Para prevenir la escorrentía y reducir la erosión y el azolve de lagos y presas, se prevé la construcción de tinajas ciegas como una medida de conservación del suelo y el agua (anexo 10). Las tinajas ciegas en términos generales ofrecen varias ventajas, siendo las más importantes las siguientes:

- Control de escurrimientos promoviendo la recarga de acuíferos.
- Propiciar la infiltración del agua, no permitiendo que el agua de lluvia se pierda por escurrimiento.

- Aparición de vegetación controlando la erosión en las laderas y por consiguiente la pérdida de suelo en forma de sedimentos y azolves.
- Acondicionar el sitio para el establecimiento de plantaciones y reforestaciones.
- Disponibilidad de mano de obra regional, puesto que son obras que no requieren especialización para su establecimiento, habiendo una derrama económica y social para los habitantes de la zona.

Los impactos durante las obras de construcción y las actividades de operación y mantenimiento pueden agruparse en tres partes:

1. **Ecológicos.** Por la deforestación, pérdida de los servicios ambientales e impacto en el funcionamiento y estructura en el ecosistema, así como el impacto sobre las especies endémicas y aves migratorias.
2. **Sociales.** Incremento poblacional por la baja del precio de las parcelas y predios aledaños a la Línea al aprovechar los caminos abiertos, teniendo como consecuencia fuertes presiones sociales y en el ambiente.
3. **Salud.** Por ruido y la mala calidad del aire y del agua. El paso de la línea eléctrica directamente sobre zonas pobladas y la influencia de los campos electromagnéticos.

En el cuadro 20 se presenta el costo de las medidas de mitigación, que se deberán llevar a cabo en áreas aledañas, como las reforestaciones, plantaciones y obras de conservación de suelos. El monto total que asignó la CFE fue de \$ 2,500,000 para actividades de prevención y mitigación de los impactos ambientales generados, resultado del proceso de construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica.

Cuadro 20. Costo de las medidas de mitigación.

Impacto ambiental	Medida de mitigación	Costo (\$)
Contaminación por basura.	Educación ambiental.	50,000
	Contenedores para basura.	10,000
	Colecta de basura.	50,000
Contaminación por humo.	Afinación de máquinas.	100,000
Partículas suspendidas.	Letrinas portátiles.	60,000
Infiltración y escorrentía de agua.	Obras de conservación de suelos (4 ha).	
	Tinas ciegas (10,000)	500,000
	Asesoría técnica	150,000
	Elaboración del proyecto	50,000
Pérdida de vegetación y paisaje.	Reforestación (10 ha).	150,000
Pérdida de fauna.	Programas de protección de especies.	240,000
	Restricciones de cacería.	50,000
Calidad del aire y agua.	Plantaciones (10 ha).	
	Plantación.	250,000
	Asesoría técnica	150,000
Presión sobre el bosque	Sistemas agroforestales (5 ha).	300,000
	Asesoría técnica.	150,000
	Sistema agroforestal	150,000
Total		2 110,000

Fuente: Unidad Gestora de Servicios Tecnológicos (UGST), Universidad Autónoma Chapingo.

Como se observa en el cuadro 20, los costos estimados de las medidas de mitigación (\$2,110,000) son menores que el monto destinado para este rubro (\$2,500,000). En operación la Línea de Transmisión, va a permitir el establecimiento de proyectos productivos para la región, por lo que este beneficio será permanente, lo que da pauta a una mejora de la calidad de vida de los habitantes de la región.

En la CFE el sector social se ve favorecido antes y después de las etapas de preparación del sitio ya que se contrató mano de obra de la región y además se requirió de servicios anexos que se proporcionaron en las comunidades locales; lo que generó beneficios directos a corto plazo por el desarrollo de la obra. Así también se efectuaron los pagos indemnizatorios por la instalación de las estructuras en los terrenos y la aplicación de

medidas de mitigación y compensación, por los impactos que se presentaron en el proceso de preparación del sitio y construcción de la Línea que fueron de \$ 50, 000, 000.

9.2. Método de valoración contingente

Se aplicaron 42 encuestas de una población de 72 individuos que recibieron algún impacto en sus terrenos y que modificó el uso del suelo, lo que representa una muestra del 58%. Las características de los encuestados se resumen a continuación: la mayoría de los encuestados fueron hombres con un 88% y solamente 12% mujeres. La edad presenta un rango de 38 a 73 años, con una edad promedio de 55 años. El 50% de los entrevistados son agricultores, el 45% se dedican a la ganadería y un 5% al comercio. Sus ingresos van de los 3,000 pesos mensuales (2.38%), 5,000 pesos mensuales (66.6%), 7,000 pesos mensuales (26.19%) y un 4.76% obtiene 10,000 pesos de ingreso mensual. La escolaridad promedio es el primer año de secundaria, la cual es semejante a la media nacional.

9.2.1. Disponibilidad a aceptar (DAA)

En el cuadro 21 se presenta la disponibilidad a aceptar (DAA) observadas con relación al ingreso, donde se observa que en general a mayor ingreso la disponibilidad a aceptar es mayor, excepto en el ingreso de \$ 5,000, donde la DAA es menor que con un ingreso \$ 3,000, por cerca de \$ 100.

Cuadro 21. Disponibilidad a aceptar relacionada con el nivel de ingreso mensual.

Ingreso	Frecuencia	DAA promedio (\$)
≤ 3000	6	950.00
3001 – 5000	24	858.33
5001 – 7000	10	1,260.00
7001 – 10000	2	2,300.00
Total	42	

En el cuadro 22 se muestra que las mujeres en promedio están dispuestas a aceptar de compensación \$ 1,160 por metro cuadrado afectado, aunque sólo representen el 12% y los hombres están dispuestos a aceptar de compensación \$ 959.45.

Cuadro 22. Disponibilidad a aceptar por tipo de sexo.

Sexo	Frecuencia	DAA promedio (\$)
Mujer	5	1,160.00
Hombre	37	959.45
Total	42	

En el cuadro 23 se presenta la disponibilidad a aceptar observadas con relación al nivel de estudios, destacando que no existe gran diferencia, casi todos tienen una DAA de \$ 1,000 por metro cuadrado, excepto los que tiene tres años de estudios, los cuales presentan la mayor disponibilidad a aceptar con \$ 1,200. Esto se debe principalmente que ellos son los que poseen la mayor superficie afectada.

Cuadro 23. Disponibilidad a aceptar por nivel de estudios.

Escolaridad	Frecuencia	DAA promedio (\$)
LICENCIATURA	1	1,000.00
PREPA	8	1,037.50
SECUNDARIA	9	1,000.00
PRIMARIA	17	1,000.00
3 DE PRIM	6	1,200.00
SIN ESTUDIOS	1	1,000.00
TOTAL	42	

En el cuadro 24 se muestra la frecuencia de la DAA observadas, de los dueños de los predios que se vieron afectados por el paso de la Línea de Transmisión Eléctrica, en el cual se observa que la mayor frecuencia de DAA esta en \$ 1,000 con el 33%, con el 14% \$800 y \$ 1,200, después con el 9% \$ 600 y con 5% respectivamente \$ 700, \$ 900, \$ 1,400 y \$

1,600, de un intervalo que va de \$ 400 a los \$ 3,000. La menor disponibilidad a aceptar fue de \$ 400 y obtuvo una proporción del 2.5%.

Cuadro 24. Frecuencia de la disposición a aceptar

DAA	FRECUENCIA	PROPORCIÓN (%)
400	1	2.5
500	1	2.5
600	4	9
700	2	5
800	6	14
900	2	5
1000	14	33
1200	6	14
1400	2	5
1600	2	5
2000	1	2.5
3000	1	2.5
	42	100

Se planteó un modelo que explicara la disponibilidad a aceptar de los dueños de los predios por los impactos ambientales provocados por la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica en función de variables como el ingreso, los años de escolaridad, la edad y el sexo dado el nivel de calidad ambiental inicial y partir de esa función se planteo un modelo econométrico tipo Cobb-Douglas:

$$(DAA) = \beta_0 + \beta_1 (I) + \beta_2 (ESC) + \beta_3 (ED) * \varepsilon$$

Este último modelo fue ajustado y analizado como un modelo de regresión lineal múltiple a través del paquete Excel 2003, dando como resultado el siguiente modelo:

$$DAA = 0.15285478 (I) - 14.9382822 (ESC) + 5.87799905 (ED)$$

La disponibilidad a aceptar está en función del ingreso, años de escolaridad y la edad. El modelo queda: $DAA = 0.15285478 (\text{ingreso}) - 14.9382822 (\text{escolaridad}) - 5.87799905 (\text{edad})$. A mayor ingreso es mayor la DAA y a mayor edad y escolaridad la DAA es menor,

debido a que el cuidado del ambiente es un tema que empieza a tener interés, las generaciones jóvenes están más informadas y con un mayor grado de conciencia.

Una vez obtenido el modelo de regresión es necesario evaluar que tan adecuado es éste modelo, para esto se hace uso del coeficiente de correlación R, el cual mide el grado de relación existente entre las variables. En este estudio la R ajustada es de 0.38, interpretándose de la siguiente manera: el 38% de la DAA estimada puede ser explicada mediante el ingreso, el nivel de estudios y la edad (cuadro 25).

Cuadro 25. Modelo de disposición a aceptar.

Variable	Coeficiente	Error estadístico	Estadístico T	Probabilidad
Ingreso	0.15285478	0.0323063	4.72202023	2.9985E-05
Escolaridad	-14.9382822	14.2125596	-1.05106206	0.29969945
Edad	5.87799905	3.2324627	1.8184275	0.07668491

R cuadrada 0.43936065

R cuadrada ajustada 0.38496889

Suma de residuos al cuadrado 7916428.57

Estadístico de F 10.187812

Probabilidad estadística de F 4.6545E-05

Significativa a un nivel de confianza del 95%

Una vez que se tiene el modelo y que se tiene el grado de correlación, se estima la disponibilidad a aceptar (DAA), en el cuadro 26 y la figura 8 se muestra la disponibilidad a aceptar del modelo con todos los parámetros estimados, ingresando fijos los años de escolaridad promedio, la edad promedio y haciendo variar el nivel de ingreso, de acuerdo a lo observado en las encuestas.

Cuadro 26. La DAA estimada en relación al ingreso

INGRESO	DAA
3000	677.286
5000	982.995
7000	1,288.705
10000	1,747.269

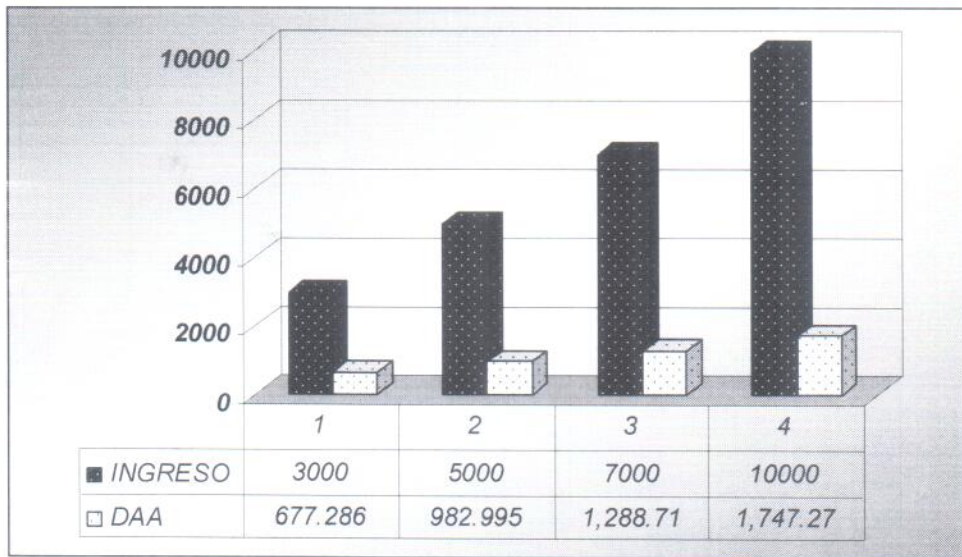


Figura 8. Disponibilidad a aceptar por ingreso.

Para estimar la disponibilidad a aceptar (DAA) promedio, se incorpora en la función obtenida los valores promedios de ingreso, edad y escolaridad: Aplicando la formula DAA 0.15285478 (ingreso promedio) $- 14.9382822$ (años de escolaridad promedio) $+ 5.87799905$ (edad promedio). A mayor ingreso tenemos mayor DAA, a más años de escolaridad la DAA es menor y a mayor edad aumenta la DAA.

$$DAA = 0.15285478 (5000) - 14.9382822 (7) + 5.87799905 (55).$$

DAA = \$ 982.995 por metro cuadrado.

Por lo tanto, tenemos que los dueños de los predios están dispuestos a aceptar de compensación promedio \$ 982.995 por metro cuadrado, por la pérdida de bienestar ocasionada por los impactos ambientales provocados por la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras. En la figura 9 se muestra la tendencia de la DAA, con respecto al ingreso.

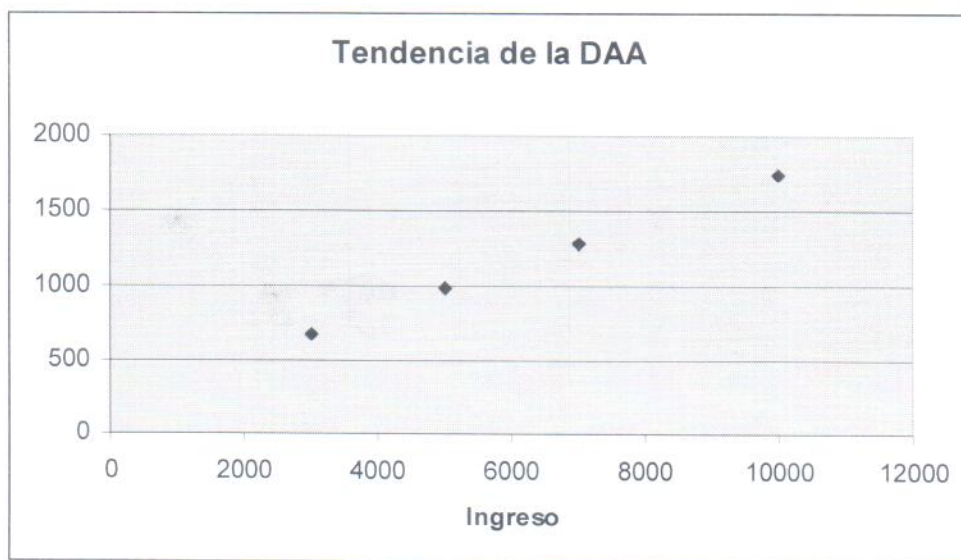


Figura 9. Tendencias de la DAA estimada con relación al ingreso.

9.2.2. Disponibilidad a pagar (DAP)

En el cuadro 27 se presenta la Disposición a Pagar relacionada con el nivel de ingreso, se observa que a mayor ingreso la DAP es mayor. La disponibilidad a pagar observada va de \$ 191.66 a \$ 500 por metro cuadrado, se encuentra una mayor frecuencia en \$ 319.56 con el 54.7% y la menor frecuencia la tiene \$ 500 con 4.8%. Cabe recalcar que una encuesta observo una disponibilidad a pagar de cero como protesta, ya que una persona había contemplado varios proyectos que ya no podrá realizar.

Cuadro 27. Disposición a pagar relacionado con el nivel de ingreso mensual.

Ingreso	Frecuencia	DAP promedio (\$)
≤ 3000	6	191.66
3001 – 5000	23	319.56
5001 – 7000	10	355.00
7001 – 10000	2	500.00
Total	41	

En el cuadro 28 se muestra que las mujeres tienen una DAP promedio mayor, aunque sólo sean el 12%, mientras que los hombres representan el 88%, con una DAP menor. Las mujeres se mueven en el rango de \$ 300 a 500, siendo su DAP promedio de \$ 390 y los hombres de 200 a 500, con una DAP promedio de \$ 310 (figura 10). Esto se debe ya que las mujeres en general son más jóvenes que los hombres y esto refleja la importancia que en las nuevas generaciones está teniendo el tema ambiental.

Cuadro 28. Disposición a pagar por tipo de sexo.

Sexo	Frecuencia	DAP promedio (\$)
Mujer	5	390
Hombre	37	310
Total	42	

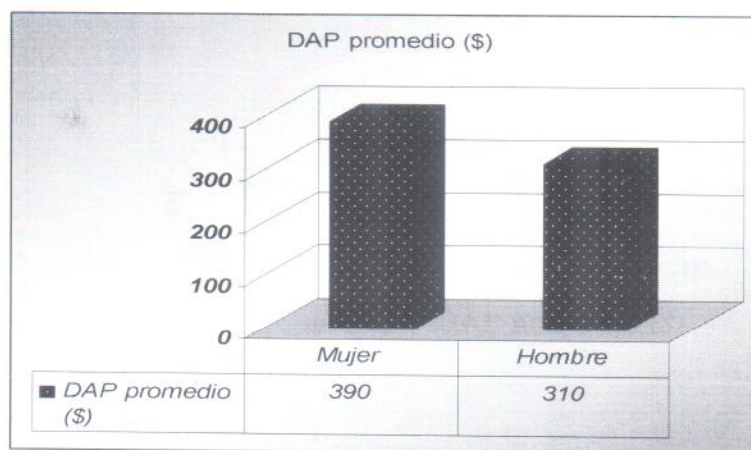


Figura 10. Disposición a pagar por tipo de sexo.

La DAP con relación al nivel de estudios se muestra en el cuadro 29, en el cual se encuentra que las mayores DAP están en la población sin estudios, con \$400. Los de nivel preparatoria con \$ 375, los de primaria con \$ 317 y con \$ 311 los de nivel secundaria. Los que sólo estudiaron el tercer año de primaria están dispuestos a pagar \$ 308 y por último los que tienen estudios de licenciatura están dispuestos a pagar cero pesos. Se espera que al tener más estudios, estén dispuestos a pagar más dinero para conservar el recurso forestal y evitar los impactos ambientales, pero el nivel de estudios resultó inversamente

proporcional. Con lo cual concluimos que para proteger los recursos naturales, no es cuestión de estudios sino de conciencia.

Cuadro 29. Disposición a pagar por nivel de estudios.

Escolaridad	Frecuencia	DAP promedio (\$)
PREPA	8	375
SECUNDARIA	9	311
PRIMARIA	17	317
TERCERO DE PRIMARIA	6	308
SIN ESTUDIOS	1	400
TOTAL	41	

En el cuadro 30 se tienen las frecuencias de la disponibilidad a pagar observadas, de los dueños de los predios que se vieron afectados por el paso de la Línea de Transmisión Eléctrica, en el cual se observa que la mayor frecuencia de DAP esta en \$ 300 con el 34%, con el 27% \$350, después con el 17% \$ 400 y con 2% respectivamente \$ 450 y \$ 150, de un intervalo que va de \$ 150 a \$ 500. La mayor disponibilidad a pagar fue \$ 500 y obtuvo una proporción de 6%. Es menester mencionar que el 2% de la proporción observó una disponibilidad a pagar de cero pesos, como una respuesta de protesta.

Cuadro 30. Frecuencia de la disposición a pagar

DAP	FRECUENCIA	PROPORCIÓN (%)
150	1	2
200	5	12
300	14	34
350	11	27
400	7	17
450	1	2
500	2	6
	41	100

Se planteo un modelo que explicara la valoración ambiental de la gente en función de variables como el ingreso, los años de escolaridad y la edad dado el nivel de calidad

ambiental inicial y partir de esa función se planteo un modelo econométrico tipo Cobb-Douglas:

$$(DAP) = \beta_0 + \beta_1 (I) + \beta_2 (ESC) + \beta_3 (ED) * \varepsilon$$

Este último modelo fue ajustado y analizado como un modelo de regresión lineal múltiple a través del paquete Excel 2003, dando como resultado el siguiente modelo:

$$(DAP) = 217.081787 + 0.04712163 \ln(I) - 6.02021029 \ln(ESC) - 1.94285045 \ln(ED)$$

La valoración económica de los impactos ambientales, provocados por la construcción de una Línea de Transmisión Eléctrica está dada por los niveles de ingreso, pero el peso principal es que las personas valoran más los recursos naturales por los servicios ambientales y la belleza escénica que estos les proporcionan.

Por lo tanto, la variable ingreso resulta ser significativa al 5%; lo cual indica que el ingreso influye positivamente en la disposición a pagar estimada de un individuo, como lo establece la teoría de la valoración económica de los servicios ambientales: a mayor ingreso mayor será la disposición a pagar por parte de éste y a menor ingreso será menor su disposición a

La variable nivel de escolaridad es significativa e influye negativamente en la DAP estimada, se esperaría que con un mayor nivel de escolaridad los individuos estarían dispuestos a una mayor donación y viceversa, pero para este caso fue inverso; a mayor nivel de estudios fue menor la disposición a pagar y a menor estudios fue mayor la disposición a pagar.

La edad refleja mayor consciencia, a la hora de pagar recursos para el rescate y preservación de nuestros recursos naturales. Ya que representa el valor de herencia y legado que posee, dice, que a mayor edad, las personas podrían ofrecer una mayor donación para el cuidado y conservación de los recursos naturales con la finalidad de que sus predecesores disfruten de ellos. Pero para la disponibilidad a pagar estimada en nuestro modelo influye

negativamente, esto puede resultar que la edad promedio es de 55 años y el auge que ha tenido el aspecto ambiental y ecológico en la conciencia de la vida humana es muy resiente para muchas personas les resulta molesto invertir sus propios recursos en el rescate de la biodiversidad del país, creyendo que esto le compete al gobierno federal y a las instituciones de educación superior.

Para analizar el comportamiento de las variables ingreso, años de escolaridad y la edad de nuestro modelo se hizo uso de la técnica de regresión como una herramienta útil para encontrar el grado de relación que existe entre ellas.

Una vez obtenido el modelo de regresión es necesario evaluar que tan adecuado es éste, para esto se hace uso del coeficiente de correlación R, el cual mide el grado de relación existente entre las variables. En este estudio la R ajustada es de 0.65, interpretándose de la siguiente manera: el 65% de la DAP estimada puede ser explicada mediante el ingreso, el nivel de estudios y la edad (cuadro 31).

El modelo queda: $DAP = 217.081787 + 0.04712163 (\text{ingreso}) - 6.02021029 (\text{escolaridad}) - 1.94285045 (\text{edad})$.

Cuadro 31. Modelo de disposición a pagar.

Variable	Coeficiente	Error estadístico	Estadístico T	Probabilidad
Ingreso	0.04712163	0.00529589	8.89777172	7.8995E-11
Escolaridad	-6.02021029	2.80731821	-2.14447022	0.03845281
Edad	-1.94285045	1.33164515	-1.45898512	0.15278647
R cuadrada	0.67856803			
R cuadrada ajustada	0.65319182			
Suma de residuos al cuadrado	345297.619			
Estadístico de F	26.7403237			
Probabilidad estadística de F	1.8022E-09			
Significativa a un nivel de confianza del 95%				

Una vez que se tiene el modelo y que se tiene el grado de correlación, se estima la disponibilidad a pagar, en el cuadro 32 y la figura 11 se muestra la disponibilidad a pagar del modelo con todos los parámetros estimados, ingresando fijos los años de escolaridad promedio, la edad promedio y haciendo variar el nivel de ingreso, de acuerdo a lo observado en las encuestas. La disponibilidad a pagar está relacionada más directamente con el ingreso de acuerdo a la tendencia, que a mayor ingreso mayor es la disponibilidad a pagar (figura 12).

Cuadro 32. La DAP estimada en relación al ingreso

INGRESO	DAP
3000	209.44843
5000	303.69169
7000	397.93495
10000	539.29984

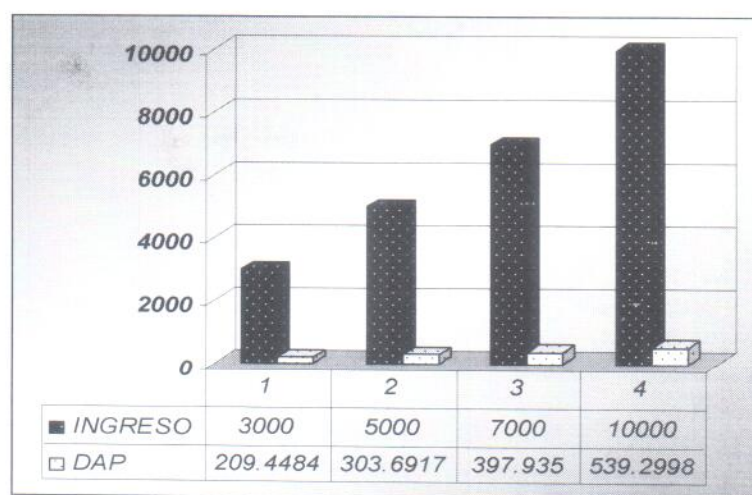


Figura 11. Disponibilidad a pagar por ingreso.

Para estimar la disponibilidad a pagar (DAP) promedio, se incorporan en la función obtenida los valores promedios de ingreso, edad y escolaridad: Aplicando la formula $DAP = 217.081787 + 0.04712163 (\text{ingreso promedio}) - 6.02021029 (\text{años de escolaridad promedio}) - 1.94285045 (\text{edad promedio})$.

$$DAP = 217.081787 + 0.04712163 (5000) - 6.02021029 (7) - 1.94285045 (55).$$

$$DAP = \$ 303.69 \text{ por metro cuadrado.}$$

Por lo tanto, se tiene que los dueños de los predios afectados están dispuestos a pagar en promedio \$ 303.69 por metro cuadrado, por evitar los impactos ambientales provocados por el paso de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras. En ese mismo aspecto se les preguntó en quien tenían más confianza para que fuera el vehículo de pago y para manejar este recurso, resultando con un 92% de confiabilidad el Gobierno del Estado de México.

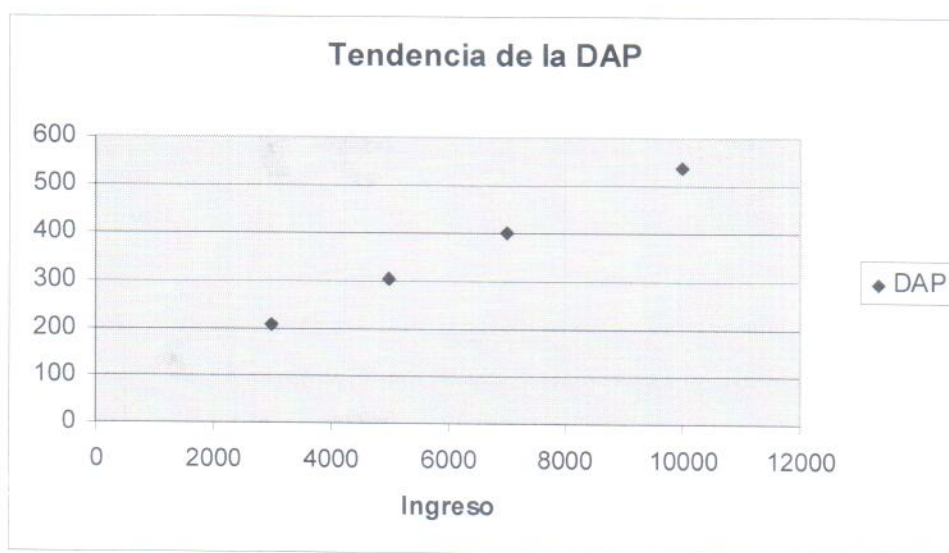


Figura 12. Tendencias de la DAP estimada con relación al ingreso.

Con el objeto de obtener una estimación de la disposición a aceptar y a pagar total de los dueños de los predios afectados por el paso de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras, en donde la evaluación de los mismos debe estar basada en la agregación vertical de las curvas de demanda de los individuos, se hizo una aproximación del valor total de los impactos ambientales de la línea, tomando como base la DAA y la DAP estimada de los dueños de los predios afectados por el paso de la misma de \$ 982.995 y \$ 303.69 por m² respectivamente y el área total de ésta.

La longitud total de la línea es de 19.581 km, por 18 m de ancho de derecho de vía. Dando un área de 352 458 m², se tiene que la tarifa de pago por indemnización que les dio la CFE

metro cuadrado fue de \$ 60 como máximo⁷, y ellos están dispuestos a aceptar \$ 982.995. Se muestran una disposición a pagar de \$ 303.69 por m² para soportar y evitar los impactos ambientales que ocasiona la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras (cuadro 33).

Cuadro 33. Comparación de la Indemnización de la CFE y la DAA y la DAP por m².

Dependencia	Valor por (m²) \$	Total \$ por la Línea (352 458 m²)
CFE indemnizaciones (información de la MIA)	141.86	50 000 000.00
CFE indemnizaciones (información de encuestas)	60.00	21 147 480.00
Personas afectadas por el paso de la Línea.		
DAA	982.995	346 464 451.71
DAP	303.690	107 037 970.02

El recurso económico destinado por la CFE para las indemnizaciones de toda la Línea fue de \$ 50 000 000 (información de la MIA), pagando la cantidad de \$ 141.86 por m². Pero al realizar las entrevistas para las encuestas, se encontró que la CFE les empezó ofreciendo \$10 y ya hasta el final \$60 por m². Pero se les manejo que el paso de la Línea de Transmisión sería inevitable y que de todas formas tenían que aceptar, así fuera por la buena o por la forma legal. Tenemos que poner por sentado que las familias afectadas pertenecen a la clase media a baja y no cuentan con recursos para poder hacer frente a una empresa paraestatal en forma legal.

Existe una diferencia de \$ 81.86 por m², en relación con lo que tienen destinado la CFE para la indemnización y lo que realmente se ofreció. Existieron algunos casos en que las personas entrevistadas no sabían del contrato de indemnización y no habían recibido el

⁷ Cuando se entrevisto a las personas, se encontró que la CFE empezó ofreciendo \$10 y al final \$60, pero se usó el precio mayor para no tener algún error de subestimación.

monto que les correspondía. Pero aparecían en las listas del Estudio Técnico Justificativo y el área que se les afectó.

Las personas afectadas por el paso de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco-Tizapa Maniobras. Están dispuestas a aceptar en promedio \$ 982.995 por soportar los impactos y dispuestos a pagar en promedio \$ 303.69 por m², por evitar los impactos ambientales provocados por la construcción de la Línea, representando un monto total de DAA \$ 346 129 451.71 y una DAP \$ 107 037,970.02, siendo superior la DAA en 323% que la DAP.

Se toma en cuenta que el valor total de la Línea por evitar y soportar los impactos ambientales, resulta de la agregación de la disponibilidad a aceptar y a pagar, ya que se supone que el valor que le asignó cada individuo a cada metro cuadrado incluye todos los beneficios que les proporciona mantener sus recursos naturales intactos, al expresar su DAA y su DAP por soportar o evitar los impactos ambientales.

9.3. Método de costo de oportunidad

del suelo que se localizan en la trayectoria de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa maniobras:

Uso agrícola. Las áreas de uso agrícola que se localizan dentro del derecho de vía que seran afectados por la construcción de la Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa maniobras, corresponde a cultivos de temporal y de riego principalmente maíz, caña, sorgo y frijol, que abarcan una superficie de 01-93 00 ha, lo que representa el 5.47% de la superficie total del proyecto. Y será afectado en su producción en un año, que es lo necesario para la construcción de la Línea.

Se tiene que en promedio se cosechan 6 toneladas de maíz por ha. En el cuadro 34 tenemos costos de las diferentes actividades que se requieren para el cultivo del maíz.

Cuadro 34. Costos de la siembra del maíz.

Actividad	Monto (\$)/ha
Barbecho	1200
Surcado / siembra	600
Laboreo	400
Cajoneo	400
Fertilizante	1000
Mano de obra	3000
Total	6,600

Fuente: productores de la zona

Además se necesita gente para la cosecha lo cual representa un costo de \$ 600, para el deshojé son \$ 2400; entonces tenemos un total \$ 3000. Es necesario agregar fertilizante para obtener una buena cosecha, ya que las tierras están cansadas del monocultivo y para lo cual son otros \$ 1000. Sumando todos los costos obtenemos un costo total de \$ 6, 600.

En el cuadro 35 se tienen los beneficios del cultivo del maíz; en promedio en la zona se obtienen 6 toneladas de maíz, cuyo precio en el mercado es de \$ 2 500 la tonelada, nos da un beneficio de \$ 15,000 por hectárea. Además se le agrega el beneficio de venta del zacate el cual ofrecen un promedio de \$ 1000 la hectárea.

Cuadro 35. Beneficios del cultivo del maíz.

Actividad	Monto (\$)/ha
Cosecha	15000
Venta de zacate	1600
Total	16 600

En el cuadro 36 se tienen los montos totales por hectárea de los costos y los beneficios, lo cual tenemos un beneficio neto de \$ 10,000 por hectárea de maíz.

Cuadro 36. Beneficios totales del cultivo del maíz.

Concepto	Monto (\$)/ha
Costos totales	6 600
Beneficios totales	16 000
Beneficios netos	10 000

Tenemos una superficie afectada de 1.93 ha multiplicadas por los beneficios netos obtenemos: \$ 10,000 * 1.93 ha es igual a **\$ 19,300** totales.

Uso pecuario. Las áreas de uso pecuario localizados en la trayectoria de la Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa maniobras, corresponden principalmente a pastizal inducido que abarca una superficie de 12-83-00 ha, lo que representa el 36.40% de la superficie total del proyecto. Y estas serán afectadas en su producción por un año.

En promedio sabemos que se obtienen 1100 kg de materia seca de pasto en una ha, si tenemos 12.8 cortes de pasto al año en la zona, en total tenemos 14 080 kg/ha/año.

Si para obtener un kilo de carne se invierten 7 kilos de materia seca. Entonces en nuestro promedio en una ha, se tiene 2011 kg de carne. Tenemos que el precio de un kilo de carne es de \$ 18.5 en pie, lo cual nos da como resultado \$ 37 203.5 /ha. Al multiplicar este por el total de ha afectadas tenemos: \$37 203.5 * 12.83 es igual a **\$ 477 320.950**, no se tienen costos ya que el pastoreo es extensivo y no se requiere de suplementos, vacunas y desparasitaciones.

Uso forestal. Las áreas con vegetación forestal localizadas dentro del derecho de vía de la trayectoria de la Línea de Transmisión Tejupilco – Tizapa maniobras, sustentan los siguientes tipos de vegetación: Selva Baja Caducifolia, Bosque de encino, Bosque de encino – pino y Vegetación secundaria, los cuales abarcan una superficie de 20-49-00 ha, lo que representa el 58.13% de la superficie total del proyecto. Con un volumen a remover de 155 015 m³, de los cuales son:

De Quercus sp tenemos 491.020 m³.

De Latifoliadas tenemos 340.050 m³.

De pino tenemos 23.945 m³.

La venta en pie de un m³ de encino es de \$ 300.

La venta en pie de un m³ de latifoliadas es de \$ 200.

La venta en pie de un m³ de pino es de \$ 800.

Por lo tanto tenemos que de encino son \$ 147 306, de otras latifoliadas tenemos \$ 68 010 y de pino tenemos \$ 19 156, que en total nos da la cantidad de \$ 234 472 para la primera intervención, pero como tendremos cuatro intervenciones, una en el año cero, otra en el año 30, una más en el año 60 y la última en el año 90, que es el tiempo de duración del proyecto.

Aplicando la fórmula de valor presente a valor futuro, tenemos:

$$V_o = \frac{V_f}{(1 + \text{tasa de interés})^n}$$

Donde:

V_o = Valor presente.

V_f = Valor futuro.

n = años en que se aplica la transferencia.

Primera intervención

$$V_o = 234\,472$$

Segunda intervención.

$$V_o = 234\,472 / (1+0.0748)^{30}$$

$$V_o = 26\,931.54$$

Tercera intervención

$$V_o = 234\,472 / (1+0.0748)^{60}$$

$$V_o = 3\,093.37$$

para intervención

$$V_0 = 234472 / (1+0.0748)^{90}$$

$V_0 = 355.30$

Total = 264 852.217

En el cuadro 37 se tiene el valor total de las afectaciones en los diferentes tipos de uso de suelo y el tiempo de afectación, en el se muestra que el uso agrícola es el más bajo y el más alto es el uso pecuario. En el uso forestal se tiene un valor de \$ 264,852.217 en cuatro intervenciones, la primera en el año cero, la segunda en el año 30, la tercera en el año 60 y en el año 90 la cuarta intervención; el valor bajo se debe a que en la zona las especies de pino, no son las más aptas para el aserrío, por sus condiciones fenotípicas.

Si se decidiera meterse al pago de servicios ambientales hidrológicos, se tendría el siguiente razonamiento: el pago por servicios hidrográficos es de \$300 por ha, si tenemos 20.49 ha el pago total por año sería de \$ 6,147, por un total de 5 años de afectación, da un valor de \$ 30,735, lo cual es muy pequeño y no significa gran ganancia, con lo cual concluimos que no es atractivo, en comparación con la venta de madera para aserrío.

Cuadro 37. Valor total de las afectaciones en los diferentes tipos de uso de suelo y el tiempo de afectación.

Tipo de uso	Valor total	Años de afectación
Uso Agrícola	19 300.000	1
Uso Pecuario	477 320.950	1
Uso Forestal	264 852.217	(cuatro intervenciones) 90
Total	761 473.167	

El costo de oportunidad por la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras, se estima por los ingresos dejados de percibir, por la agricultura, la ganadería y la actividad forestal, los cuales ascienden a \$ 761 473.167. Los cuales

comparados con el recurso que invirtió la CFE y el tiempo de afectación, no son representativos.

9.4. Método de cambios en la productividad

No se pudo aplicar éste método, ya que faltó información relacionada con un factor de producción, el cual no estimamos en campo y no fue posible obtenerlo de la MIA.

9.5. Método de costos de reubicación

Hasta el momento del estudio de flora y vegetación a lo largo de la trayectoria, no fue posible encontrar especie vegetal alguna dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Por lo tanto no se tuvo la necesidad de reubicar especies en estatus de amenazada, protección especial y en peligro de extinción.

Con respecto a la reubicación de bienes personales, por seguridad y salud de la gente, fue necesario reubicar una familia, la cual tenía su casa en el eje central de la Línea, para lo cual se cotizó una casa de interés social.

El monto estimado para la adquisición de la casa fue de \$ 285 000.00 en un solo pago. Y este representa una medida indirecta del beneficio de prevenir y evitar que un daño ocurra.

9.6. Valor de los impactos ambientales de la línea

Inversión en actividades propuestas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales generados, resultado del proceso de construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras fue de: \$ 2 500 000.00⁸. El costo de oportunidad es de \$ 500 174.817, el costo total que la CFE invirtió en la Línea fue de \$ 64 800 000, el costo de reubicación fue de \$ 285 000.00 y el valor que se obtuvo del método de valoración

⁸ Información obtenida de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad particular, para la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras.

Contingente fue de DAA agregada \$ 346 464 451.710 y la DAP agregada de \$ 107 037 970.020 (cuadro 38 y figura 13).

Cuadro 38. Valor total de los impactos ambientales de la L. T. Tejupilco-Tizapa.

Método de valoración	Valor Total de la Línea de Transmisión (\$)
Método de Valoración Contingente	
DAA	346 464 451.710
DAP	107 037 970.020
Costo Total CFE	64 800 000.000
Costo de oportunidad	761 473.167
Costo de reubicación	285 000.000

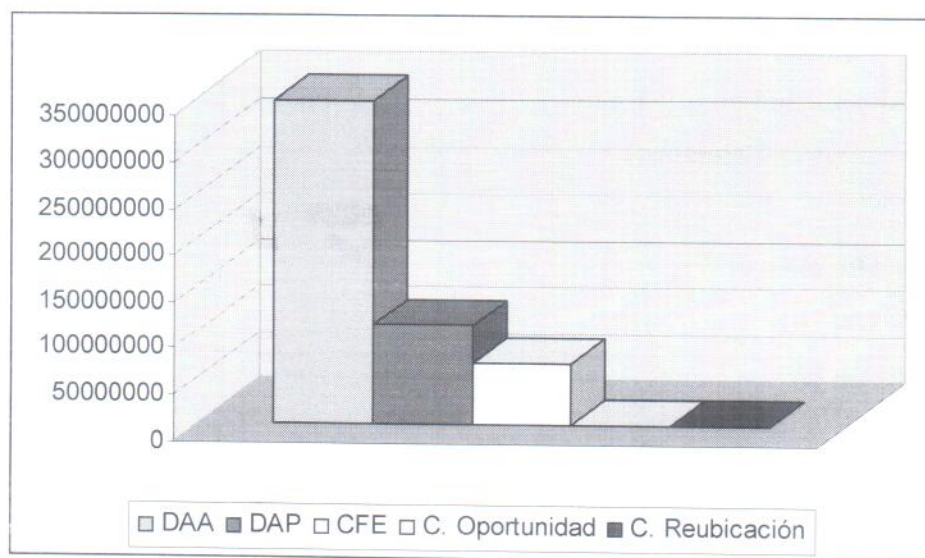


Figura 13. Valor total de los impactos ambientales de la línea.

Con lo cual concluimos que el valor total de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco-Tizapa Maniobras es mayor, valorada con el método contingente, ubicada en un mercado hipotético. Además se muestra que la sola garantía de propiedad puede mover a los individuos a valorar un bien más alto de lo que ellos pagarían para obtenerlo. Por lo tanto se

recomienda utilizar la DAA ya que los dueños de los predios cuentan con los derechos de propiedad.

La necesidad de contar con valores monetarios de los impactos ambientales es para determinar las indemnizaciones por perjuicios asociados a la contaminación sufrida por particulares o la comunidad. La subestimación de su valor real ha llevado a la degradación de muchos ecosistemas en el país.

4.7. Elasticidad ingreso de la DAA y de la DAP

Para identificar el tipo de bien que representa el medio ambiente para los dueños y poseedores de los predios afectados por el cruce de la Línea Eléctrica, se calcula la elasticidad ingreso de la disposición a aceptar y a pagar.

En el cuadro 39 la elasticidad ingreso del medio ambiente está en 0.75, por lo que se concluye que para los dueños de los predios donde pasa la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras, el medio ambiente es un bien normal o necesario.

Cuadro 39. Elasticidad ingreso de la DAA y de la DAP.

Ingreso	DAA	DAP	E_I DAA	E_I DAP
3000	677.286	209.4484	0.67	0.67
5000	982.995	303.6917	0.77	0.77
7000	1,288.705	397.9350	0.83	0.82
10000	1,747.269	539.2998		

X. CONCLUSIONES.

Las metodologías de valoración sirven para asignar valor económico a los impactos ambientales; éste valor debe ser la suma del costo de producción más el costo ambiental, que viene siendo el esfuerzo del ecosistema por generar un bien o servicio ambiental más el esfuerzo por mitigar cualquier impacto negativo producto del desarrollo humano. La idea es encontrar el punto de equilibrio entre los daños ambientales y la producción.

Los dueños de los predios donde pasa la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras están dispuestos a aceptar en promedio \$ 982.995 por la pérdida de bienestar por los impactos ambientales. Y tienen una disponibilidad a pagar en promedio de \$303.69 por evitar los impactos ambientales provocados por la construcción de la Línea de Transmisión.

La DAA y la DAP varían dependiendo de la situación del terreno de cada propietario, por lo que se debe considerar. Se recomienda utilizar la DAA para este caso en el que los dueños de los predios donde pasa la Línea, cuentan con los derechos de propiedad.

El costo de oportunidad por la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras, se estima por los ingresos dejados de percibir, por la agricultura, la ganadería y la actividad forestal, los cuales ascienden a \$ 761,473.167. Los cuales muestran una parte del valor económico total.

En cuanto al costo de reubicación de bienes personales, por seguridad y salud de la gente, fue necesario reubicar una familia. El monto estimado para la adquisición de la casa fue de \$ 85 000.00 en un solo pago. Y este representa una medida indirecta del beneficio de evitar y evitar que un daño ocurra.

El medio ambiente es considerado como un bien normal para los dueños de los predios, donde pasa la Línea. Sin embargo, en la disposición a pagar por evitar los impactos ambientales reflejan un interés alto por el deterioro de la calidad de los servicios ambientales.

Las medidas de mitigación de los impactos ambientales son todas las acciones llevadas a cabo para prevenir, reducir o revertir cualquier impacto ambiental de carácter negativo, producto de la construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica. Las medidas de mitigación propuestas por la CFE, no tomaron en cuenta la valoración de los impactos ambientales provocados por la construcción de la Línea, ya que no reubico por seguridad a una familia y no tomó en cuenta el costo de oportunidad. Por lo tanto se acepta la primera hipótesis.

La inversión que realizó la CFE en actividades propuestas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales, generados como resultado del proceso de construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa Maniobras fue de: \$ 2 500,000.00, representando el 3.85% del costo total de la Línea; el costo de las medidas de mitigación fueron menores con un monto de \$ 2,110,000. Por lo tanto para este caso se rechaza la segunda hipótesis.

El monto total de las obras que se requirieron para realizar el proyecto en estudio fue de \$ 64 800 000.00 M.N., de los cuales el 3.85% se destino a actividades de prevención y mitigación de impactos ambientales, el 77.1% se ocupó para el pago de indemnizaciones de los dueños de los predios donde pasó la Línea con un monto de \$ 50,000,000.00, pagando una cantidad de \$141.86 por m² y el restante 18.98% (\$ 12 300 000.00) se destino a la construcción de torres y a la adquisición de materiales; el valor total de los impactos ambientales a lo largo de la Línea fue de \$ 107 037 970.020 (DAP agregada) y de \$ 346 464 451.710 (DAA agregada). Se puede concluir que los costos de construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco-Tizapa no se incorpora el valor económico de los impactos ambientales que ésta provoca en su construcción. Por lo tanto se acepta la tercera hipótesis.

Se espera que con un mayor nivel de estudios los individuos estuvieran dispuestos a una mayor pago y viceversa, pero para este caso fue inverso; a mayor nivel de estudios fue menor la disposición a aceptar y menor la disposición a pagar. Con lo cual concluimos que para proteger los recursos naturales, no es cuestión de estudios sino de conciencia.

La edad refleja mayor consciencia; aunque no es en todos los casos, a la hora de donar recursos para el rescate y preservación de nuestros recursos naturales. Ya que representa el valor de herencia y legado que dice, que a mayor edad, las personas podrían ofrecer una mayor pago para el cuidado y conservación de los recursos naturales con la finalidad de que sus predecesores disfruten de ellos.

Las personas afectadas por el paso de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco-Tizapa Maniobras, están dispuestas a aceptar \$ 982.995 por m², por soportar una desmejora en su bienestar, al soportar los impactos ambientales provocados por la construcción de la Línea; el recurso económico destinado por la CFE (información de la MIA), para la indemnización fue de \$ 141.86 por m². Pero al realizar las entrevistas se encontró que les empezó ofreciendo \$ 10 y hasta en algunos casos \$60 por m², a las personas que tardaron más en aceptar el contrato.

CFE pagó \$ 141.86 por m², apenas representando el 14.4% de la disposición a aceptar, que fue de \$ 982.995 y el 46.7% de la disposición a pagar que fue de \$ 303.70 por m². De acuerdo con los resultados de la DAA y de la DAP, la valoración de los propietarios es mucho mayor que el costo de la Línea. Con lo cual concluimos que la gente le da un valor mayor a los recursos naturales que la misma CFE. Por lo tanto, se acepta la cuarta hipótesis.

Siendo la CFE una empresa del Estado, debe de darle a los recursos naturales un valor real en términos de protección y realizar todas las medidas de mitigación a los impactos ambientales que provocan sus actividades de construcciones.

BIBLIOGRAFÍA CITADA.

- Arana Ovalle, N. M. 1995. **Metodologías de valoración social de recursos naturales sin precio de mercado.** Tesis de licenciatura en Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 171 p.
- Barrer, Jeffrey J. W.; Allen, Garland E. 1970. **Biología e investigación científica.** Fondo Educativo Interamericano, S. A. Edición en español. Estados Unidos de América. pp. 472-491.
- L. W. 2000. **Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto.** Segunda edición. Mc Graw Hill. Colombia, Bogota. pp 2 y 3.
- CBM. 2002. **Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales.** Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales en el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM). Serie técnica 04. Managua, Nicaragua. pp. 10-80.
- CFE. 2007. **Programa de obras e inversiones del sector eléctrico. 2007 – 2016.** pp. 1-120.
- CFE. 2004. **Programa de obras e inversiones del sector eléctrico. 2004 – 2013.** pp. 1-180.
- CFE. 2004. **Estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelos forestales.** México, D. F. 206p.
- CFE. 2004. **Manifestación de impacto ambiental modalidad particular, de la Línea de Transmisión Eléctrica Tejupilco – Tizapa.** México, D. F. 366p.

- CONAF.1998. **Economía ambiental y su aplicación a la gestión de cuencas Hidrográficas**. CONAF. Santiago, Chile. pp. 2-15.
- CONAFOR. 2006. **Políticas e instrumentos para el desarrollo forestal sustentable de México**. Jalisco, México.
- Conesa Fernández, V. V. 1997. **Guía metodológica para la evaluación de impactos ambientales**. Tercera edición. Ediciones Mundi-Prensa. España, Madrid. pp. 21-42
- Coss Mendoza, N. 2006. **Preferencias públicas recreativas y valor económico de paisajes forestales afectados por incendios en el D. F.** Tesis de maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 9-44.
- Dixon, J. A.; Fallon Scura, L.; Carpenter, R. A.; Sherman, P. .B. 1994. **Análisis económico de impactos ambientales**. Segunda edición. CATIE. Costa Rica, Turrialba. pp. 3-128.
- FAO. 1997. **Valoración de los bosques: Contexto, problemas y directrices**. Documento técnico FAO 127. Roma, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). pp. 1-42.
- Field, Barry C. 1995. **Economía ambiental: Una introducción**. Versión en español. Editorial McGraw-Hill. Bogota, Colombia. pp. 3-50.
- García Angeles, A. 2006. **Valoración económica de los servicios ambientales de Santa Catarina Ixtepeji, Distrito de Ixtlán, Oaxaca**. Tesis de maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 22-47.
- García Barreto, J; Contreras Velasco, E. 1997. **Políticas de desarrollo e impacto ambiental en el sector agropecuario mexicano. Perspectivas para el desarrollo**

- sustentable en el campo.** Tesis de licenciatura en Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 10-12 y 89-92.
- Guizar Nolasco, E. 1983. **Estudio ecológico florístico de la vegetación del municipio de Tejupilco, Estado de México.** Tesis de Licenciatura en Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. pp. 63-87.
- Gutiérrez Andrade, R. 2003. **Valoración, cambio de uso de suelo y pago de servicios ambientales, en áreas naturales protegidas: estudio de caso Cañada de Contreras, Distrito Federal, México.** Tesis de doctorado en Economía. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. pp. 35-37, 43-87 y 110 -118
- Ibarrarán Viniegra, María Eugenia; Islas Cortés, Iván y Mayett Cuevas, Eréndira. 2003. **Valoración económica del impacto ambiental del manejo de residuos sólidos municipales: estudio de caso.** *Gaceta Ecológica* [en línea] 2003, (067). Pp. 69-82. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=53906706>>
- IICA. 2000. **Evaluación y seguimiento del impacto ambiental en proyectos de inversión para el desarrollo agrícola y rural: una aproximación al tema.** Serie de publicaciones Misceláneas. San José, Costa Rica. pp. 47-111
- Quej, C. M. 1994. **Cuentas nacionales y medio ambiente.** La diplomacia ambiental: México y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Compiladores Alberto Glender y Victor Lichtinger. Secretaría de Relaciones Exteriores y el Fondo de Cultura Económica. pp. 216-229.
- Mc Clung de Tapia, E. 1981. **El hombre y su medio ambiente.** UNAM. México, D. F. pp. 9-25.

- Melo Guerrero, E. 2002. **Valoración económica del servicio ambiental de recreación del Lago de Pátzcuaro, Michoacán.** Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 1-43.
- Mitchell, Bruce. 1999. **La gestión de los recursos y del medio ambiente.** Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. pp. 31, 32, 33, 45, 68, 93 y 265.
- Ramírez, E. 2000. **El desarrollo sustentable.** Tesis de maestría en Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 10-26 y 69-92.
- Larqué Saavedra, B. S. 2003. **Valoración de los servicios ambientales del bosque: estudio de caso: Ixtapaluca, Chicoloapan, chimalhuacán y la Paz, municipios del Estado de México.** Tesis de maestría en Economía Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 16-36, 54-65 y 112 -137.
- ONU. 2007. **Efectos de la contaminación en la salud.** Informe dado en las noticias el 13 de septiembre, por canal 4.
- Orzco Villa, M. 1995. **Vegetación del municipio de Temascaltepec, Estado de México.** Tesis de licenciatura en Biología. ENEP Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, México. pp. 53-92.
- PROFEPA. 2000. **Valoración económica de la captura de CO₂ en el Parque Nacional Desierto de los Leones.** Seminario de Valoración Económica del Medio Ambiente. INE. México, D. F. pp. 107-121.
- PROFEPA. 2002. **Programa de procuración de justicia ambiental 2001-2006.** Segunda Edición. México, D. F. pp. 19-22.
- Quadri de la Torre, G. 1994. **La política ambiental en México. Necesidades y prioridades.** La diplomacia ambiental: México y la Conferencia de las Naciones

- Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Compiladores Alberto Glender y Victor Lichtinger. Secretaría de Relaciones Exteriores y el Fondo de Cultura Económica. pp. 365-392.
- Randall, A. 1987. **Economic Theory: Total economic value as a basis for policy.** Transactions American Fishery Society. pp. 325-335.
- Romo Lozano, J. L. 2006. **Notas del curso de Economía ambiental.**
- Ruiz Figueroa, J. F. 1997. **Evaluación del impacto ambiental en los recursos naturales.** Notas del curso. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 1-56.
- Gayo Maldonado, S. 2004. **Programa de manejo forestal sustentable para la Comunidad de San Miguel Topilejo, Delegación Tlalpan, D. F.** Tesis de licenciatura en Ingeniería Forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 1-15.
- Sánchez Pardo, M. F. 2000. **Estudio sobre política forestal y su marco jurídico: repercusiones ambientales.** Centro Mexicano de Derecho Ambiental A. C. pp. 41-56.
- Sarker, R.; D. Mckenney. 1992. **Measuring unpriced values: An economic perspective and annotated bibliography for Notario.** Forestry Canadá. Information. Report O-X-422. 28 P.
- Saruhkan, J. 1987. **Introducción a la ecología de poblaciones. Un enfoque demográfico.** Edit. Continental S. A de C.V. Instituto de Ecología UNAM. México, D. F. pp. 55-65.
- SEDESOL. 1992. **Los Instrumentos Económicos Aplicados el Medio Ambiente.** Instituto Nacional de Ecología, Serie Monografías No. 2, México D.F. 138 p.

- SEMARNAP.2000. **La gestión ambiental en México.** México, D. F. pp. 45-53 y 339-350.
- SEMARNAT. 2004. **Introducción a los servicios ambientales.** México, D. F. 61 p.
- SEMARNAT. 2006. **El desarrollo forestal sustentable: eje de la política de estado nacional.** Conferencia en la ciudad de Campeche, Campeche. pp. 1-54.
- SEMARNAT. 2007. **El Desarrollo forestal Sustentable: Eje de la política de Estado Nacional.** Taller de diagnostico y planeación para la elaboración del plan estratégico de desarrollo forestal del Estado de Campeche. Campeche, México. pp 43 – 85.
- Seoáñez Calvo, M. 1999. **Ingeniería del Medio ambiente aplicada al medio natural continental.** Colección, ingeniería del medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa, 2^{da} Edición. México, D.F. p.p. 29, 37, 38, 323, 324 Y 355.
- Seoáñez Calvo, M. 1998. **Medio ambiente y desarrollo: manual de gestión de los recursos en función del medio ambiente.** Colección, ingeniería del medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. México, D.F. p.p. 29, 37, 38, 323, 324 Y 355.
- Serrano Gálvez, E. 2006. **Notas del curso de Política y Legislación Ambiental.**
- Sutton, David B., Harmon N. Paul. 1985. **Fundamentos de Ecología.** Editorial Limusa. México, D. F. pp. 25 y 26.
- Torres Carral, G. 2001. **Introducción a la economía política ecológica.** Edit. Plaza y Valdes. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 256 p.

Torres Pérez, J. A. 2001. **Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de un bosque tropical.** Tesis de doctorado en Economía. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Texcoco, México. pp. 1-33.

Torres Pérez, J. A. 2006. **Notas del curso de Econometría.**

Uclér Aguilera, D. 2006. **El valor económico del medio ambiente.** Revista ecosistemas 2006/2. Almería, España. pp. 1-6

Anexo 1 Descripción de la generación, manejo y disposición de residuos peligrosos y su transporte, descargas y control de emisiones en la L. T. Tejupilco – Tizapa Maniobancas.

<i>Etapas de preparación del sitio, construcción (obra civil y electromecánica) y operación y mantenimiento.</i>									
Actividades (A) - Preparación del sitio (B) - Construcción Obra Civil (C) - Construcción Obra Electromecánica (D) Operación y Mantenimiento	Tipos de residuos generados	(A) Volumen	(B) Volumen	(C) Volumen	(D) Volumen	Lugar de generación	Manejo	Infraestructura para el transporte	Infraestructura para la disposición final
	Domésticos – sólidos (bolsas, vasos, platos, cucharas, envases de plástico y unicel, envases de vidrio y aluminio, envolturas de aluminio, comida, etc.)	300 kg	900 kg	600 kg	5 kg por cada recorrido	Derecho de vía, nuevos caminos de acceso fuera del derecho de vía y almacenes	Se recolectaran en forma manual en contenedores y bolsas plásticas.	Vehículos Pick-up y 3 toneladas.	Basurero y/o rellenos municipales de Cuautla y Yatepec.
Verificación topográfica.	Concreto – sólido.	100 kg	900 kg	—	—	Derecho de vía.	Una vez endurecidos estos se fragmentan y se recogen con pico y pala.	Vehículos Pick-up y 3 toneladas.	Basurero y/o rellenos municipales de Cuautla y Yatepec.
Desarrollo de ingeniería.	Cemento, arena, grava y material especial para relleno – sólidos.	0.4 m³	9.6 m³	4.0 m³	—	Derecho de vía.	Normalmente son residuos contaminados con suelo que se recogen con pala.	Vehículos Pick-up y 3 toneladas.	Basurero y/o rellenos municipales de Cuautla y Yatepec.
Localización de estructuras.	Bolsas de papel de cemento – sólidos.	10 kg	190 kg	—	—	Derecho de vía.	Recolección manual para su envío al almacén temporal.	Vehículos Pick-up y 3 toneladas.	Almacén temporal de la contratista para su posterior venta o enajenación a empresas que se dedican al reciclaje.
Desmante de áreas para armado de estructuras, brecha de mantenimiento y patrullaje y área para tendido de cables.	Brochas usadas y envases vacíos de pintura – sólidos no peligrosos.	20 kg	90 kg	90 kg	*** 15 kg cada que se requiera la aplicación de pinturas o esmaltes	Derecho de vía y almacenes temporales.	Recolección manual en contenedores con tapa para su envío al almacén temporal.	Transporte autorizado.	El que disponga la empresa especializada y autorizada en el manejo y transporte de residuos peligrosos que al respecto deberá contratar la Cia. Constructora.

Anexo 1 Continúa

Desmonte para caminos de acceso.	Madera (cimbra) – sólidos.	—	200 kg	—	—	Derecho de vía y almacenes temporales.	Recolección manual en contenedores con tapa para su envío al almacén temporal.	Transporte autorizado.	El que disponga la empresa especializada y autorizada en el manejo y transporte y confinamiento de residuos peligrosos que al respecto deberá contratar la Cia. Constructora.
Despalme, limpieza y nivelación de caminos de acceso.	Madera (envalajados sólidos y pedacería de madera utilizada en la construcción).	—	1000 kg	5000 kg	—	Derecho de vía y almacenes temporales.	Recolección manual en contenedores con tapa para su envío al almacén temporal.	Vehículos Pick-up y 3 toneladas.	Almacén temporal de la contratista para su posterior venta o enajenación a empresas que se dedican al reciclaje.
Uso de maquinaria y equipo.	Vidrio y/o porcelana (aisladores rotos)-sólidos.	—	—	100 kg	***55 aisladores/ línea cada 5 años	Derecho de vía y almacenes temporales.	Recolección manual en contenedores con tapa para su envío al almacén temporal.	Vehículos Pick-up y 3 toneladas.	Almacén temporal de la contratista para su posterior venta o enajenación a empresas que se dedican al reciclaje.
Excavación para estudios geotécnicos o mecánica de suelos.	Cobre (pedacería de varillas y alambre)-sólidos.	—	—	10 kg	—	Derecho de vía y almacenes temporales.	Recolección manual en contenedores con tapa para su envío al almacén temporal.	Vehículos Pick-up y 3 toneladas.	Almacén temporal de la contratista para su posterior venta o enajenación a empresas que se dedican al reciclaje.
Construcción de obra civil.	Acero (tornillería, flejes, pedacería de alambre y cable, clavos)-sólidos.	—	100 kg	100 kg	***500 kg/línea de diversos herrajes cada 5 años	Derecho de vía y almacenes temporales.	Recolección manual en contenedores con tapa para su envío al almacén temporal.	Vehículos Pick-up y 3 toneladas.	Almacén temporal de la contratista para su posterior venta o enajenación a empresas que se dedican al reciclaje.
Excavación para cimentaciones y sistemas de tierras.	Madera (residuos forestales).	X m ³	Y m ³	Z m ³	Un máximo de :?/? línea cada 2 a 3 años	Derecho de vía.	Picado y esparcido manualmente en el derecho de vía.	—	—
Relleno y compactado de cimentaciones.	Cartones y estopas impregnados de grasas y aceites-sólidos residuales (resultado del mantenimiento vehicular y de maquinaria).	40 kg	40 kg	40 kg	—	Talleres establecido y ocasionalmente en el derecho de vía, sitios para caminos de acceso y almacenes.	Recolección manual en contenedores con tapa para su permanencia o envío al almacén temporal*.	Transporte autorizado.	El que disponga la empresa especializada y autorizada en el manejo y transporte y confinamiento de residuos peligrosos que al respecto deberá contratar la Cia. Constructora.

Anexo 1 Continúa...

Cimentaciones	Acetate lubricante	100 l	100 l	100 l	Talleres establecido y ocasionalmente en el derecho de vía, sitios para caminos de acceso y almacenes	Recolección manual en contenedores con tapa para su permanencia o envío al almacén temporal*	Transporte autorizado	El que disponga la empresa especializada y autorizada en el manejo y transporte y confinamiento de residuos peligrosos que al respecto deberá contratar la Cia. Constructora.
Uso de maquinaria y equipo.	Suelo accidentalmente con aceites lubricantes, grasas y pinturas - sólidos peligrosos	4 m³	3 0 m³	30 m³	Ocasionalmente en el derecho de vía, sitios de caminos de accesos y almacenes.	Recolección manual en contenedores con tapa para su permanencia o envío al almacén temporal*	Transporte autorizado	El que disponga la empresa especializada y autorizada en el manejo y transporte y confinamiento de residuos peligrosos que al respecto deberá contratar la Cia. Constructora.
Construcción de obra electromecánica.	Suelo accidentalmente con aceites lubricantes, grasas y pinturas - sólidos peligrosos	14 pzas.	40 pzas	20 pzas.	Talleres establecido y ocasionalmente en el derecho de vía, sitios para caminos de acceso y almacenes.	Recolección manual en contenedores con tapa para su permanencia o envío al almacén temporal*	Transporte autorizado	El que disponga la empresa especializada y autorizada en el manejo y transporte y confinamiento de residuos peligrosos que al respecto deberá contratar la Cia. Constructora.
Armado, montaje y vestido de estructuras, tendido y tensado de cables.	Soldadura-residuos	—	—	6 kg	Derecho de vía y almacenes.	Recolección manual en contenedores con tapa para su permanencia o envío al almacén temporal	Transporte autorizado	El que disponga la empresa especializada y autorizada en el manejo y transporte y confinamiento de residuos peligrosos que al respecto deberá contratar la Cia. Constructora.
Podas y corte selectivo en el derecho de vía	Fisiológicos (humanos - semisólidos y líquidos)	1000 kg	2500 kg	1875 kg	Derecho de vía y en el sitio que defina la autoridad en turno.	A través de sanitarios portátiles cuyo mantenimiento será proporcionado por la empresa que preste este servicio y en almacenes sanitarios conectados a la red de drenaje municipal	Vehículos autorizados especiales.	Planta de tratamiento de aguas residuales o red del drenaje municipal a través de la empresa prestadora de servicios.
Conexión de sistemas de tierras.	Fisiológicos humanos.	100 kg (10% del total)	250 kg (10% del total)	187 kg (10% del total)	Derecho de vía.	Mantenimiento al parque vehicular en talleres establecidos para cumplir con disposiciones de NOM	—	—
Uso de maquinaria y equipo	Emissiones a la atmósfera - gaseosos.	—	—	—	Derecho de vía, almacenes y sitios para caminos de acceso.	—	—	—

Simbología de las características:

* = Se estima que el 80% de estos residuos se generara en los talleres establecidos y el resto ocasionalmente y de manera incidental en el derecho de vía, almacenes y sitios de apertura de caminos de acceso.

** = En caso de que el concreto se obtenga mediante el servicio de camiones olla (concretos premezclados), la generación de bolsas de cemento será nula o disminuirá.

*** = En caso de generarse estos residuos, el Área Operativa de la CFE los transportará hasta sus almacenes, para su posterior enajenación o confinamiento a través de empresas autorizadas para el manejo de cada tipo de residuos.

Anexo 2 Fuentes emisoras de ruido en la construcción de la L. T. Tejupilco – Tizapa
Maniobras.

Fuente emisora (tipo: fija o móvil)	Etap	Cantid ad	Tiempo empleado en la obra (horas de trabajo diario)	Decibeles emitidos	Ubicación de la fuente de ruido (extensión del efecto)
Camion de 3 ton. (móvil)	Preparación del sitio	3	6 meses(8)	30	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50 m en forma radial)
Camioneta pick-up (móvil)		3		30	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50 m en forma radial)
Motosierra (móvil)		3		100	Derecho de vía y caminos de acceso (200 m en forma radial)
Tractor d6 (móvil)		1		40	Derecho de vía y caminos de acceso (100 m en forma radial)
Personal (móvil)				10	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (40 m en forma radial)
Compresor y equipo complementario (móvil)	Construcción	1	1-4meses (5)	40	Derecho de vía (100 m en forma radial)
Camioneta 3 ton. (móvil)		3	1-6 meses (8)	30	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50 m en forma radial)
Camión de volteo 7 m ³ (móvil)		2	1-4meses (8)	30	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50 m en forma radial)
Revolvedora para concreto (móvil)		2		20	Derecho de vía (50 m en forma radial)
Camión 8 ton winche (móvil)		1	1- 6 meses (8)	30	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50 m en forma radial)
Camion 8 ton. Plataforma (móvil)		2		30	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50 m en forma radial)
Compactador tipo gasolina (móvil)		2	2 -4 meses (8)	50	Derecho de vía (100 m en forma radial)
Camión olla (ministra concreto premezclado) (móvil)		1	1 – 4 meses (8)	30	Derecho de vía, caminos de acceso (50 m en forma radial)
Camioneta pick up (móvil)		3	1 – 6 meses (8)	30	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50 m en forma radial)
Camión grúa, 8 ton. (móvil)		2	6-10 meses (8)	30	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50 m en forma radial)
Maquinaria equipo de tensión (traccionadora) (móvil)		1	1-2 meses (8)	30	Derecho de vía (50 m en forma radial)
Maquinaria equipo tracción (devanadora) (móvil)		1		30	Derecho de vía (50 m en forma radial)
Pipa para agua (móvil)		1	1- 6 meses (8)	30	Derecho de vía, caminos de acceso (50 m en forma radial)
Retroexcavadora (móvil)		1		40	Derecho de vía, caminos de acceso (100 m en forma radial)
Camioneta pick-up (móvil)	Operación y Mantenimiento	2	Permanente pero no constante, Cada ocasión máximo una semana (8)	30	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50 m en forma radial)
Camion 8 ton. Grúa (móvil)		1		30	Derecho de vía, caminos de acceso, almacenes (50 m en forma radial)
Motosierra (móvil)		2	Permanente pero no constante, Cada ocasión maximo dos semana (8)	100	Derecho de vía (200 m en forma radial)
Linea en operación (fija)		1	Permanente y constantemente	08	Derecho de vía (25 m en forma radial)

Anexo 3. Espaciamiento y diseño tipo para las tinajas ciegas.

