



**CENTRO DE INVESTIGACIONES
BIOLÓGICAS DEL NOROESTE S. C.**

Programa de Estudios de Postgrado

**Evaluación de impacto ambiental: evolución metodológica y propuestas de
optimización para valorar los impactos generados por el sector eléctrico en México**

T E S I S

Que para obtener el grado de

Doctora en Ciencias

**Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación: Ecología)**

p r e s e n t a

María Eugenia González Ávila

México, La Paz, B. C. S.

8 de Diciembre de 2006

CONFORMACIÓN DEL COMITÉ

La presente tesis fue dirigida por: Dr. Alfredo Ortega Rubio (Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste)

COMITÉ TUTORIAL FUE INTEGRADO POR:

Dr. Felipe Beltrán Morales Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Enrique Troyo Diéguez Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Miguel Ángel Porta Gándara Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dra. Elizabeth Baker Occidental Collage

COMITÉ REVISOR DE TESIS

Dr. Alfredo Ortega Rubio Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Felipe Beltrán Morales Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Enrique Troyo Diéguez Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Miguel Ángel Porta Gándara Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dra. Elizabeth Baker Occidental Collage

JURADO DEL EXAMEN DE GRADO

Dr. Alfredo Ortega Rubio Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Felipe Beltrán Morales Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Enrique Troyo Diéguez Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Miguel Ángel Porta Gándara Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dra. Elizabeth Baker Occidental Collage

*Patricia Cortes Calva Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

*Suplente

PREFACIO

El presente trabajo se realizó en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. como requisito para obtener el grado de Doctora en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales con Orientación: Ecología.

La presente tesis esta basada en los siguientes artículos:

✓ **María E. González-Ávila**, Luis Felipe Beltrán-Morales, Elizabeth Braker, and Alfredo Ortega-Rubio Environmental impact assessment for alternative-energy power plants in México. **Journal Environmental Biology** (Publicado en Agosto 2005).

✓ **María E. González-Ávila**, Luis Felipe Beltrán-Morales, Julio César Peralta-Gallegos, Enrique Troyo-Diéquez y Alfredo Ortega-Rubio. Evaluación de impacto ambiental del sector eléctrico en el norte de México: evolución histórica e implicaciones para la sostenibilidad. **Revista Economía, Sociedad y Territorio**. mayo-agosto, año/vol. VI, Número 021. pp 219-263.

✓ **María Eugenia González-Ávila**, E. Troyo-Diéquez Y Alfredo Ortega-Rubio. Potencial de aprovechamiento de la energía eólica para la generación de energía eléctrica en zonas rurales de México. **Revista Interciencia** (Publicado en Abril 2006)

A. Resumen

La creciente demanda de electricidad por parte de la población y todas sus actividades ha obligado a la industria eléctrica a crecer y a evolucionar rápidamente. Desafortunadamente no todas las parte involucradas en el sector eléctrico lo han hecho a la par, tal es el caso de los mecanismos y formatos de evaluación, métodos, legislación y regulaciones ambientales implícitas en este tipo de proyectos. El presente trabajo aborda los principales aspectos ambientales, legales, administrativos, sociales y económicos involucrados en el sector eléctrico, así como aspectos de estructura y proceso de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Los análisis efectuados llevaron a la generación de una serie de artículos que se presentan de forma independiente al final de este trabajo.

El primer punto a estudiar fueron los aspectos ambientales relevantes de la EIA, para lo cual se propusieron los criterios adecuados que definieran el nivel de REIA (Reporte de Evaluación Ambiental), o comúnmente llamado como Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). De lo anterior se generaron dos artículos científicos, el primero relativo a los criterios para los REIA's de proyectos termoeléctricos, mientras que el segundo de aquellos criterios específicos para proyectos hidroeléctricos y geoeeléctricos. En ambos casos se aplicaron análisis de cluster y análisis de componentes principales a las series de datos e información recabada. Los métodos de evaluación más utilizados de 1988 a 2000, fueron la Matriz de Leopold y algunas de sus variantes como las matrices de Sieve, reducida, compuesta, etc., así como el método denominado Checklist. En menor proporción se utilizaron métodos como modelos matemáticos, escenarios, sistemas de información geográfica o sobreposición de capas de información

entre otros. En este trabajo se propone una metodología denominada NREIA (Nivel Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental) mediante la cual se introduce una serie de criterios cualitativos y cuantitativos para obtener el valor del NREIA correspondiente con cada una de las características del proyecto. Al comparar los resultados obtenidos por el método tradicional y por el aquí propuesto se observó que el método tradicional catalogaba un gran número de proyectos como REIAs Generales, mientras que la metodología aquí propuesta diversifica el tipo de NREIA acorde con criterios sencillos y claros. Lo anterior dio origen a los dos artículos ya mencionados, los cuales fueron precisados y corregidos, acorde con las sugerencias de los editores y árbitros de las revistas, hasta que uno de ellos fue aceptado para su publicación en Journal Environmental Biology, mientras el otro artículo está siendo corregido para ser enviado a una nueva revisión

Un tema que por su importancia se consideró incluir en este trabajo fue el estudio y análisis de la parte legal-ambiental de los procesos inherentes a la EIA y los REIAs. Para el efecto se realizó la búsqueda de información y consulta con expertos en la parte legal ambiental. Dicha información se analizó, indicando que existen aspectos legales-ambientales poco claros, inespecíficos e incluso ambiguos en cuanto a la forma de evaluar a los proyectos eléctricos en México. Por lo cual, se propusieron una serie de recomendaciones y consideraciones que dieron origen a un tercer artículo científico, el cual aporta sugerencias puntuales para mejorar el contexto legal-ambiental de este tipo de proyectos. El trabajo propone que tanto las autoridades ambientales (SEMARNAT, PROFEPA, etc.), sí como instituciones gubernamentales (CFE y LyFC) y grupos de

investigación involucrados (IIE, UNAM, IPN, etc.), participen en forma conjunta para el desarrollo de leyes ambientales que mejoren tanto las regulaciones ambientales requeridas en EIA, así como consideren la parte social involucrada en los proyectos eléctricos sean estos del tipo que renovable o no renovable.

Un aspecto más que se incluyó en este trabajo fue el de la evaluación de los métodos usados para EIA, dicho objetivo surge a partir de la observación y conocimiento de que no existía un sustento claro y justificado para la aplicación o su por parte de la SEMARNAT. Para superar estas deficiencias se propusieron una serie de criterios sociales, ambientales y económicos, así como un Índice de Evaluación de Métodos (IEM), que permitan indicar, acorde con las características del proyecto eléctrico cual es el método óptimo que debe ser usado, inclusive de acuerdo a las disposiciones legales vigentes. El índice propuesto permite cuantificar el proceso de selección del mejor método de evaluación, por tipo de proyecto eléctrico, y valorarlo desde el punto de vista ambiental. Además de lo anterior se sugirieron algunos otros métodos de EIA no considerados por la SEMARNAT, pero que debido a su sencillez, fácil aplicación, interpretación, costo y objetividad resultan útiles en la evaluación de proyectos del sector eléctrico. Del análisis de información antes mencionada se generó otro artículo científico, el cuarto, el cual versa sobre la aplicación de los métodos de evaluación en los proyectos eléctricos mexicanos y que esta siendo adecuado la revista.

De toda la información obtenida a lo largo del presente trabajo y cada uno los artículos publicados, así como una nueva búsqueda y análisis del desarrollo, contenido y estructura de los REIAs en los últimos 30 años, se llegó a determinar que su evolución ha

sido mínima, principalmente por la falta de conocimiento y actualización en los procesos y métodos de EIA por parte de instancias gubernamentales y privadas. En este minucioso análisis llevó a elaborar un artículo acerca del desarrollo histórico de los REIAs aplicados al sector eléctrico. Artículo en el que se consideró la importancia de la participación pública, la evaluación puntual del potencial energético y los aspectos económicos, ecológicos y geográficos de la región norte de México, intitulándose evolución histórica de EIA en la región norte de México, y el cual fue recientemente publicado en la revista Economía, Sociedad y Territorio. Finalmente, este trabajo abordó el tema de la generación de energía eléctrica por medios renovables, en específico la energía eólica, lo cual permitió generar dos artículos científicos más. Uno de estos artículos compara las características sociales, ambientales, legales y económicas de las regiones con potencial eólico detectado en México, y donde se sugiere medidas de mitigación generales y específicas para cada región del país. Mientras que el segundo artículo aborda los aspectos ambientales, sociales y económicos, además del costo de producción, procesos administrativos y legales que se requieren en el desarrollo de un proyecto eólico en el país, dicho artículo fue publicado en la revista Interciencia.

Todos los análisis y resultados anteriores llevaron a concluir que el proceso y contenido de EIA aplicado al sector eléctrico debe evolucionar tanto en forma como formatos específicos de REIA, así como en métodos *ad hoc* y regulaciones ambientales objetivas que consideren la producción de energía eléctrica por medios convencionales y no convencionales a mediano y largo plazos. Estos trabajos propusieron una serie de recomendaciones específicas y concretas en cuestiones ambientales, sociales y económicas a ser consideradas en la REIA de proyectos eléctricos. Ante lo anterior se

debe considerar que en unos cuantos años se aumentará la demanda de energía eléctrica a nivel nacional y mundial. Por lo cual es necesario estar preparados para cubrir dichas demandas energéticas, bajo la primicia de una producción de energía limpia que cumpla con los tratados internacionales y que incluya a todos los actores y factores ambientales.

B. Abstract

The increasing demands of electricity have forced the Mexican electrical industry to grow and to evolve quickly. However such growth and evolution have not researched the environmental aspects, including environmental formats of evaluation, methods, legislation and implicit regulations for this type of projects. The present work addressed the main environmental, legal, administrative, social and economic aspects involved in the electrical sector, as well as the aspects of structure and process of the Environmental Impact Assessment (EIA). The first aspect to study was the environmental aspects of the EIA, proposing a series of criteria that defined the REIA level (Report of Environmental Evaluation), or commonly known in Spanish as Manifestation of Environmental Impact (MEI). Two scientific articles were written addressing this topic; the first includes thermoelectric projects, whereas the second included hydroelectric and geothermic projects. In both cases it was applied cluster analysis and Principal Component's analysis to a series of data and information. The most used methods of evaluation from 1988 to 2000, were the Matrix of Leopold and some of their variants like the matrix of Sieve, reduced, composed, etc., as well as the Checklist method. In lesser proportion methods like mathematical models, scenes, GIS and over position of layers among. Our proposed methodology NREIA (Level Report of Evaluation of Environmental Impact) introduces a series of qualitative and quantitative criteria to obtain the value of the NREIA that corresponds to the characteristics of the project. Comparing the results obtained by the traditional methods and proposed here were observed that the traditional method catalogued a great number of projects like General REIAs, whereas the proposed

methodology diversifies the types of NREIA with simple and clear criteria. Addressing this issue one paper was accepted for its publication in Journal Environmental Biology, while other article is being corrected to be sainted to a new revision. A subject that by its importance was included in this work was the study and analysis of the legal-environmental part of the inherent processes to the EIA and the REIAs. A search was made with experts in the environmental, legal part, and this information was analyzed, indicating that legal-environmental aspects are unclear, unspecific and even ambiguous as on how they evaluate to the electrical projects in Mexico. A series of recommendations and considerations arised by this analysis gave origin to a third scientific article, which offer precise suggestions to improve the legal-environmental context of this type of projects and propose that the environmental authorities (SEMARNAT, PROFEPA, etc.), as well as governmental institutions (CFE and LyFC) and involved research groups (IIE, UNAM, IPN, etc.) work together for the development of environmental laws that improve the required environmental regulations in EIA, as well as consider the involved social part in the electrical projects. An other aspect more included in this work was the evaluation of the methods used for EIA. A series of social, environmental and economic criteria, as well as an propose Index of Evaluation of Methods out (IEM), that allows to determine according to the characteristics of the electrical project, which must be the method that must be used, according dispositions. The proposed sender more objective selection process for the best method of evaluation according with type of electrical project to evaluate. Also, other methods of EIA no considered by the SEMARNAT were suggested. These methods are even more simple and its application is easier. Another scientific article was generated addressing the application of the assessment methods the

Mexican electrical .Including all data obtained throughout the present work, and each one the published articles, as well as a new search and analysis of the development, content and structure of the REIAs in the last 30 years, it was determined that its evolution has been minimum. Addressing this issue, the evolution of EIA in the North region of Mexico, another paper was published in Economy, Society and Territory journal. Finally, this work addressed the subject of the renewable electrical energy generation specific the all Aeolian energy, which allowed generating two scientific articles. One of them compares the social, environmental, legal and economic characteristics of the regions with detected Aeolian potential in Mexico, and it suggested general measures of mitigation for each region of the country. Whereas the second article approaches the environmental, social and economic aspects, in addition to the administrative and legal process with the production cost that is required in the development of a Aeolian project in the country, this article was published in the Interciencia magazine.

This work concludes that the process and content of EIA´s applied to the electrical sector must evolve in form of specific formats of REIA is, as well as ad hoc methods and objective environmental regulations for the production of electrical energy, by conventional and no conventional ways, proposed specific and concrete recommendations in environmental, social and economic aspects to be considered in the REIA of electrical projects. In a few years the demand of electrical energy will be increased to national and world-wide level. Thus it is necessary to be prepared to cover these power demands, prioritizing the production of clean energy that fulfills the international treaties and including all the involved environmental actors and factors.

DEDICATORIA

Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad....(Albert Einstein, 1879-1955)

Creo que la voluntad, la terquedad y perseverancia son las fuerzas que me han permitido realizar y llevar a buen termino este trabajo de doctoral, así como al apoyo de amigos y familiares, a quienes les dedico el presente trabajo: mis padres **Ma. Guadalupe Ávila Reyes y Jesús Eduardo González Rivera, mis hermanos Selene y Alejandro**, quienes siempre de manera incondicional siempre me han apoyado de todo lo que he decidido realizar en esta vida sea correcto, incorrecto y hasta arriesgado. Así como a muchos amigos con los que cuento por siempre (Sandra, Flor, Raúl y Alberto) y aquellos amigos que he hecho a lo largo de este trabajo aquí en La Paz (Ana María y Concepción Talamantes Cota, y en especial a su familia quienes me han hecho sentir como en casa) y otros tantos amigos que me resulta largo nombrar (Mercedes, Bulmara, Berenice, Fidencio, Héctor, Roberto etc.).

Una máquina puede hacer el trabajo de 50 hombres o mujeres corrientes. Pero no existe ninguna máquina que pueda hacer el trabajo de un hombre o una mujer extraordinarios.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. por las facilidades durante mi estancia y por la calidez del trato que recibí del personal,

Al Dr. Alfredo Ortega Rubio, Director de la Tesis, por su apoyo, optimismo, diplomacia, y facilidades en tiempo y dinero, que me brindo durante la elaboración de trabajo, si como la paciencia que me tuvo. Al resto de los demás miembros del Comité Tutoría, especialmente a la Dra. Elizabeth por ayuda en la parte de correcciones de un artículo en ingles que se escribió y ha sido ya publicado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), y en especial al proyecto **CONACYT SEMARNAT 2002-COI- 0844**, por otorgarme la beca y extensión de esta que me permitió cubrir mis gastos durante mi estancia en La Paz. Así también hago extensivo mi agradecimiento y reconocimiento a la Lic. Lety González Rubio, Lic. Osvelia Ibarra, y Bety Gálvez, además al Ing. Horacio Sandoval y Manuel Melero, quienes además de su disponibilidad y agradable trato son quienes nos facilitan la realización de procesos tan complicados como son los trámites, becas y los materiales para realizar presentaciones, posters, etc., de una manera grata y con gran disposición día con día.

| Contenido | Página |
|---|---------------|
| Presentación | 1 |
| 1. Metodología | 1 |
| 2. Estructura del trabajo | 3 |
| Capítulo 1 | 4 |
| 1. Introducción | 4 |
| Capítulo 2 | 7 |
| 2. 1 Objetivo general | 7 |
| 2.2 Objetivos particulares | 7 |
| Capítulo 3 | 8 |
| 3.1 Historia del sector eléctrico en México | 8 |
| 3.2 Evaluaciones de Impacto Ambiental aplicadas al sector eléctrico mexicano. | 9 |
| 3.3 Evolución de los Reportes de Evaluación de Impacto Ambiental aplicados al Sector eléctrico. | 10 |
| 3.4 Contenido de los reportes de evaluación de impacto ambiental pasado y actual | 12 |
| 3.5 Avances y limitantes en los Reportes de Evaluación de Impacto Ambiental | 13 |
| Capítulo 4 | 15 |
| 4.1 Aspectos legales de la evaluación de impactos ambientales en proyectos eléctricos. | 15 |
| 4.2 Marco legal ambiental aplicado al sector eléctrico mexicano | 16 |
| 4.3 Normatividad ambiental | 25 |

| | |
|---|----|
| Capítulo 5 | 29 |
| 5.1 Métodos aplicados en la evaluación de impactos ambientales de proyectos eléctricos | 29 |
| | 37 |
| Capítulo 6 | 37 |
| 6.1 Criterios a considerar en el desarrollo de proyectos de energía eléctrica renovable en México | 38 |
| 6.2 Potencial de producción de energía eléctrica a partir de fuentes eólicas | 40 |
| 6.3 Experiencias de proyectos eólico instalados en México | 44 |
| 6.4 Aspectos sociales en los proyectos eólicos | 47 |
| 6.5 Aspectos económicos | 50 |
| 6.6 Aspectos legales | 53 |
| 6.7 Aspectos ambientales | 59 |
| 6.8 Criterios a considerar en el establecimiento de centrales eólicas en México | 62 |
| Capítulo 7 | 62 |
| 7.1 Resultados | 62 |
| 7.1.1 Reportes y criterios cuantitativos en la Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos termoeléctricos | 67 |
| 7.2 Reportes y criterios cuantitativos en la Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos hidroeléctricos y geotérmicos | 72 |
| 7.3 Aspectos legales implícitos en la evaluación del sector eléctrico | 82 |
| 7.4 Métodos utilizados en la evaluación de impacto ambiental de proyectos eléctricos | 87 |
| 7.5 Proyectos eléctricos sustentables en el norte del país | 94 |
| 7.6 Naturaleza y variabilidad de la energía eólica en la Península de Baja California | |

| | |
|---|-----|
| 7.7 Sustentabilidad de las fuentes de energía renovable | 98 |
| | 100 |
| Capítulo 8 | |
| 8.1 Discusión de resultados | 100 |
| | 109 |
| Capítulo 9 | |
| 9.1 Conclusiones | 109 |
| | 111 |
| Referencias | |
| | 140 |
| Apéndice I (Métodos) | |
| | 149 |
| Apéndice II (Artículos) | |

| Índice de figuras | Página |
|---|---------------|
| Figura 3.3.1 Evolución institucional, legal y de proceso de los Estudios de Impacto ambiental | 12 |
| Figura 4.2.1 Marco legal-ambiental aplicado a proyectos eléctricos | 17 |
| Figura 4.2.2 Principales regulaciones que se aplican al sector eléctrico | 18 |
| Figura 4.2.3 Regulaciones involucradas en el proceso de evaluación de impacto ambiental | 22 |
| Figura 5.1 Frecuencia relativa del uso de metodologías en proyectos puntuales | 33 |
| Figura 5.2 Frecuencia relativa del uso de metodologías en proyectos zonales. | 34 |
| Figura 5.3 Frecuencia relativa del uso de metodologías en proyectos regionales | 35 |
| Figura 6.2.1 Sitios detectados con potencial eólico en México | 40 |
| Figura 6.3.1 Proyecto eólico en La Venta, Oaxaca | 41 |
| Figura. 6.3.2 Zona con potencial eólico en el sur del Istmo de Tehuantepec | 42 |
| Figura 6.3.3 Zona potencial de generación eólica en la Península de Baja California | 43 |
| Figura 6.3.4 Zona con potencial eólico en la Península de Yucatán. | 44 |
| Figura 6.5.1 Costo económico de aeroturbinas en función del número de unidades de 300 kW | 48 |
| Figura 6.5.2 Reducción del costo en la generación de energía eólica | 49 |
| Figura 6.7.1 Proyecto eólico establecido en Baja California Sur | 56 |
| Figura 6.7.2 Niveles de ruido generados por una aeroturbina en función de la distancia | 58 |
| Figura 7.1.1 Localización de las principales centrales termoeléctricas en México | 63 |
| Figura 7.1.2 Análisis de cluster | 64 |
| Figura 7.1.3 Análisis de componentes principales | 65 |
| Figura 7.2.1 Localización de proyectos hidroeléctricos y geotérmicos en México | 68 |
| Figura 7.2.2 Análisis de cluster de REIAs realizados de 1988-2000 | 69 |
| Figura 7.2.3 Análisis de componentes principales para proyectos hidroeléctricos y geotérmicos realizados de 1988-2000 | 70 |
| Figura 7.6.1 Área con potencial eólico en Baja California Norte | 95 |
| Figura 7.6.2 Potencial eólico del oeste de Baja California Sur | 96 |
| Figura 7.6.3 Áreas naturales protegidas en la Península de Baja California | 97 |

| Índice de tablas | Página |
|---|---------------|
| Tabla 6.5.1 Prospección de costo de desarrollo tecnológico en proyectos eólicos | 47 |
| Tabla 6.5.2 Comparación de costo de producción de electricidad por diferentes tipos de centrales | 50 |
| Tabla 6.6.1 Gestiones para establecer un parque eólico en México | 51 |
| Tabla 6.7.1 Emisiones de CO ₂ evitadas por año y acumuladas al 2010 | 59 |
| Tabla 7.1.1 Resultados obtenidos al aplicar los criterios sugeridos | 66 |
| Tabla 7.1.2 Comparación entre reportes evaluados por el método tradicional y el método propuesto | 67 |
| Tabla 7.2.1 Características de las hidroeléctricas y geotérmicas | 69 |
| Tabla 7.2.2 Evaluación de proyectos hidroeléctricos y geotérmicos aplicando los criterios propuestos | 71 |
| Tabla 7.2.3 Comparación entre reportes evaluados por el método tradicional y el método propuesto | 71 |
| Tabla 7.4.1 Criterios propuestos para evaluar los métodos de Sistema Gráfico y Redes | 83 |
| Tabla 7.4.2 Criterios propuestos para evaluar métodos de Sistemas Cartográfico y Métodos de Evaluación de Impactos | 84 |
| Tabla 7.4.3 Criterios propuestos para evaluar Métodos basados en Parámetros, Índices e Integración y Métodos Cualitativos | 85 |
| Tabla 7.4.4 Criterios propuestos para evaluar Métodos Alternos | 86 |
| Tabla 7.4.5 Métodos sugeridos por tipo de proyecto eléctrico | 87 |
| Tabla I. Características de los métodos de sistema gráficos y redes en la evaluación ambiental de proyectos eléctricos | 141 |
| Tabla II. Características de los métodos de sistemas cartográficos usados en evaluación ambiental de proyectos eléctricos | 142 |
| Tabla III. Características de los métodos basados en parámetros, índices o evaluadores de integración y métodos cualitativos usados en evaluación ambiental de proyectos eléctricos, México (1989-2004) | 143 |
| Tabla IV. Ventajas y desventajas en el uso de las metodologías sugeridas para evaluar proyectos eléctricos | 144 |

| Índice de cuadros | Página |
|---|---------------|
| Cuadro 4.2.1 Regulaciones de la LGEEPA que se aplican a evaluación ambiental de sector eléctrico y actividades asociadas | 20 |
| Cuadro 4.2.2 Regulaciones de la LGEEPA aplicadas al sector eléctrico | 25 |
| Cuadro 4.3.1 Normas ambientales reportadas para diferentes proyectos eléctricos | 28 |
| Cuadro 5.1 Métodos de evaluación ambiental usados antes y después del año 2000 | 31 |
| Cuadro 6.4.1 Ventajas y desventajas de los proyectos eólicos | 46 |
| Cuadro 6.7.1 Comparación del ruido generado por diferentes actividades | 57 |
| Cuadro 7.3.1 Sugerencias de modificación en artículos de Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental | 72 |
| Cuadro 7.3.2 Sugerencias a considera en los artículos del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental | 76 |
| Cuadro 7.3.3 Normas ambientales propuestas para la producción de energía renovable (Elaboración propia) | 82 |
| Cuadro 7.5.1 Proyectos eléctricos en etapa de factibilidad el norte de México | 88 |
| Cuadro 7.5.2 Energía consumida por tipo de actividad (GWh) | 89 |
| Cuadro 7.5.3 Distribución porcentual del Producto Interno Bruto en valores básicos por actividades económicas | 90 |
| Cuadro 7.5.4 Índice de Marginación e Índice Desarrollo Humanos en entidades federativas del norte de México | 91 |
| Cuadro 7.5.5 Áreas naturales protegidas por entidad federativa, según categoría y ecosistema | 93 |
| Cuadro 7.7.1 Propuestas de mitigación para diferentes impactos ambientales provocados por proyectos eoloeléctricos | 98 |

Presentación

1. Metodología

La metodología empleada en la elaboración de la presente tesis doctoral y artículos derivados de esta, consistió en la consulta de información bibliográfica impresa, vía Internet, entrevistas con expertos en el área de investigación ambiental y eléctrica, así como en estudios y técnicas de análisis estadísticos. Además se realizaron y analizaron métodos de evaluación. Para la realización de lo antes mencionado, en primer se consultaron 22 Reportes de Estudios de Impacto Ambiental (REIA) de centrales termoeléctricas, y 14 REIAs de hidroeléctricas y geoelectricas que se elaboraron de 1988 a 2000. De dichos REIAs se obtuvo información como: nombre, ubicación del proyecto, área de influencia, tipo de proyecto, combustible usado, potencial de energía producida, y características ambientales, además se incluyó el tipo de población humana cerca al proyecto, y se evaluaron los métodos aplicados a los REIAs, a esta información se le realizó un Análisis de Cluster y un Análisis de Componentes Principales mediante los programas Biodiversity, versión 2 (McAleece, 1997) y Statistical (Versión 5.5) respectivamente con el fin de determinar si existía algún criterio en la asignación del nivel de REIA, ante los resultados obtenidos se propuso un índice de asignación de Nivel del Reporte de Evaluación Ambiental (NREIA) que permite de forma sencilla, clara, cualitativa y cuantitativa asignar un nivel al reporte.

Otro tema que se abordó fue la parte legal-ambiental y normatividad aplicadas y requeridas en las evaluaciones ambientales del sector eléctrico, para lo cual se realizó una búsqueda, análisis, entrevista y procesamiento de información de manera semejante a lo ya indicado. El fin de esto fue proponer las regulaciones legales-ambientales necesarias para

proteger el ambiente, al tiempo que se permite un desarrollo sustentablemente de la industria eléctrica. Un tema más que se consideró fue el análisis de los métodos de evaluación ambiental que se aplicaron a los proyectos eléctricos y se sugirieron algunos otros métodos no indicados por la SEMARNAT, pero que por sus características resultaban útiles en la evaluación de proyectos eléctricos, así para dicho análisis se propusieron una serie de criterios de evaluación y un Índice de Evaluación de Métodos (IEM) que permitió sugerir un método acorde con las características del proyecto eléctrico a evaluar.

Durante el proceso de búsqueda, análisis y recopilación de información se conjuntó una serie de documentos y datos de gran utilidad que permitió abordar el tema de la evolución histórica de los reportes de evaluación de impacto ambiental del sector eléctrico y su sustentabilidad en el noroeste de México, el cual tenía como fin de detectar los principales aspectos ambientales y socio-económicos que deben ser tomados en cuenta al momento de desarrollar un proyecto eléctrico en esta región.

El presente trabajo también considero el tema de la energía renovable, en especial la energía eólica, la cual en estos últimos años ha tomado relevancia tanto a nivel nacional como internacional debido a los problemas del calentamiento global, por lo cual se abordó el tema de la energía eólica como fuente de producción de electricidad para suministrar energía eléctrica a zonas rurales de difícil acceso en México y donde además se proponen medidas preventivas y de mitigación que involucran la parte social, económica, legal y ambiental que se presentan en este tipo de proyectos y así planear su aprovechamiento de forma sustentable.

2. Estructura del trabajo

El trabajo esta organizado en nueve capítulos: el primero comprende una visión general acerca del sector eléctrico en México y sus implicaciones ambientales, además de la importancia de una adecuada Evaluación de Impacto Ambiental (EIA); mientras que en el segundo capítulo se describen los objetivos generales y específicos del trabajo. En el tercer capítulo, se describe la evolución histórica de evaluación ambiental aplicada al sector eléctrico mexicano y se diserta acerca de los avances y limitaciones en la EIA.

En el cuarto capítulo, se analizan aspectos legales-ambientales involucrados en las EIAs del sector eléctrico, mientras que en el capítulo cinco se evalúan y analizan los principales métodos de EIA aplicados a proyectos eléctricos, al tiempo que se propone una metodología sencilla evaluar dichos métodos y se sugieren algunos otros. El capítulo seis, comprende la propuesta de criterios ambientales, sociales, económicos y legales a ser considerados cuando se pretende desarrollar un proyecto de energía renovable en México. En cuanto al capítulo siete se presentan los resultados obtenidos del análisis estadístico, de información y datos consultados a lo largo del presente trabajo, y finalmente en el capítulo ocho y nueve se presenta la discusión y conclusiones respectivamente, donde se diserta acerca de los avances en la evaluación de impacto ambiental del sector eléctrico mexicano, así como sus perspectivas a mediano y largo plazo tanto de las formas convencionales como no convencionales para producir electricidad en México. Mientras que en la última parte de la tesis se presentan las referencias bibliográficas, anexos y artículos generados a partir del presente trabajo doctoral.

Capítulo 1

1. Introducción

Los primeros intentos de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) durante la década de los 70's, en los Estados Unidos de Norte América y algunos países de Latino América. En el caso específico de México las EIAs se realizan desde hace casi 30 años, y son el principal instrumento preventivo de evaluación ambiental de las actividades productivas vigentes (SEMARNAP, 2000).

Así, la evaluación de impacto ambiental es un instrumento de la política ambiental con aplicación específica e incidencia directa en las actividades productivas y la planeación de opciones de desarrollo humano y protección de los recursos naturales. Su base jurídica es la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), que en su artículo 3 describe que es un impacto ambiental, y en el artículo 28 se aborda el concepto de EIA y los procedimientos a través del cual la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) establece las condiciones para realizar obras y actividades que puedan causar desequilibrio ambiental o rebasar límites y condiciones establecidas, para lo cual se indican las disposiciones legales aplicables que protejan al ambiente y preserven los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente (SEMARNAT, 2000 a, b ; 2003 d). Dicha ley además cuenta con un reglamento (RLGEEPA), el cual indica que actividades que requieren un REIA, incluyendo las actividades realizadas por el sector eléctrico.

El sector eléctrico, contribuye indudablemente a incrementar la calidad de vida de las poblaciones, ya que el contar con electricidad permite tener alumbrado público,

servicios de salud, educación, entretenimiento y formas de conservación de alimentos, entre otros muchos beneficios, lo cual facilita la vida diaria de una comunidad. Para que se realice todo lo mencionado, se requiere en primer lugar la construcción de una o varias centrales eléctricas de cualquiera de sus tipos, lo cual traerá algún impacto social, económico y/o ambiental que pueden ser positivo y/o negativo, y que debe ser medido o evaluado a través de una EIA que se presenta ante la autoridad ambiental como un REIA, dichos instrumentos de evaluación han sufrido cambios de formato y contenido a partir de 1982. En el caso de la EIA ha cambiado casi al mismo tiempo que la institución evaluadora, al igual que los REIAs, lo cuales inician como Reportes de Evaluación de Impacto Ambiental del tipo: General (REIA-G), Intermedio (REIA-I) y Específico (REIA-E) durante 1988 hasta 1994, y posteriormente cambiar a Particular (REIA-P) y Regional (REIA-R) en los años noventas y siguen vigentes hasta hoy día (SEMARNAT, 2002 a, b; 2003 c, b). Los REIAs han cambiado sin duda en su contenido, métodos y herramientas de evaluación, pero no en su uso, aplicación y criterios de evaluación, los cuales aun son ambiguos y subjetivos, ejemplo de ello es la disyuntiva que se presenta entre la elaboración de un REIA-Regional o REIA-Particular, siendo que el único criterio para su elaboración son las dimensiones y potencial del proyecto eléctrico, pero que pasa cuando un proyecto es de grandes dimensiones, bajo potencia energético y mínimos daños ambientales como una central eólica, ¿Se presenta un REIA-Regional o REIA-Particular?, y ¿que pasa si se evalúa una núcleo eléctrica, la cual presenta características inversas a la central eólica?

En lo referente a la parte legal-ambiental aplicada a las EIAs del sector eléctrico ha tenido avances sobre todo en la producción de electricidad por medios convencionales, pero

no así en el caso de las formas de producir energía por medios renovables sea el viento, sol, biomasa y oleaje entre otros. Actualmente existe una propuesta de ley que está siendo revisada por parte del senado mexicano, aunque el potencial de energía que se puede producir es bajo y el costo inicial aun es alto, ya se ha considerado a la energía eólica específicamente como una forma importante de producir electricidad, que de las formas más sustentables ya que causa mínimos daños impactos ambientales en comparación con los proyectos convencionales de producir electricidad, lo cual es su mejor argumento que tiene para crecer en el futuro en México.

Capítulo 2

2.1 Objetivo General

-Establecer la evolución temporal de las formas de evaluación de impacto ambiental aplicados al sector eléctrico de México y proponer alternativas objetivas de evaluación.

2.2 Objetivos Particulares

-Documentar y analizar las formas de evaluación que se han aplicado al sector eléctrico de México, considerando los aspectos legales.

-Proponer escalas apropiadas de evaluación específicas por tipo de central eléctrica.

-Determinar la aplicabilidad de los métodos o técnicas cualitativas y cuantitativas que se utilizan en la Evaluación de Impacto Ambiental para evaluar los impactos producidos por proyectos eléctricos.

-Analizar y proponer criterios socio-ambientales útiles en el caso de la producción de electricidad por medios eólicos.

Capítulo 3

3.1 Historia del sector eléctrico en México

La red mexicana de electricidad surge en 1879, en la ciudad de León, Guanajuato cuando se instaló la compañía “Las Américas” con varias plantas eléctricas. En 1881, la compañía Knight instaló las primeras lámparas incandescentes en la Ciudad de México, y hacia 1889 se activó la primera planta hidroeléctrica con una capacidad de 22 kW, instalada en “Batopilas” Chihuahua. Más tarde, en 1895 el gerente France Arnol Vaquié compró la concesión del río Necaxa en Puebla para producir electricidad (SENER, 1999) y en el año 1900, la capacidad instalada era de 22.3 mil kilovatios, donde 44% era producido para uso de las plantas textiles de Veracruz, Nuevo León y Puebla (SENER, 1999).

De 1887 a 1911 surgen en México 199 compañías, las cuales producían y distribuían electricidad con una capacidad de generación de 112,000 kW. A finales de 1911, la industria eléctrica no estaba regulada y era un monopolio regional, por lo cual resultaba un servicio caótico de alto precio para el consumidor. Así, en este mismo año, el presidente Álvaro Obregón reorganiza de forma importante y trascendente la generación de electricidad, que propició un desarrollo económico y social en el país, y crea CFE (Comisión Federal de Electricidad, 2005a) y más tarde en 1960, Adolfo López Mateos nacionalizó la industria eléctrica y compra la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza del Centro (SENER, 1999, 2000).

Entre 1960 y 1976 la producción de electricidad se incrementa de 1,257 MW a 10,617 MW (Rodríguez, 1999), al igual que los requerimientos eléctricos y la necesidad de invertir

recursos económicos al sector para ofrecer un buen servicio al consumidor y proveer electricidad a comunidades rurales y zonas industriales, además de exportar electricidad a California en los Estados Unidos de Norte América.

3.2 Evaluaciones de Impacto Ambiental aplicadas al sector eléctrico mexicano

La creación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. (CL y FC) en el siglo pasado dio origen a las dos principales compañías generadoras y distribuidoras de electricidad en México (BBVA, 2002). Desafortunadamente el desarrollo de dichas compañías y los requerimientos de energía no se han incrementado a la par, debido principalmente a un rápido crecimiento poblacional, el turismo y el aumento de diferentes actividades económicas; lo cual ha obligado a elevar de manera significativa la producción de electricidad, y con ello una mayor inversión de más de \$5,000 millones dólares anuales, los cuales aun insuficientes para cubrir las necesidades actuales de energía (BBVA, 2002).

Además de lo anterior el sector eléctrico mexicano requiere incrementar su competitividad, productividad y eficiencia, así como ofrecer formas limpias y ambientalmente sustentables para un buen desarrollo social y económico de las poblaciones locales (Belausteguigoitia, *et al* 2001). Por esta razón, se revisó la evolución histórica de la generación de electricidad, y se analizó las formas de EIA y sus diferentes REIAs aplicados a proyectos eléctricos, además de determinar los avances y limitaciones que presentan estos tipos de reportes.

3.3 Evolución de los Reportes de Evaluación de Impacto Ambiental aplicados al Sector eléctrico

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) inicia a nivel mundial en 1969 en los Estados Unidos, seguido de países como Nueva Zelanda, Australia y Canadá. Posteriormente lo aplican Suecia y Francia para la protección ambiental, y se introduce propiamente el concepto de EIA y la forma de preparar, analizar y aprobar los REIAs (FARN, 2005). En la década de los 80's, la Comunidad Europea aprueba una legislación en materia de EIA para sus países miembros y obliga a otros países a que apliquen dicha regulación ambiental. A este respecto en América Latina, el proceso de EIA inicia como un requisito para el otorgamiento de crédito por parte de organismos financieros multilaterales y los primeros países que utilizan la EIA son Colombia (1973), México (1977), Brasil (1988), Venezuela y Bolivia (1992), Paraguay, Chile y Honduras (1993) y Uruguay (1994) entre otros (FARN, 2005).

En cuanto a la forma de presentación como reporte de EIA que debe presentar el sector eléctrico en México, se tiene como antecedente los trabajos de Pisanty (1976, 1993), quien evaluó el impacto ambiental ocasionado por la núcleo-eléctrica de Laguna Verde, y los primeros tipos de REIAs de los que se tiene referencia son la geoeléctrica el Araró, en Michoacán y la hidroeléctrica de Zimapán, en Hidalgo que se realiza a finales de 90's.

El procedimiento de EIA y REIA como tal inició a finales de de los 80's, ya que anteriormente sólo se consideraban como un instrumento marginal de evaluación, lo cual se refleja en los apenas 100 proyectos evaluados en esta época (INE, 2000). Para 1988, el proceso de EIA es publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), acorde con la

LGEEPA, RLGEEPA y normas ambientales vigentes. Dichos instrumentos legales establecen que proyectos deben presentar un REIA ante la SEMARNAP, y es en esta misma época cuando se publican las primeras guías para elaborar un Informe Preventivo (IP), en el cual se informa a la autoridad ambiental acerca del proyecto, de sus alcances y repercusiones. Además se publican las tres modalidades de guías de evaluación o Reportes de Evaluación de Impacto Ambiental que son: General (REIA-G), Intermedio (REIA-I) y Especifico (REIA-E), (INE, 2000).

Cabe indicar que en algunos países de América Latina y el Caribe, ya se aplicaban REIAs semejantes a los REIAs mexicanos, a excepción de Ecuador y Cuba, quienes desde 1994 contaban con una guía y series técnicas específicas para evaluar proyectos eléctricos como centrales termoeléctricas, hidroeléctricas y geoeeléctricas (OLADE y BID, 1994; Hurtado, 1999). En la Figura 3.3.1 se muestra la evolución institucional, legal y de formato de los REIAs en México.

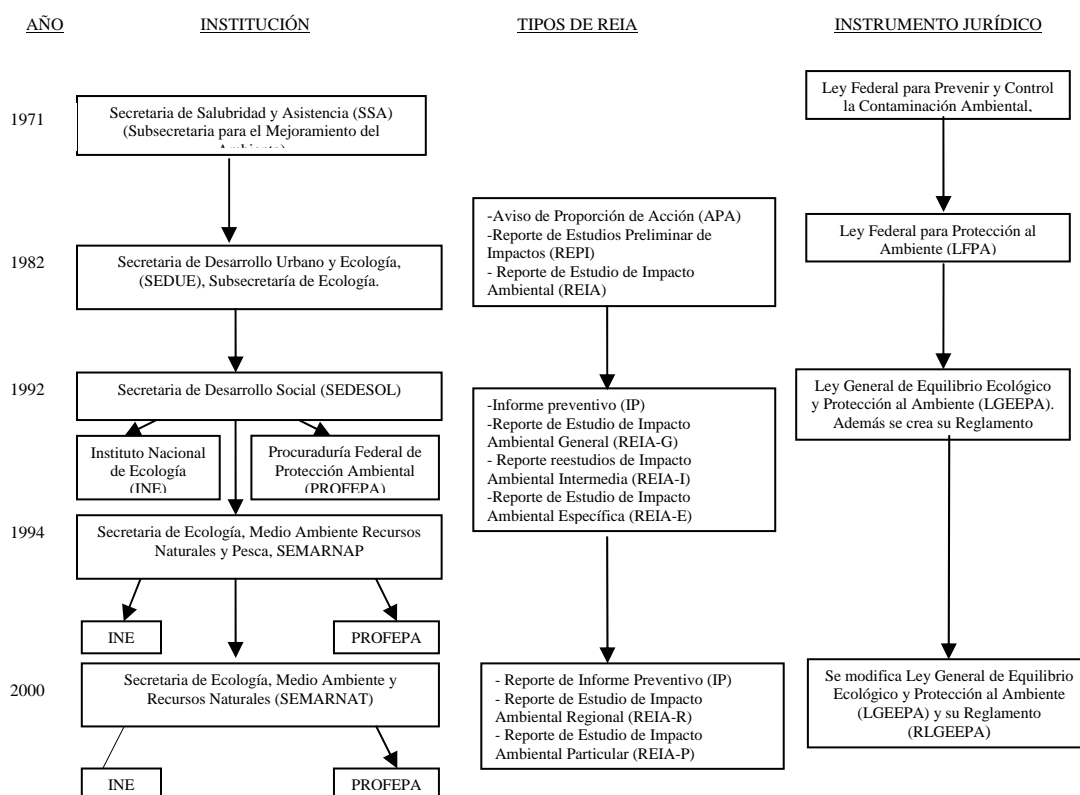


Figura 3.3.1 Evolución institucional, legal y de proceso de los Estudios de Impacto ambiental (Elaborado a partir de información del INE, 2000, SEMARNAT 2003 d).

3.4 Contenido de los reportes de evaluación de impacto ambiental pasado y actual

Entre los REIAs usados para evaluar impactos ambientales provocados por construcción y establecimiento de proyectos eléctricos esta el Informe Preventivo (IP), el cual no ha tenido cambios sustanciales en su contenido y estructura, siendo que su única función es informar de las actividades a realizar en el proyecto, los alcances y posibles repercusiones. Mientras que el resto de los REIAs (General, Intermedio y Específica)

cambiaron a REIAs Regional (REIA-R) y Particular (REIA-P) como ya se menciona, así ambos grupos de REIA conserva similitudes en cuanto su contenido pero difieren en cuanto a la forma de identificar impactos, métodos y técnicas, así como las medidas de mitigación y los escenarios alternos a proponer. Al comparar el contenido de los REIAs, se observó que en el caso de los REIA-G y REIA-I presentan una equivalencia con el REIA-R en su estructura, mientras que REIA-P equivale a REIA-E, aunque este último tipo de reporte presenta una pequeña diferencia, la cual es la de solicitar una descripción de escenarios antes y después del proyecto, lo cual ninguno de los otros reportes lo solicitaba; además de que solicita un mayor número de estudios de vegetación acuática y métodos cuantitativos de evaluación, aunque deja a un lado aspectos como la introducción de especies de uso comercial y especies dañinas.

Al comparar los nuevos tipos de REIA-R y REIA-P con las modalidades anteriores se observa que requieren de un mayor soporte científico y técnico en su evaluación, y con ello de un mayor número de especialistas en la parte social, ambiental y económica. También hay diferencias entre sí, es decir un REIA-P y REIA-R difieren en cuanto que este último tipo de reporte no sugiere algún método de evaluación, lo cual puede o no facilitar el proceso de EIA y deja a criterio del promovente la forma de evaluar, lo cual puede retrasar o simplificar la evaluación de proyectos de grandes dimensiones como las hidroeléctricas.

3.5 Avances y limitantes de los Reportes de Evaluación de Impacto Ambiental

Sin duda, los REIAs han tenido avances en aspectos tales como especificidad y profundidad de la información científica acerca del áreas donde se construirá el proyecto,

además ya considera índices socio-económicos y características ambientales, así como permitir conocer y prospectar condiciones del antes y después del proyecto. Lo cual ha obligado a que las autoridades ambientales cuenten con un mayor número de técnicos y profesionales en diferentes áreas del conocimiento, al igual que los consultores privado y gubernamentales de CFE y LyFC. Desafortunadamente aun se conservan viejos vicios en la elaboración de los REIAs, tal es el caso de los listados de especies que indica el REIA que deben presentarse, lo cuales no se verifican y sólo cumplen la función de cumplir con el requisito y así obtener el permiso ambiental para iniciar la construcción del proyecto. Además los nuevos tipos de REIAs han incrementado su costo de elaboración por requerir aparente de un mayor número de especialistas en su elaboración, y por otro lado la autoridad ambiental en algunos casos continúa evaluando dichos reportes con criterios subjetivos y ambiguos.

En lo que corresponde a la parte de métodos de evaluación se ha avanzado muy poco, ya que aún se usan métodos tradicionales que en algunos casos son poco aplicables o conocidos, y no se han desarrollado métodos apegados a la problemática del sector eléctrico mexicano. Finalmente una limitante más en la EIA aplicada al sector eléctrico son los constantes cambios y despidos del personal de SEMARNAT, cada fin de sexenio, así la falta de capacitación continua del personal de la secretaría y una visión política ambientales a largo plazo, provoca retrasos en el proceso de revisión de REIA, pérdida de personal capacitado y en general un avance poco significativo en las formas de evaluación ambiental de los proyectos.

Capítulo 4

4.1 Aspectos legales de la evaluación de impactos ambientales en proyectos eléctricos

La generación y distribución de energía en nuestro país está regulada por una serie de reglamentos, leyes y normas ambientales que tiene como fin reducir la probabilidad de daño en áreas naturales, flora y fauna, y poblaciones humanas. A este respecto la SEMARNAT-INE son las instituciones que tienen como misión entre otras cosas el desarrollo de políticas, resoluciones y propuestas en materia ambiental, además de ser la encargada de establecer los lineamientos contenidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y de su Reglamento (RLGEEPA), el cual considera en uno de sus apartados al sector eléctrico y actividades involucradas en este (INE, 2000).

El objetivo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) es mantener un desarrollo sostenible entre los actores legales, ambientales y sociales de un proyecto, al tiempo que define las políticas ambientales para ser un instrumento aplicable, que preserve y proteja la biodiversidad, incluyendo todo tipo de áreas naturales, además de promover el uso sustentable del ambiente, su preservación, restauración, y el control de los niveles de contaminación que pudieran darse en agua, aire y suelo (EEHB, 2001). Dicha ley además establece la competencia y participación de cada una de las autoridades federales y municipales involucradas en materia ambiental y por su puesto las políticas ha desarrollar.

De ley antes mencionada emana el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (RLGEEPA), que es el instrumento que indica las actividades que requieren una EIA, entre las que se encuentran las del sector eléctrico sean subestaciones, líneas de transmisión, conexión, etc., así como por el tipo de productor sea externo, cogenerador o pequeño productor, que además puede realiza importación o exportación de energía eléctrica (EEBH, 2001). Este reglamento también establecer los lineamientos en cuanto a Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia ambiental y seguridad laboral, que debe cumplir un proyecto eléctrico. Dichas normas establecen las reglas y especificaciones aplicables al proceso, la instalación de sistemas, así como actividades de servicio, métodos de producción y operación del proyecto. Además estas normas indican las regulaciones relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado, etiquetado y todos aquellos requerimientos referentes a su cumplimiento y aplicación. En los siguientes apartados se desglosara brevemente el marco legal involucrado en la evaluación de impacto ambiental para los proyectos eléctricos en México.

4.2 Marco legal ambiental aplicado al sector eléctrico mexicano

La primera instancia legal en materia de energía, es la Constitución Mexicana de 1917, que en sus artículos 25 al 28 y 134 indica que el Gobierno Federal tiene la propiedad permanente y control, en lo que se refiere a electricidad, esto mediante CFE y LyFC. Además estas regulaciones legales indican que sólo le compete a la Nación la generación, transmisión, transformación, distribución y abasto de servicio público, así como el establecimiento y creación de organismos y empresas que se requieran para el manejo

estratégico de actividades prioritarias como la generación de electricidad. En la Figura 4.2.1 se muestra la jerarquía legal básica que se aplica en la generación de electricidad en México.



Figura 4.2.1 Marco legal-ambiental aplicado a proyectos eléctricos (LGEEPA, 2003 y SEMARNAT, 2003 a).

La generación de electricidad requiere la construcción de una o varias centrales eléctricas que pueden causar ciertos impactos ambientales sean estos positivos o negativos, que deben ser evaluados, para lo cual es necesario presentar una EIA en forma de un REIA, el cual debe estar apegado a la LGEEPA, RLGEEPA y Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia ambiental y seguridad laboral. A éste respecto en la Figura 4.2.2, se indican las principales regulaciones ambientales aplicables a proyectos eléctricos, su número y tipo puede variar de acuerdo al tipo de proyecto y modalidad del REIA solicitado.

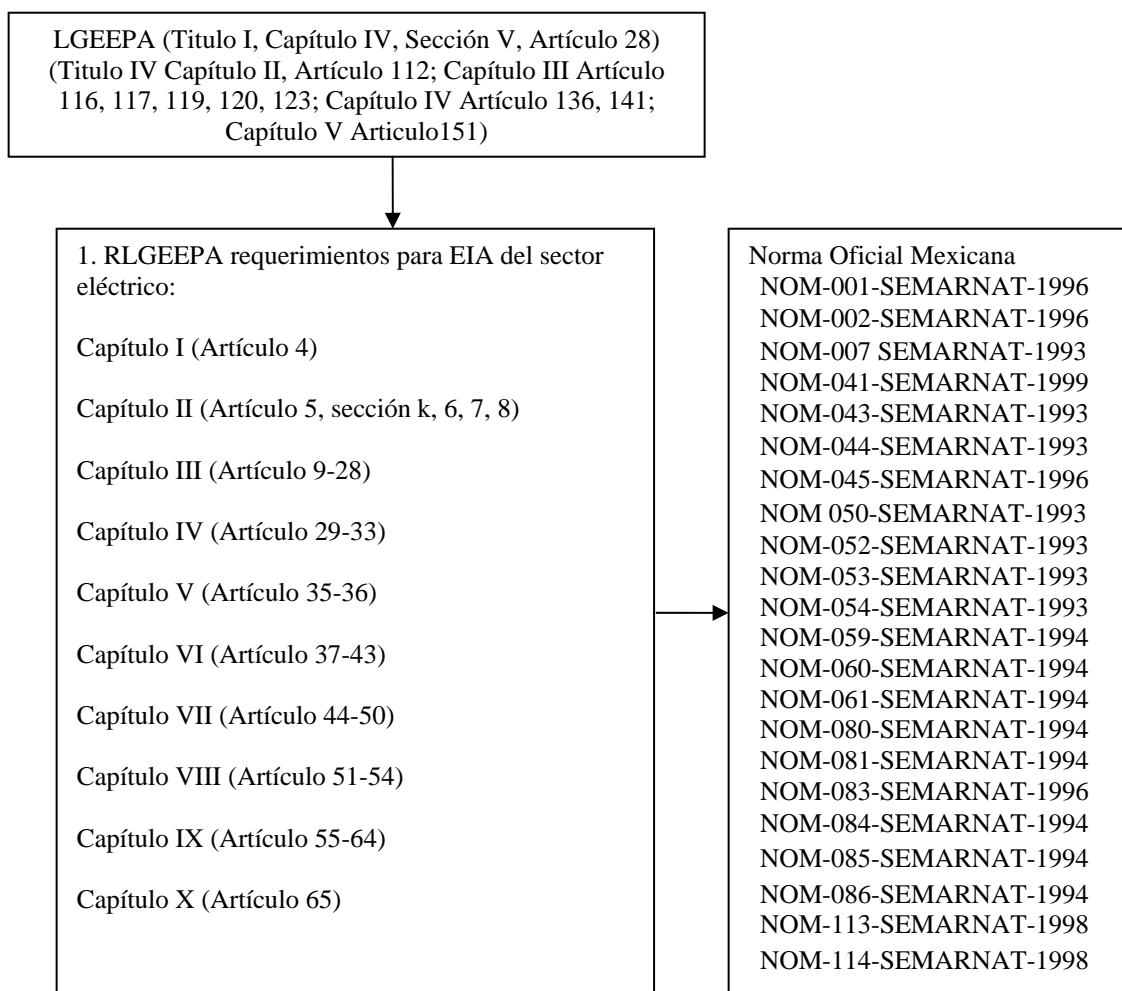


Figura 4.2.2 Principales regulaciones que se aplican al sector eléctrico (EEHB, 2001; SEMARNAT, 2003 a, b, c; 2004; LGEEPA; 2003, RLGEIPA, 2002).

Las características generales de las regulaciones legales ambientales aplicadas al sector eléctrico:

1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en su artículo 28, capítulo IV describe el concepto de EIA, el tipo de obras y actividades de la industria eléctrica que deben contar con autorización previa en materia de impacto ambiental,

también indica que se debe informar SEMARNAT el tipo de actividades a realizar en el proyecto (Título I, Capítulo V, Artículo 29-31, Sección V), esto mediante un IP. Si posteriormente la autoridad ambiental lo considera necesario y acorde con las características del proyecto se notificara al promotor que tipo de REIA requiere presentar, sea un REIA-Regional o REIA-Particular, y si el proyecto llegase a presentar alguna actividad denominada riesgosa tendría además que presentar un Estudio de Riesgo Ambiental (ERA). A este respecto Ferrero Negrete (SEMARNAT, 2003 a, b, c; 2004) comenta que los procesos y bases legales de las Actividades Altamente Riesgosas (AAR) y de los ERAs son poco claros y en ciertas ocasiones contradictorias, siendo que no se indica el como debe evaluarse un ERA, y si son o no documentos independientes, siendo que las regulaciones legales indican esto pero en la practica se solicita al ERA como un documento independiente donde se debe incluir mucha información que esta contenida en el REIA. Ante esto es importante aclarar este punto sobre todo para facilitar el proceso de evaluación. Aunado a lo anterior hay que agregar, que no existen reglamentos ni normas oficiales mexicanas en materia de impacto y riesgo ambientales, por lo que se sugiere el desarrollo regulaciones y normatividades que permitan a las autoridades ambientales administrativas actuar bajo reglas claras al evaluar un ERA, además establecer los lineamientos y criterios técnicos necesarios para la elaboración de este tipo de documentos. En Cuadro 4.2.1 se resumen los artículos referentes a EIA y en la Figura 4.2.3 los artículos administrativos involucrados en la EIA.

2. En lo que se refiere al Reglamento de la LGEEPA y su aplicación se observan avances en el procedimiento de EIA (Figura 4.2.3); Sin embargo conserva ambigüedades en contenido, procedimiento, criterio y plazos de resolución de la EIA, ejemplo de ello el

cambio de tres tipos de REIA (General, Intermedio y Especifico) por las modalidades de REIA-Regional y REIA-Particular, lo cual simplificó el proceso de selección y elaboración del reporte, además es donde se indican por primera vez criterios como la dimensiones y el potencial del proyecto para asignar el nivel o tipo de REIA ha elaborar, aunque no se indica claramente como se discierne cuando un proyecto es de grandes dimensiones, bajo potencial de generación y mínimos impactos ambientales como es el caso de las centrales eólicas o que pasa con proyectos que presentan características inversas, es decir, dimensiones relativamente pequeñas, gran potencial y posiblemente impactos ambientales severos como es el caso de la núcleo eléctricas.

Cuadro 4.2.1 Regulaciones de la LGEEPA que se aplican a evaluación ambiental de sector eléctrico y actividades asociadas

| Artículos | Descripción |
|--|--|
| Título I, Capítulo IV, Sección V, Art. 28 | Definición de EIA |
| Título I, Cap. V Art. 29-31, Sección V | Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental |
| Título IV Cap. II Art. 112 | Equipo y control de emisiones al aire, y medidas preventivas y de contingencias |
| Título IV Cap. III, Art. 116, 117, 119, 120, 123 | Estímulos fiscales, tratamiento de agua residuales, permisos de descarga y condiciones particulares, Autorización de una planta de tratamiento, regulación federal de contaminación de agua, cumplimiento con condiciones particulares |
| Título IV Cap. IV Art. 136, 141 | Residuos en suelos de infiltración, utilización de empaques y envases, instalación, operación, recolección, |
| Título IV Cap. V Art. 151 | Almacenamiento y disposición de residuos |

(SEMARNAT, 2003 a, b, c, 2004; LGEEPA, 2003)

En el caso del artículo 10 y 11 que cambiaron por los artículo 12 y 13 respectivamente, los cuales debido a los requerimientos de información que solicitan del proyecto y ambiente circundante han enriquecido el conocimiento acerca del área donde se desarrollaran e involucran un mayor numero de especialistas para realizar la evaluación, aunque aun no se indica que estudios básicos se tendría que realizar para caracterizar un área y que la información tenga una seriedad científica que pudiera ser útil para otras áreas del conocimiento.

Un avances importante a nivel legislación ambiental es la creación de los nuevos formatos de REIAs y el requerimiento de presentar regulaciones como las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia ambiental y laboral, las cuales pueden ser útiles tanto para el promovente como para la PROFEPA si fueran cumplidas y se realizara un chequeo de su cumplimiento por parte de PROFEPA, aunque desafortunadamente esto no se realiza, y así la lista de normas que solicita en el REIA tiene solo una función burocrática que debe cumplirse para obtener los permisos ambientales correspondientes para iniciar la obra. A este respecto es indispensable puntualizar en la ley la obligatoriedad de su cumplimiento, seguimiento y constante chequeo con el fin de estar dentro del marco legal ambiental que indica la autoridad.

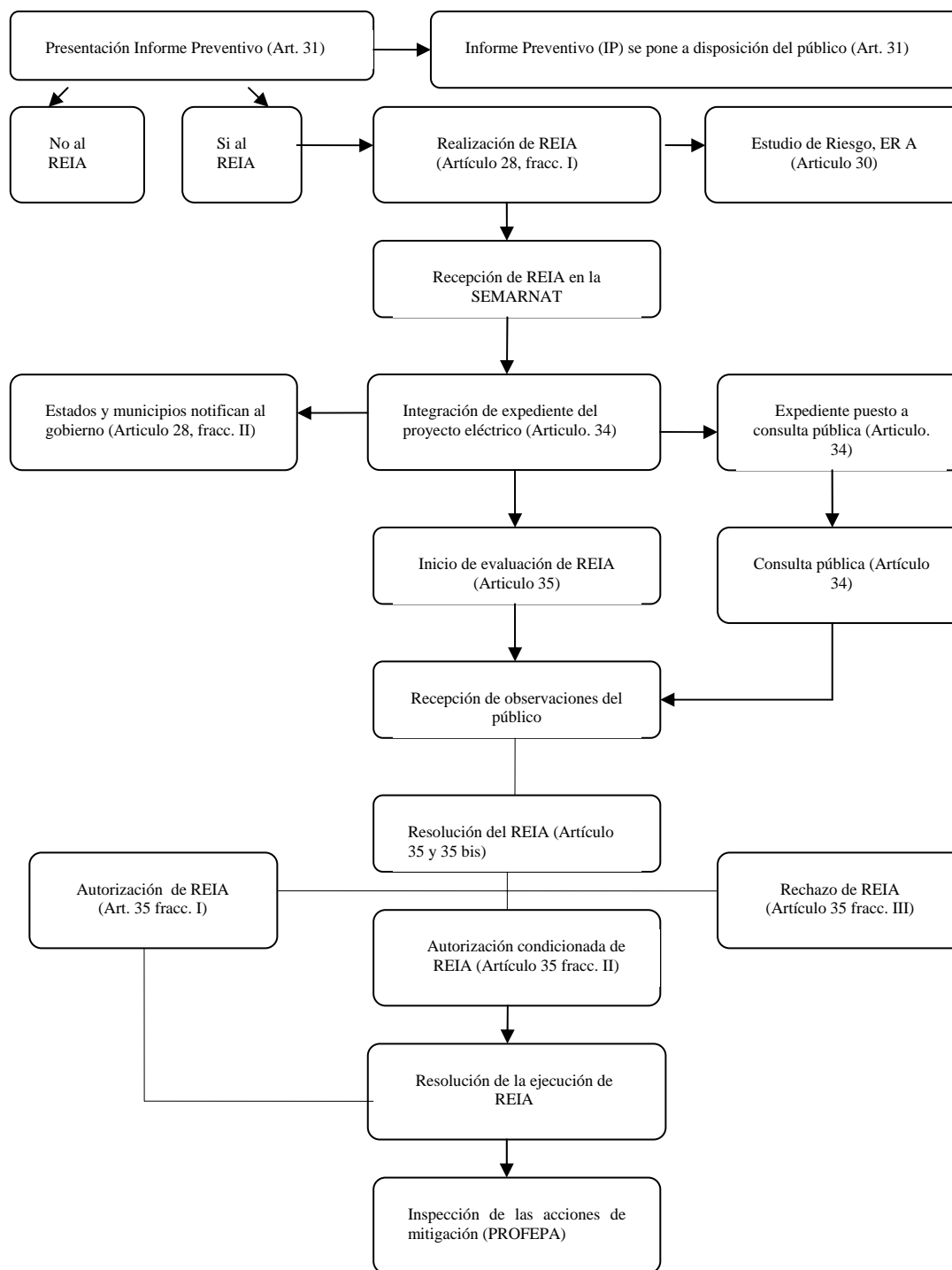


Figura 4.2.3 Regulaciones involucradas en el proceso de evaluación de impacto ambiental (UAMIAP, 2000).

En el caso del artículo 9 del RLGEEPA, donde se indica que la SEMARNAT de manera oficial facilitará las guías de IP y los REIAs para facilitar el proceso de evaluación, lo cual en la práctica así es, aunque como lo comenta Herrera-Ordóñez (SEMARNAT, 2003 a) si se interpreta la ley tal cual, resulta que no es obligatorio su uso, y sólo son facilitadores que necesariamente pueden o no usarse en la evaluación de un proyecto. Sin embargo en la realidad no es así, siendo que si un proyecto no cuenta con el formato de algunos de los tipos o modalidades de REIAs sugeridos su aceptación puede ser dudosa.

Por su parte el artículo 26 del RLGEEPA, que indica que la SEMARNAT debe crear un expediente por proyecto para darle seguimiento y anexar opiniones técnicas que facilitan el procedimiento de evaluación, así como den claridad a esta, no resultan totalmente aplicable tal regulación, pues por una parte no se indica si las opiniones serán anexadas (archivadas) o verdaderamente tomadas en cuenta para evaluar el REIA. Relacionado a esto, se encuentran los artículos 38, 40 y 43, los cuales por primera vez mencionan la participación social y el uso del derecho de la ciudadanía de aportar información y observaciones acerca de la evaluación. Aunque en la práctica esto es poco aplicable si se considera que la comunidad o población afectada por el proyecto sería la que tendría que demostrar las afectaciones que cause el proyecto mediante la elaboración de un REIA, lo cual en resulta difícil de realizar por cuestiones económicas, de conocimiento y tiempo con el que cuentan para realizar una correcta EIA. Aunado a esto esta un recurso legal al que se puede enfrentarse la comunidad, esto es el recurso legal ya muy conocido de que la autoridad ambiental como el promoverte tienen el derecho de poner o no poner a disposición del público la información de un EIA, si se considera que el proyecto es

prioritario o estratégico para el país, según lo establece el artículo 54 *bis* 4. Por lo cual se dificulta aun más complicado que una comunidad aporte información o haga valer su derecho de participación, siendo que el acceso y uso de la información queda sujeto al criterio de la autoridad y empresa promovente del proyecto.

En lo que se refiere al artículo 20, que indica los plazos de resolución de los REIAs, es quizás una de las regulaciones más valiosas, por que han dado claridad al proceso de EIA, y seguridad al promoverte para conocer en que etapa se encuentra su REIA y el plazo en que se le notificará de la resolución (RLGEEPA, 2002). En el Cuadro 4.2.2 se presentan los aspectos generales del RLGEEPA que se aplican a proyectos eléctricos en México.

Por otra parte esta el artículo 51, en el cual se indica la obligación de aportar garantías y seguros para el cumplimiento de la autorización ambiental son una herramienta que puede ser útil para obligar que se cumpla la normatividad, en caso contrario no se devolverá dichas garantías, pero para ello deben establecerse los criterios y montos de dichas garantías y seguros, los cuales deben estar acorde con el tipo de proyecto, magnitud, duración y tipo del impacto determinados en el REIA.

Cuadro 4.2.2 Regulaciones de la LGEEPA aplicadas al sector eléctrico (LGEEPA, 2003)

| RLGEEPA | Artículos | Descripción |
|---------------|-------------|---|
| Capítulo I | 4 | Disposiciones generales y competencia de la SEMARNAT en cuanto REIA |
| Capítulo II | 5 sección k | Establece los tipos de proyectos que requieren someterse a un EIA para ser aprobados por la SEMARNAT. Esto incluye los siguientes tipos de proyectos eléctricos: 1) Todo tipo de estaciones de generación de electricidad, con capacidad mayor a 500 kW.; 2) Subestaciones de transmisión o distribución; 3) Líneas de transmisión y distribución de energía; 4) Generación y estaciones de suministro mayores a 3 MW |
| | 6-8 | Obras y actividades que sufran alguna modificación o cambio para fines de crecimiento, preventivos de desastre o controlar una situación de emergencia |
| Capítulo III | 9-28 | Procedimientos para la evaluación del impacto ambiental, así como tipos de REIA e Informes Preventivos necesarios. |
| Capítulo IV | 29 | Procedimiento derivado de la presentación de un Informe Preventivo (IP). El IP deberá contener una serie de características indicadas en el RLGEEPA. El promovente podrá someter a consideración de la SEMARNAT actividades adicionales. Se indican la forma de presentar un IP y los tiempos o plazos de respuesta por parte de la autoridad |
| | 30-34 | Características en cuanto a los prestadores de servicios de evaluación del impacto ambiental |
| Capítulo V | 35-36 | Participación pública y derecho a la información. |
| Capítulo VI | 37-43 | Emisiones de la resolución sobre la evaluación del impacto ambiental por parte de la SEMARNAT |
| Capítulo VII | 44-50 | Seguros y garantías que exige la SEMARNAT con respecto a las condiciones establecidas en la autorización si es que se produjera un daño grave al ecosistema causado por la obra |
| Capítulo VIII | 51-54 | Inspección y medidas de seguridad que puede realizar la SEMARNAT por medio de la PROFEPA |
| Capítulo IX | 55-64 | Denuncias populares que puede realizar la ciudadanía ante la PROFEPA |
| Capítulo X | 65 | |

4.3 Normatividad ambiental

Se realizó una revisión de la normatividad aplicada a ocho tipos de proyectos y actividades del sector eléctrico, lo cual indicó que hay variaciones numéricas y de aplicabilidad incluso entre proyectos semejantes. En el Cuadro 4.3.1, se muestran las normas ambientales aplicadas a distintos proyectos eléctricos que presentaron como REIA durante 1988 y 2000. Así por ejemplo, proyectos como la hidroeléctrica La Parota, lista 12

normas ambientales, mientras que la central termoeléctrica Valladolid, reporta 13 normas, y la geoeléctrica Agua Prieta indica 11 normas ambientales. En el caso de las centrales eólicas el número de normas es mínimos y variante, por ejemplo, el parque Eólico Bti Stinua y la eoloeléctrica del Istmo de Tehuantepec reportan 4 y 2 normas ambientales respectivamente, esto puede deberse principalmente a que no se han desarrollado normas aplicables a proyectos renovables y sólo se reportan las que pudieran aplicarse, pero también hace evidente la necesidad de desarrollar normas ambientales y técnicas que aborde los aspectos como niveles de ruido generado por aeroturbinas, efecto electromagnético, impacto visual o paisajístico, tipos o rangos de iluminación nocturna , entre otros factores que pueden tener algún impacto sobre a la fauna voladora y pequeños mamíferos cercanos a la zona donde se establezca el proyecto.

En el caso de proyectos como las líneas de transmisión o distribución, el número y tipo de normas difieren de 1 hasta 7 o más, por lo que es necesario especificar, evaluar y desarrollar las regulaciones aplicables a este tipo de proyectos, ya que actualmente estos proyectos solo están vinculados con la NOM-ECOL-059-2001, que regular el diseño de líneas de distribución, y establecer la categoría de riesgo para las especies de vida silvestre, identifica poblaciones y establece criterios de exclusión o cambio de categoría de riesgo, y con las NOM-114-SEMARNAT-1995 y NOM-113-SEMARNAT-1998, que indican las especificaciones de protección ambiental durante la planeación, diseño, construcción, operación de líneas de transmisión y sub-transmisión, así como su distribución en áreas naturales y/o zonas urbanas (Castellanos *et al*; 1999), pero no existen normas que indiquen las formas de restitución de aves en caso de electrocución o muerte de este tipo de fauna, la cual usualmente es la mas dañada por este tipo de proyectos.

Finalmente en es apartado de legislación ambiental aplicada a la evaluación ambiental debe considerar el desarrollo de regulaciones no sólo ambientales sino además aquellas que aborden aspectos antropogénicos como el paisaje, cultura y tradiciones humanas, así como aspectos económicos que indiquen y regulen forma remuneración o pago por renta de zonas con potencial eólico, y sobre todo es necesario establecer un marco de competencia que indique de forma clara a que instituciones o secretarias que les compete hacer aplicable tales regulaciones, siendo todos estos factores están implícitos en un proyecto sea eléctrico o de otro tipo.

Cuadro 4.3.1 Normas ambientales reportadas para diferentes proyectos eléctricos (Reportes de Evaluación de Impacto Ambiental desarrollado de 1998 al 2000)

| Tipo de Proyecto | C.T. C.C. Valladolid | C.T. C.C. Agua Prieta | C.H. La Parota | C.E. Bti Stinu | C.E. Del Istmo de Tehuantepec, | L.T. Puerto Jusco Guachuchi, | L.T. Temoris - Chinipa | L. B. C) |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------|----------|
| NOM-001-SEMARNAT-1996 | X | X | X | | | | | |
| NOM-002-SEMARNAT-1996 | X | | | | | | | |
| NOM-007-SEMARNAT-1997 | | | X | | | | | |
| NOM-041-SEMARNAT-1999 | X | X | X | | | X | X | |
| NOM-043-SEMARNAT-1993 | | | X | | | | | |
| NOM-044-SEMARNAT-1993 | | | X | | | | | |
| NOM-045-SEMARNAT-1996 | X | X | X | | | X | X | |
| NOM 050-SEMARNAT-1993 | X | | X | | | | X | |
| NOM-052-SEMARNAT-1993 | X | X | X | X | X | | X | |
| NOM-053-SEMARNAT-1993 | X | X | X | | | | X | |
| NOM-054 SEMARNAT-1993 | X | X | X | X | X | | X | |
| NOM-059-SEMARNAT-1994 | X | X | | X | | X | X | |
| NOM-060-SEMARNAT-1994 | | | | | | X | | |
| NOM-061-SEMARNAT-1994 | | | | | | X | | |
| NOM-080-SEMARNAT-1994 | X | X | X | | | | X | |
| NOM-081-SEMARNAT-1994 | X | X | X | | | | | |
| NOM-083-SEMARNAT-1996 | | | | | | | | |
| NOM-084-SEMARNAT-1994 | | | | | | | | |
| NOM-085-SEMARNAT-1994 | X | X | | | | | | |
| NOM-086-SEMARNAT-1994 | X | X | | | | | | |
| NOM-113-SEMARNAT-1998 | | | | X | | | | |
| NOM-114-SEMARNAT-1998 | | | | X | | | | |

Capítulo 5

5.1 Métodos aplicados en la evaluación de impactos ambientales de proyectos eléctricos

La administración pública federal mexicana en materia ambiental inicia a partir de 1977, cuando se realizan las primeras evaluaciones a proyectos de infraestructura hidráulica, aunque existen registros al respecto de tesis (INE, 2000). Para 1982, se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la Ley Federal de Protección al Ambiente, la que abrogó leyes ambientales anteriores e incorporó términos como Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y Reportes de Evaluación de Impacto Ambiental (REIAs) que evaluaba la SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) en específico la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental (DGOEIA), la cual se encargaba de revisar, aprobar, modificar o rechazar los proyectos.

Los primeros instrumentos administrativos usados para la evaluación ambiental fueron los reportes de Aviso de Proposición de Acción (APA), el Reporte Preliminar de Impacto Ambiental (RPIA) y el Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), el cual se presentaban en una modalidad y no sugería en específico método de evaluación. En 1988, se modifican dichos instrumentos administrativos y entonces la SEDUE solicita un Informe Preventivo (IP) y si lo consideraba necesario un REIA en cualquiera de sus modalidades: General, Intermedio o Específico, en donde ya se sugerían algunos métodos de evaluación, aunque no se indicaba la forma de aplicarlos o que método era el más adecuado a que tipo de proyecto (INE, 2000).

Posteriormente tras una serie de cambios en la administración pública y el desarrollo de la legislación ambiental en materia de evaluación ambiental, dicho proceso de evaluación pasa a ser responsabilidad de la Dirección de Impacto Ambiental (DIA), adscrita a la DGOEIA del Instituto Nacional de Ecología (INE, 1994), el cual era parte de la Secretaría de Desarrollo Social en 1992 (SEDESOL, 1989 a, b). Es hasta 1994 cuando se crea la Secretaría Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), la cual era responsable de la política ambiental federal y la evaluación de las tres modalidades de REIAs (General, Intermedia y Especifica). Para el año 2000, la SEMARNAP se transforma en la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y con ello se reducen las modalidades de reportes de tres a dos (REIA-Regional y REIA-Particular). Dichos reportes incorporan nuevos métodos de evaluación y se conservan los más aplicados y conocidos, pero aun no se explica la razón de su uso o aplicación (SEMARNAT, 2000). En el Cuadro 5.1 se resumen los métodos que ha sugeridos por la autoridad ambiental en materia de EIA antes y después del año 2000. Además al final de este trabajo (Apéndice I) se describen las características cada uno de los métodos mostrados en el Cuadro 5.1 y algunos otros que por su utilidad y sencillez este trabajo sugiere utilizar en la evaluación de proyectos eléctricos.

Cuadro 5.1 Métodos de evaluación ambiental usados antes y después del año 2000

| Tipo de ¹ REIA (1982) | Método | Tipo de ² REIA (1988) | Método | Tipo de ³ REIA (2000) | Método |
|---|--|---|--|--|--|
| Aviso de Proposición de Acción (APA) | Cualquier método que describa las características del proyecto y sus posibles impactos ambientales | Informe Preventivo (IP) | Cualquier método que describa las características del proyecto y sus posibles impactos ambientales | Informe Preventivo (IP) | Cualquier método que describa las características de proyecto y sus posibles impactos ambientales |
| Reporte Preliminar de Impacto Ambiental (RPIA) | Cualquier método que pueda proteger el ambiente. | Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental General (REIA-G) Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental Intermedia (REIA-I) | Cualquier método que pueda proteger al ambiente. Cualquier método que describa las consecuencias del proyecto en el medio ambiente, y que además identifique detalladamente el origen, evolución, incidencia y repercusiones de este sobre el ambiente. | Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental Regional (REIA-R) | Cualquier método que identifique, describa y evalúe las consecuencias medio ambientales. Así como métodos de simulación, que consideren tiempo y espacio de los impactos residuales y acumulativos, que además consideren la naturaleza del impacto, magnitud; reversibilidad, importancia y tamaño del proyecto. Dichos métodos deben tener escala y categoría del impacto, precio y costo de este. |
| Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) | Cualquier método que describa las características del proyecto y sus posibles impactos ambientales | Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental Específica (REIA-E) | Se sugiere la aplicación de métodos como la sobre posición de capas de información (transparentes); Checklist; redes de interacción, Matriz de Leopold; análisis de costo-beneficios; método Delphi; juicio de expertos e índices o indicadores ambientales | Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental Particular (REIA-P) | Se sugieren los siguientes grupos de métodos: a) Sistema Gráfico y redes (SGR): matriz Leopold; <i>et al.</i> (1971) y/o Sieve, CNYRPAB (1972), Bereano, Sorensen (1972), guía de MOPU (1984, 1990) y el de Banco Mundial (1974). b) Sistema de Evaluación de Impactos (SEI): clasificación de Dickert (1974) y Dickert and Tuttle (1985), y Estevan-Bolea (1980). c) Sistemas Cartográficos (SC): Sobre posición de capas de información (transparentes), McHarg (1968, 1969), y Tricart, Falque (1975). d) Métodos basados en Parámetros, Índice de Integración en la Evaluación (MPIIE); Holmes (1971), George University, Hill-Scheckter, Fisher-Davies. e) Métodos Cuantitativos (MC); Batelle-Columbus (Dee, 1973) y Gómez Orea (2003). |

¹INE (2000); ²Gaceta Ecológica (1989 a,b,c,d) ³SEMARNAT (2003 b,c)

El panorama anterior llevó a concebir la idea de realizar no sólo una descripción de las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos sugeridos por la autoridad ambiental sino además proponer una forma de evaluación y análisis de dicho métodos y para ello se establecieron una serie de criterios y un Índice de Evaluación de Métodos (IEM) que tienen como finalidad identificar y evaluar las cualidades de cada grupo de métodos de manera cuantitativa y así obtener los métodos más apropiados por tipo de proyecto eléctrico.

Para lo anterior, se analizaron, consultaron y agruparon a 51 REIAs de proyectos eléctricos, de los cuales 40 se clasificaron como Proyectos Puntuales (PP), es decir, proyectos que por sus actividades y posibles impactos ambientales estén circunscritos a una área específica, al igual que el área de influencia, tal es el caso de las termoeléctricas, geoeléctricas, eoloeléctricas y parques solares o subestaciones eléctricas. Las cuales presentan una frecuencia relativa acumulada en cuanto al uso de un método que se muestra en la Figura 5.1.

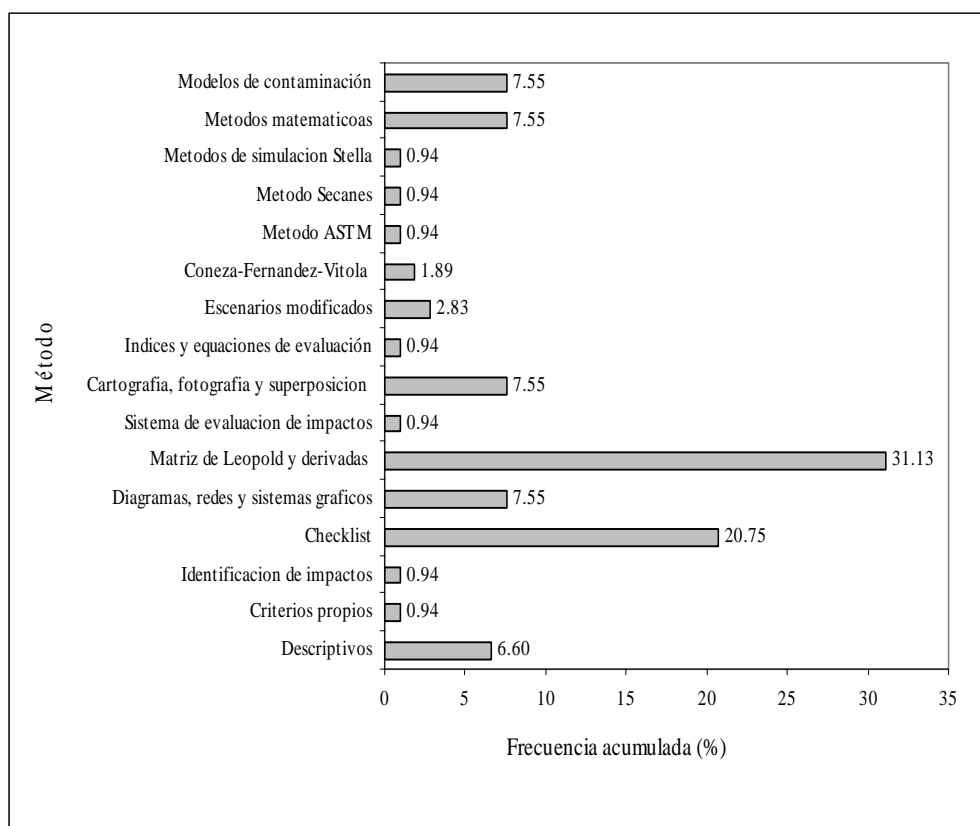


Figura 5.1 Frecuencia relativa del uso de metodologías en proyectos puntuales.

De lo anterior se observó que los métodos más utilizados son la Matriz de Leopold y matrices derivadas (Sieve, transpuestas, simplificadas o reducidas), en segundo lugar se usa el método Checklist y en tercer lugar se aplican métodos como diagramas, redes y sistemas gráficos, así como los modelos de contaminación y métodos matemáticos.

Otro grupo definido fue el de Proyectos Zonales (PZ), que son todo tipo de proyecto que afectan y/o tienen influencia en una gran superficie que puede ser un valle, cuenca hidrológica o estados de la república mexicana, tal es el caso de las hidroeléctricas. De este tipo de proyectos se consultaron 9 REIAs, cuya frecuencia relativa se representa en la Figura 5.2, donde se observa que los métodos más usados son en primer lugar Matriz de

Leopold y matrices derivadas (Sieve, transpuestas, simplificadas o reducidas), en segundo lugar se aplica el método Checklist y en tercer lugar escenarios modificados (KSIM, GSIM, etc.).

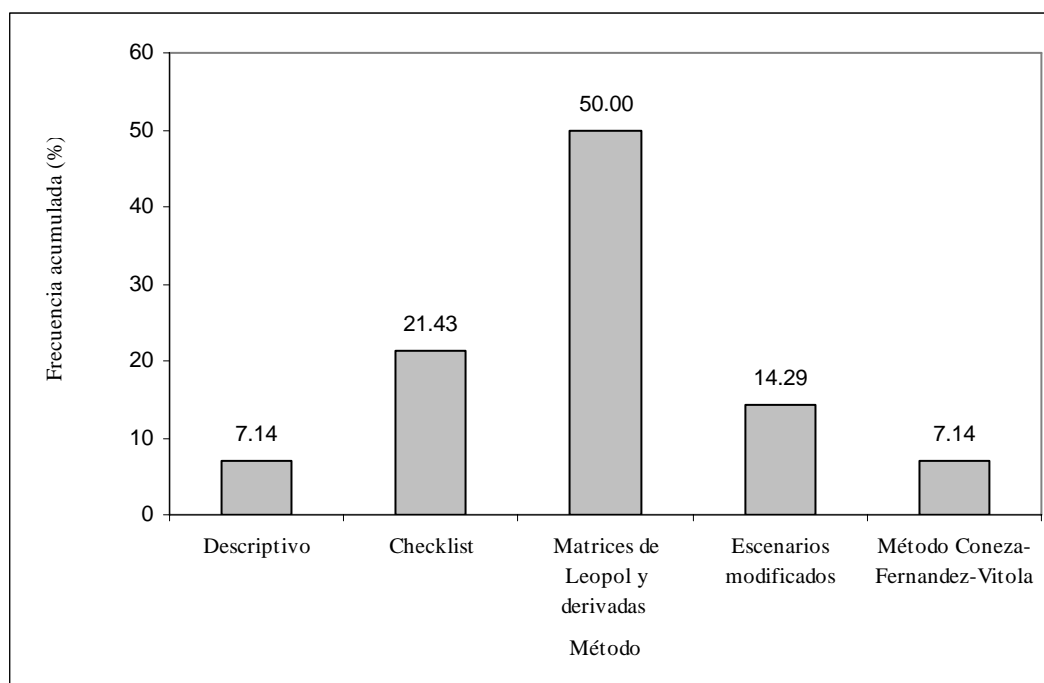


Figura 5.2 Frecuencia relativa del uso de metodologías en proyectos zonales.

En lo que se refiere a Proyectos Regionales (PR) que son todos aquellos proyectos que abarcan grandes extensiones de área sobre todo de manera longitudinal y donde se da una interacción entre diferentes ecosistemas o regiones ambientalmente diferentes, tal es el caso de las líneas de transmisión, de las cuales se consultaron 7 REIAs, y cuya frecuencia relativa obtenida se presenta en la Figura 5.3, donde nuevamente el método más usado fue Matriz de Leopold (Sieve, transpuestas, simplificadas o reducidas), seguido del método Checklist y en tercer lugar se uso de métodos descriptivos.

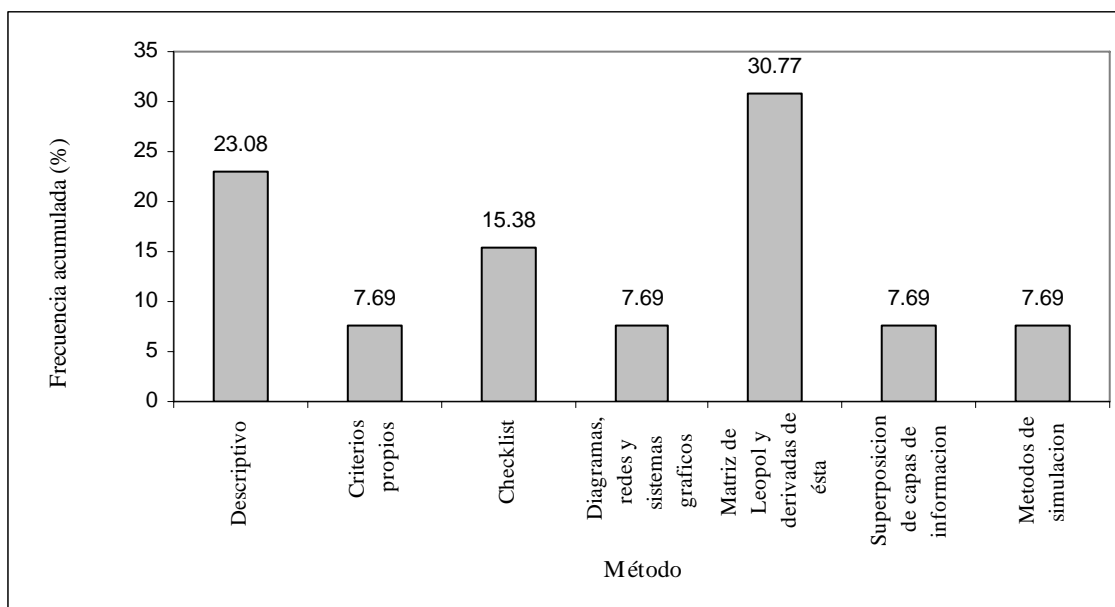


Figura 5.3 Frecuencia relativa del uso de metodologías en proyectos regionales.

La necesidad de tener una herramienta que permitiera elegir de manera objetiva el método más adecuado al tipo de proyecto eléctrico evaluado llevó a la formulación del Índice de Evaluación de Métodos (IEM) (Formula I). El uso de este índice requirió en primer lugar definir una serie de criterios para evaluar a cada uno de los siguientes grupos de métodos: SGR (Sistema de Gráficos y Redes); SC (Sistemas Cartográficos); MEI (Métodos de Evaluación de Impactos); MPIIE (Métodos basados en Parámetros, Índices e Integración); MC (Métodos Cualitativos) y MA (Métodos Alternos). Cada grupo de métodos se introducen en la siguiente formula.

$$IEM = \left(\sum_{i=1}^n X_i / \sum_{j=1}^n X_{ij} \right) * 100 \quad (I)$$

Donde:

IEM = Índice de Evaluación de Métodos

X_i = suma del valor asignado a cada método ($i = 1, 2, \dots, n$)

X_{ij} = suma total de X_i por grupo ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)

La información obtenida de los criterios y del IEM permitió sugerir el o los métodos más adecuados al tipo de proyecto eléctrico sea este puntual, zonal o regional, los resultados de esto se muestran en el Capítulo 7.

Capítulo 6

6.1 Criterios a considerar en el desarrollo de proyectos de energía eléctrica renovable en México

La obtención de electricidad por medio de centrales eólicas es una alternativa para obtener electricidad no contaminante. Dicho tipo de centrales no utilizan combustibles como el carbón, combustóleo, derivados del petróleo o gas natural y no emiten contaminantes al aire, ni contribuyen al efecto invernadero, y tampoco consumen agua u otro tipo recurso no renovable y mucho menos generan residuos peligrosos ni representan riesgos para las poblaciones cercanas (Caldera, 2000), como es el caso de las nucleoelectricas y termoeléctricas.

En México, la generación de energía eléctrica por medios eólicos representa alrededor del 2% de la producción total, lo cual es una producción incipiente, y quizás parecería un área estéril de inversión. Sin embargo, acorde con el potencial eólico estimado para el país, y los avances tecnológicos e investigaciones en energía renovable realizadas por el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), CFE (Ramírez, *et al*, 2000) y empresas internacionales, se sabe que el potencial de generación explotable es de entre 3,000 y 5,000 MW (Hiriart, 2000, Borja-Díaz, 1999), el cual representaría el 14 % de la capacidad total de generación eléctrica instalada actualmente. Las zonas identificadas con potencial eólico significativo se ubican en la región del Istmo de Tehuantepec en Oaxaca, la costa del Pacífico, así como en áreas de los estados de Baja California Sur, Coahuila, Hidalgo, Quintana Roo y Zacatecas (CONAE, 2002 y 2004).

6.2 Potencial de producción de energía eléctrica a partir de fuentes eólicas

La producción de energía eólica se basa en un principio básico de calentamiento de la superficie terrestre, ya que por acción de la radiación solar se da origen a los vientos. En las zonas ecuatoriales, se produce una gran absorción de radiación solar en comparación con las zonas polares, por lo que el aire caliente se eleva en los trópicos y es reemplazado por las masas de aire frío superficial que proviene de los polos. Este ciclo se cierra con el desplazamiento del aire de alta atmósfera hacia los polos. Además la rotación de la tierra y los cambios estacionales de la radiación solar incidente provocan variación y dirección de los vientos dominantes en la corteza terrestre (Moragues *et al*, 2004). Así, el movimiento generado en la atmósfera que provocan los fenómenos locales originan el viento, tal es el caso de la brisa marina y terrestre, que se dan por el calentamiento desigual de las masas de aire. Dicho viento (energía cinética) puede ser es transformado por aerogeneradores o turbinas eólicas que lo convierte en energía mecánica, que a su vez produce electricidad.

En México se han realizado prospecciones del recurso eólico a un nivel exploratorio y de reconocimiento puntual por pequeñas redes anemométricas, establecidas por instituciones federales y públicas, que han servido para confirmar la factibilidad del establecimiento de centrales eólicas. En la Figura 6.2.1 se muestran las zonas con potencial eólico detectado, así como las zonas con vientos técnicamente aprovechables y económicamente viables en regiones como:

- a) El sur del Istmo de Tehuantepec, el cual comprende un área de 1,000 km² y puede producir alrededor de 2,000 a 3,000 MW, con un factor de planta medio de 45%. Las zonas más propicias para generar electricidad son La Venta y La Ventosa en Oaxaca

(Borja, 1999). En 1994, se instaló una eoloelectrica cuya capacidad es de 1,575 kW y consta de siete aerogeneradores de 225 kW cada uno (Caldera, 2000).

- b) La Península de Baja California, es una zona con una barrera eólica natural perpendicular a los vientos occidentales, tal es el caso de las áreas cercanas a los poblado de La Rumorosa y el paso entre la Sierra de Juárez y Sierra de San Pedro Mártir (Caldera, 2000). Además de la zona denominada El Cardón, donde se presentan condiciones favorables de producción de electricidad, y cuyos costos de producción estimados están entre 4 y 6 centavos de dólar por kW, con una inversión de entre 1,000 y 1,100 dólares por kW (Jaramillo, 2004 a, b). Otras zonas detectadas con potencial eólico son Laguna de San Ignacio, San Juanico y Punta Eugenia (Druk, 2000).
- c) En la Península de Yucatán se detectó un potencial eólico en zonas como cabo Catoche, y en la costa de Quintan Roo y el oriente de Cozumel (Caldera. 2000).
- d) El Altiplano norte tiene un potencial eólico significativo y comprende la región central de Zacatecas hasta la frontera con los Estados Unidos (Caldera 2000, IIE 2004 a).
- e) La Región Central de México, el potencial detectado va desde el Estado de Tlaxcala al de Guanajuato. La complejidad orográfica de ésta zona da por consecuencia el origen que ciertos pasos y mesetas que resultan apropiadas para explotarse energéticamente (Caldera. 2000). En esta región ya se han establecido con éxito, pequeños proyectos eólicos e híbridos para electrificar comunidades rurales remotas (Gutiérrez-Vera, 1994). Con respecto al litoral mexicano e islas se tiene detectado un potencial en zonas como Laguna Verde, en Veracruz y la Isla del Carmen, ubicadas en Laguna de Términos en Campeche, entre otros muchos sitios (Figura 6.2.1).



Figura 6.2.1 Sitios detectados con potencial eólico en México.

6.3 Proyectos eólicos instalados en México

A nivel gubernamental, la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2005) tiene instaladas las centrales eólicas La Venta en Oaxaca, Guerrero Negro en Baja California Sur, Coahuila y Quinta Roo (CONAE, 2004). En seguida se describen las características de los principales proyectos eólicos gubernamentales desarrollados hasta hoy día en México:

La Venta en Oaxaca es uno de los primeros sitios donde se establecieron las centrales eólicas es el Istmo de Tehuantepec en 1994, con una capacidad instalada de 1,575 kW tiene noticias del diseño y licitación de los proyectos La Venta II, III y IV (CFE, 2004), además se ha evaluado la posibilidad de invertir en La Ventosa, por su potencial de 2,000

MW (Jaramillo *et al.* 2004 a, b), en la Figura 6.3.1 y Figura 6.3.2 se representan vistas de proyectos de La Venta y La Ventosa.



Figura 6.3.1 Proyecto eólico en La Venta, Oaxaca (CONAE, 2004).

En Guerrero Negro, Baja California Sur, existe un proyecto con una capacidad de 0.600 MW, dentro de la zona de Reserva de la Biosfera, que consta de un aerogenerador que opera de forma automática. El factor de planta promedio es 18 % (IIE, 2004 b; CFE, 2004; Vázquez, 2001). Otro proyecto conocido se ubica en municipio El Cardón también en Baja California Sur, donde se instalaron 15 aeroturbinas (Jaramillo, et al, 2004 a, b) cuyo factor de planta es del 25 %, y otro proyecto se ubica en la comunidad San Juanico, municipio de Comondú, y cual esta constituido por 3 sistemas de aerogeneradores que operan en paralelo con energía solar, con viento y con diésel. Ésta planta híbrida genera

100 kW, utilizando aerogeneradores de 10 kW cada uno, con celdas solares de 17 kW y un motor generador diésel de 80 kW (Vázquez, 2001; GTZ, 2004), Figura 6.3.3.



Figura. 6.3.2 Zona con potencial eólico en el sur del Istmo de Tehuantepec (IIE, 2004 a).

Un proyecto más reportado es el de Puerto Alcatraz, Baja California Sur y Norte, localizado en la isla Santa Margarita (Vázquez, 2001), su capacidad es de 77.3 kW y está constituido por 3 aerogeneradores de 5 kW cada uno, cuenta con dos arreglos fotovoltaicos de 1.15 kW, una máquina diésel de 60 kW y un equipo de batería de 200 kWh. (Vázquez, 2001).

Lo anterior indica la posibilidad de utilizar eoloelectricidad en islas, al ser una alternativa para obtener energía eléctrica de una forma limpia, barata y socialmente aceptable, como lo indica Koroneos *et al.*, (2004) , quien realizó un estudio en la isla de Lesbos en Grecia, que indicó que la generación de electricidad por medios eólicos tenía un

bajo costo al igual que su mantenimiento, por lo que se podía sustituir parcialmente a las formas típicas de generación de electricidad en las islas cercanas.

En Coahuila, municipio de Ramos Arizpe, la compañía cementera Apasco adquirió un aerogenerador de 38 kW para generar electricidad bajo la modalidad de autoabastecimiento a nivel bajo (IIE, 2004 b; Jaramillo *et al*, 2004 a, b).

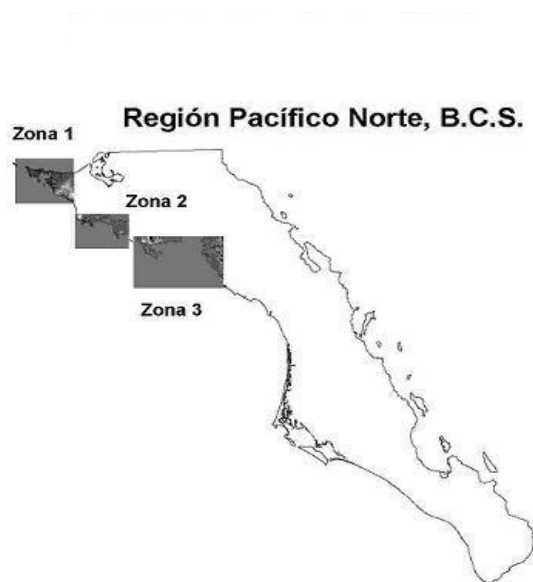


Figura 6.3.3 Zona potencial de generación eólica en la Península de Baja California (IIE, 2004 a).

En Cozumel Quintana Roo se tiene información de un proyecto cuya central tendría un potencial 30 MW con una producción anual 75 millones kWh, y una disponibilidad de planta del 28.5 %, que contaría con 60 turbinas para uso de alumbrado público y permitiría diversificar el suministro de energía en esta zona (Fuerza Eólica, 1994), Figura 6.3.4.

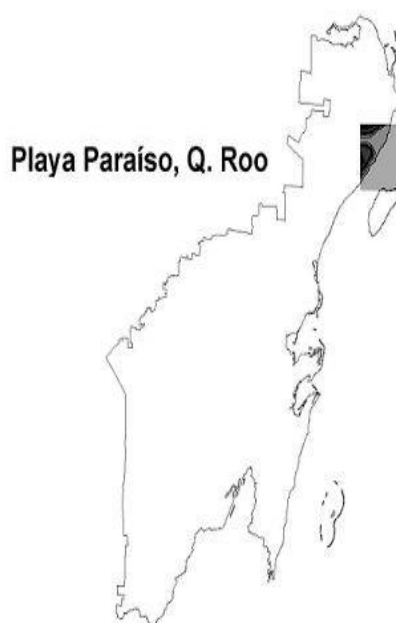


Figura 6.3.4 Zona con potencial eólico en la Península de Yucatán (IIE, 2004 a).

6.4 Aspectos sociales en los proyectos eólicos

Las aplicaciones más comunes de la energía eléctrica proveniente de fuentes eólicas ocurren en el sector agropecuario, el cual usa la energía para el bombeo de agua, electrificar cercas eléctricas, uso de refrigeradores y congeladores, así como el secado de algunos productos agrícolas (CONAE, 2004). Además la electricidad también es utilizada por las comunidades rurales para el alumbrado público, actividades recreativas como uso de radio y/o televisión, y molinos de nixtamal que facilitan a las mujeres la elaboración de tortillas u otro tipo de alimentos (IIE, 2004 b). En México, la electrificación en áreas rurales que usan el recurso eólico y sistemas híbridos (fotovoltaico-solar-eólico) existe desde hace años tal como lo ha indicado Gutiérrez-Vera (1992; 1994). Un ejemplo más reciente es La Ventosa, Oaxaca, donde la producción de electricidad por medios eólicos se combinará con la

siembra y cosecha, así como en actividades ganaderas que con ayuda de mayor tecnología han elevado el nivel de vida de las poblaciones marginadas del Estado (Jaramillo et al, 2004 a, b).

La aceptación social de las centrales eólicas se basa en que no producen emisiones de CO₂, SO₂ y NO_x por combustión de algún derivado del petróleo. Encuestas realizadas en Dinamarca, indican que la población valora positivamente la producción de electricidad por medios renovables como el viento (Soren, et al, 1999, Munksgard, 1998). Otro estudio Danés indica que el 82 % de la población usa y acepta la energía eólica, y sólo el 5 % esta en contra y el resto es neutral (Gipe, 1995). Un estudio realizado por Krohn (1999) indica que la aceptación social al establecimiento de aeroturbinas es de 80 %, sobre todo cuando cuenta con la información de los pros y contras del proyecto. Por su parte Simon (1996) realizó una encuesta en el Reino Unido, que indicó que este tipo de producción de energía es la más aceptada si se compara con la electricidad proveniente de fuentes no renovables. En cuanto ha opiniones adversas Damborg (2003) indica que el ruido generado por los aerogeneradores, la intrusión paisajística e interferencia electromagnética es lo que más disgusta a las poblaciones cercanas al proyecto. Así Soren (1999), concluye que tanto las poblaciones citadinas como rurales tienden a aceptar este tipo de proyectos eoloeléctricos por los beneficios que conllevan tanto a nivel ambiental como económico.

En lo que respecta a México, existen pocos estudios en cuanto a la aceptación social, aunque DeBuen (2002) en una encuesta realizada a 100 usuarios y/o consumidores mayores de electricidad indicó que el 94 % de los encuestados estarían en la disposición de comprar electricidad proveniente de energía renovable, el 54 % estaría dispuesto a pagar más por este tipo de electricidad y 70 % del público es sensible a lo que su empresa haga

por el ambiente, lo cual pone de manifiesto la disposición de los consumidores al uso y compra de energía renovable (Gómez, 2003). En el Cuadro 6.4.1 se describen las principales ventajas y desventajas de los proyectos eólicos.

Cuadro 6.4.1 Ventajas y desventajas de los proyectos eólicos

| Sector | Ventajas | Desventajas |
|-----------|---|---|
| Social | <ul style="list-style-type: none"> -Creación de empleos temporales y permanentes -Da independencia energética a comunidades de difícil acceso -Se puede combinar la generación de electricidad con actividades agropecuarias locales | <ul style="list-style-type: none"> -Poca aceptación de las aeroturbinas como parte del paisaje (intrusión paisajística) -El ruido de chasqueto de las turbinas con el viento es incomodo y molesto -Pueden afectar las tradiciones y aspectos culturales de las regiones donde se ubican |
| Ambiental | <ul style="list-style-type: none"> -Es un tipo de energía inagotable y limpia -No producen emisiones a la atmósfera (CO₂, SO₂ y NO_x), ni se generan residuos -Las centrales eólicas son instalaciones móviles y de fácil desmantelamiento, lo que ayuda a la pronta recuperación. ambiental | <ul style="list-style-type: none"> -Puede provocar afectación a la avifauna local y migrante por colisión con las hélices -Efectos desconocidos sobre el comportamiento de la fauna local y migrante (migración, alimentación y/o anidación) -Las aeroturbinas pueden actuar como barrera física para la fauna pequeña -Puede darse un incremento en la erosión si no hay cobertura vegetal en la zona. |
| Económico | <ul style="list-style-type: none"> -Traen un beneficio económico temporal y a largo plazo por empleo o de renta de terrenos -Empleos indirectos y relacionados con la electricidad -Inversión económica en áreas remotas y marginadas -Reducción del pago por el consumo energía renovable | <ul style="list-style-type: none"> -Pérdida de nutrientes lo que a largo plazo requerirán inversión en fertilizante o algún enriquecedor de suelos |

Otro aspecto que hace aceptable este tipo de proyectos es el uso múltiple del terreno, es decir, generar electricidad y al tiempo realizar actividades agrícolas y/o ganaderas en el mismo terreno. Esto por que las instalaciones eólicas aunque requieren

grandes superficies para su instalación según lo indica Moragues (2004), en términos reales sólo se ocupara alrededor del 1 al 10% de la superficie del terreno para generar electricidad y el resto del terreno puede ser usado para otras actividades. Así por ejemplo una central de 50 MW que ocupara una área de 6.07 km² sólo necesitará de 0.7 a 0.75 km² para instalar los aerogeneradores y resto del terreno puede ser usado para actividades agropecuarias.

Finalmente otro aspecto social importante a considerar es el tipo de propiedad de las zonas donde se pretende establecer un proyecto eólico, por que en caso de no haber consenso en cuanto a uso y pago que se le dará a la zona, pueden presentarse conflictos sociales que entorpezcan el establecimiento de proyectos eólicos. Ejemplo de ello se presentó en La Ventosa, Oaxaca, donde el tipo de propiedad es ejidal y pequeña propiedad, lo cual ha dificultado el acuerdo entre los ejidatarios en cuanto al uso y pago de los terrenos. Por todo esto se hace necesario establecer un tabulador de pago por uso de terrenos con fines de producción de electricidad proveniente de fuentes eólicas y el establecimiento de los mecanismos institucionales para su regulación.

6.5 Aspectos económicos

La generación de energía eólica en México ha crecido lentamente. Sin embargo, el costo de aeroturbinas ha disminuido rápidamente, en gran medida debido al desarrollo tecnológico, lo cual es un aliciente para el desarrollo de energía renovable (Tabla 6.5.1).

Tabla 6.5.1 Prospección del costo de desarrollo tecnológico para proyectos eólicos

| Concepto | 1980 | 1997 | 2000 | 2010 |
|---------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| Costo por kWh* (dólares) | 0.35-0.40 | 0.05-0.07 | 0.04 | 0.02 |
| Capital de inversión por kW (dólares) | 2,000-3,000 | 500-800 | 500 | <500 |
| Tiempo de vida (años) | 5-7 | 20 | 30 | >30 |
| Factor de capacidad (%) | 15 | 25-30 | 30 | 35 |
| Interconexión de redes (%) | 50-65 | 95 | 97 | >97 |
| Capacidad por unidad (kW) | 50-150 | 300-1,000 | 500-2,000 | 1,000-3,000 |

*Para sitios con una velocidad de viento anual de 7 m/s a 30 m de altura

Autores como Gómez (2004) mencionan que los fabricantes de aeroturbinas han reducido el costo de generación al implementar nuevas técnicas de fabricación, empleando mejores herramientas de ingeniería y diseño (Figuras 6.5.1 y 6.5.2). Además que se ha logrado mayor confiabilidad de los sistemas de captación y entrega de energía al consumidor, a precios competitivos comparados con las formas convencionales de producir electricidad.

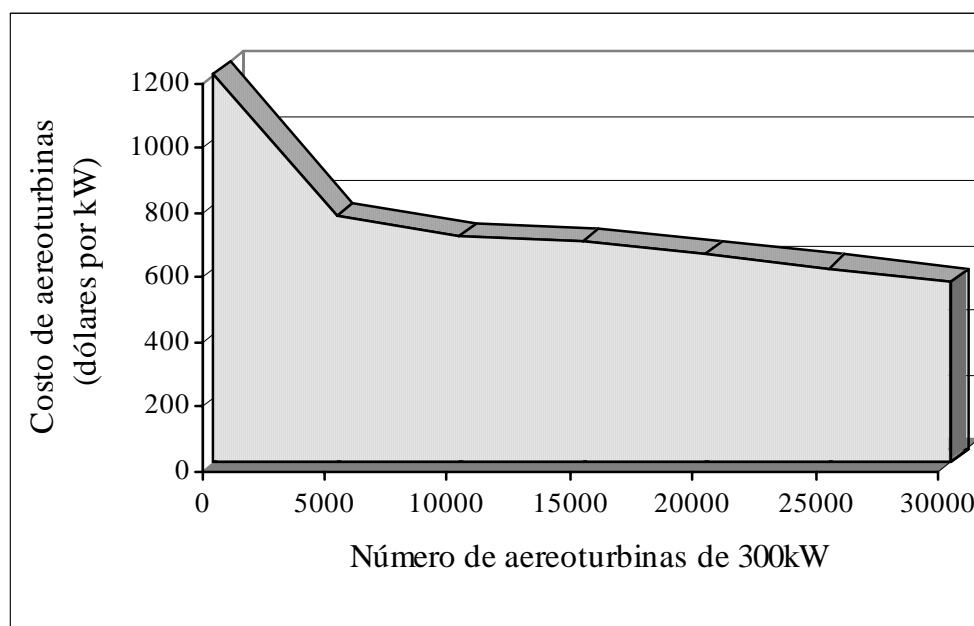


Figura 6.5.1 Costo económico de aeroturbinas en función del número de unidades de 300 kW (Elaborado a partir información de Mukund, 1999).

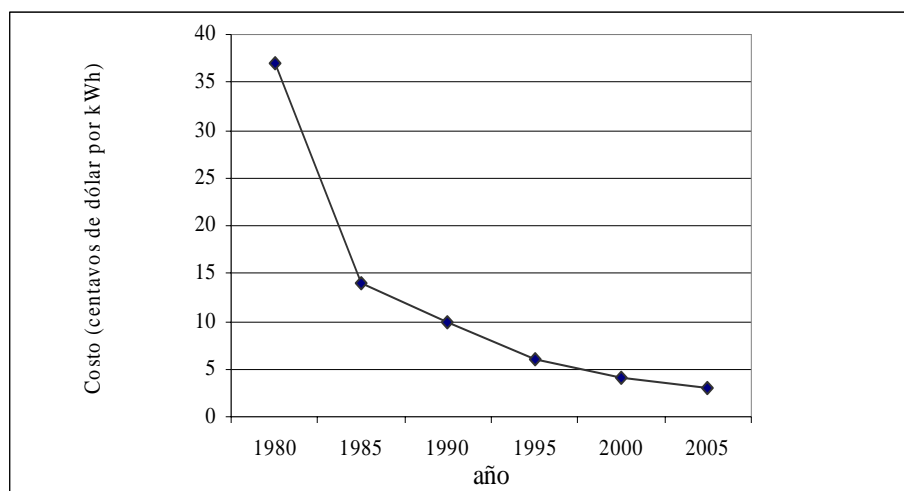


Figura 6.5.2 Reducción del costo en la generación de energía eólica (Elaborado a partir información de Mukund, 1999).

Jaramillo (2004 a, b) reporta que el costo de producción para un proyecto de 15 turbinas sería de entre 4.5 y 6.5 centavos de dólar por kWh, con un costo de inversión de entre 100 a 110 dólares por kW. Por su parte la CFE, indica que el costo de inversión para producir electricidad por medios eólicos ha tendido a disminuir en comparación con las formas convencionales de producir electricidad (Tabla 6.5.2), Comunicación personal Ing. Juan Carlos Guzmán, CFE). Así, el ahorro económico-ambiental que se da por generar electricidad por medios renovables puede invertirse en medidas de mitigación por emisiones de CO₂ (Islas *et al*, 2004), y ahorrar en el uso de reservas energéticas, subsidios y gasto público entre otros (Refocus, 2002).

Tabla 6.5.2 Comparación de costo de producción de electricidad por diferentes tipos de centrales

| Tipo de central eléctrica | Costo (\$ dls/kW)* |
|---------------------------|---------------------|
| Eólica | 146,115 |
| Geotérmica | 142,228.8 |
| Carboeléctrica | 18,7119 |
| Hidroeléctrica | 233,855.4 |
| Termoeléctrica | 146,115 |
| Núcleo-eléctrica | 335,926.8 |

*Precio del dólar \$10.2 para el 2003 (Comunicación personal Ing. Juan Carlos Guzmán, CFE).

6.6 Aspectos legales

a) Competencia administrativa en la generación de energía renovable

A diferencia de países como Alemania y España, en México no se han desarrollado leyes específicas para producir energía renovable, ni leyes de reforma al impuesto ecológico, planes de energía u otra herramienta legal, lo que esta limitando el éxito de esta industria, y de su economía (Huacuz, 2000). El marco regulatorio aplicable para energías renovables en México, esta dirigido por las Secretarías de Energía (SENER) y Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP), junto con la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), CFE y CLyFC (SENER, 2004; GTZ, 2004).

En cuanto a la parte legal aplicable se cuenta con la Ley del servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), que regula la provisión de electricidad y no permite la libre compra venta de energía entre particulares, sólo permite la producción de electricidad para autoabastecimiento o como complemento de los procesos productivos mediante la cogeneración. Así los particulares sólo pueden generar y transportar energía eléctrica para

abastecer la red de CFE a través del esquema de productor externo de energía o pequeño productor.

En lo que se refiere gestiones administrativas la CONAE ha desarrollado una guía de gestiones para implementar una planta de generación eléctrica que utiliza energía renovable, donde se describen un total de 49 gestiones para implementar proyectos renovables que se dividen en 4 fases (Tabla 6.6.1) que requieren un promedio de 975 días (CONAE, 2002).

Tabla 6.6.1 Gestiones para establecer un parque eólico en México (CONAE, 2002)

| Fase | Proceso |
|------|---|
| 1 | Factibilidad del proyecto. El trámite comprende 50 días y se realiza en Comisión Federal de Electricidad (CFE). |
| 2 | Definición de actividad eléctrica del proyecto se realiza en 25 días ante la Comisión Reguladora de Energía (CRE). |
| 3 | Uso y aprovechamiento del recurso renovable se realiza en 225 días ante instituciones como la Comisión Nacional de Agua (CNA), Secretaría Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) e Instituto Nacional Ecología (INEGI). |
| 4 | Implementación del proyecto. Requiere en trámites 680 días y se realiza en instituciones como Subdirección de ductos de la Gerencia de PEMEX, Gas y Petroquímica Básica (PGPB), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Comisión Reguladora de Energía (CRE), Gobierno del Distrito Federal (GDF), Secretaría Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y Secretaría del Trabajo y Prevención Social (STPS). |

b) Regulaciones ambientales aplicadas a proyectos eólicos

Entre las regulaciones ambientales aplicadas al sector eléctrico mexicano esta la LGEEPA, que establece como obligación por parte de la Federación, Entidades Federativas y el Distrito Federal, que dentro de sus competencias esta el contar con mecanismos económicos, financieros fiscales y de mercado que incentiven el cumplimiento de los objetivos de una política ambiental nacional que tiene como prioridad la investigación e incorporación de sistemas de ahorro de energía y utilización de fuentes de energía menos

contaminantes y/o renovables. A diferencia de México, en otros países a este tipo de producción de electricidad se le otorga estímulos fiscales al igual que a quien realice investigación de tecnología cuya aplicación sea la de disminuir la generación de emisiones contaminantes (Baker *et al*, 2004).

En México, el marco regulatorio ambiental aplicado presenta ambivalencias, por un lado permite desarrollar proyectos de generación de energía renovable, en las modalidades de autoabastecimiento, pequeña producción, producción independiente y explotación, y por otro lado no cuenta ni con leyes, normas u otra regulación en cuanto a establecer límites permisibles en variables como el ruido, paisaje, cultural y daño en avifauna voladora y pequeños mamíferos, entre otros y además no cuenta con una guía específica para evaluar ambientalmente a este tipo de proyectos (Baker *et al*, 2004). Lo anterior no es exclusivo de México, en países como Argentina, Costa Rica, Dinamarca, Islandia, Alemania, Francia y Finlandia no se requiere una evaluación de impacto ambiental para promover un parque, granja o central eólica, mientras que Holanda, Suecia, Grecia, y Reino Unido, cuentan con una legislación al respecto que indica la necesidad de elaborar un REIA, y en Italia y España la solicitud de un REIA varía de región en región (Moragues *et al*, 2004).

6.7 Aspectos ambientales

a) Erosión

La erosión es un proceso natural en donde las partículas de suelo son removidas por el agua o viento y depositadas en otros sitios donde se sedimentan, aunque este proceso también puede ser provocado por acciones humanas tales como excavaciones o transporte de material de un área a otra. La lluvia y el viento incrementan los procesos de erosión, sobre todo en zonas con gran potencia de viento. La erosión en zonas eólicas se incrementa durante las fases de construcción y abandono del proyecto, y sobre todo cuando se elimina la cobertura vegetal para instalar las zapatas que sostienen las turbinas, así como durante la instalación de postes para líneas de transmisión y caminos de acceso. Lo antes mencionado traerá consecuencias posteriores como pérdida de suelo y nutrimentos, aumento de sedimentación en las zonas bajas de los valles y eutrofización de cuerpos de agua cercanos, que a su vez afectaran a las comunidad acuáticas (NWCC; 2002) y que pueden afectar las vías respiratorias, visibilidad y en general en la salud de las poblaciones humanas cercanas al proyecto.

b) Colisión de aves

Uno de los pocos factores en contra de los proyectos eólicos es el posible daño o muerte sobre la fauna voladora, es decir, la colisión de estos organismos contra las hélices de los aerogeneradores, las cuales por su movimiento, velocidad y peso causan la muerte casi inmediata a este tipo de fauna. A este respecto existen pocos estudios que demuestren de manera contundente que los aerogeneradores incrementan la mortalidad de aves en comparación con otras estructuras de esta misma altura (Refocus, 2002, INE-SEMARNAT, 2002). En Altamont Pass, California se ha reportado que las aeroturbinas causan la muerte

de una gran cantidad de águilas, mientras que en Tarif España se reporta la muerte de aves que vuelan a gran altitud (West, 2001; Banks, 1979; USFWS, 1980). Algunos otros estudios indican que las aves residentes y migratorias que vuelan en altitudes de entre 460 a 760 m y por ello puede colisionar con las aeroturbinas. En el caso de aves canoras que vuelan a altitudes de entre 150 a 300 m, la probabilidad de colisionar es mayor, ya que las aeroturbinas tienen una altura promedio de 250 m. Autores como Howell *et al* (1991), McIsaac (2001) y Hodos *et al* (2001) indican que la fisiología sensorial de las aves se ve afectada por el movimiento de las aspas de aeroturbinas y su sonido provoca que este tipo de organismos no puedan diferenciar el color y distancia a la que se encuentran con respecto a la aeroturbina y por ende no reaccionan rápidamente para evitar la colisión. En contraparte Winkelman (1992), indica que las aves tienen la capacidad de rodear y evadir las aeroturbinas sin ningún problema.

c) Electrocutación

Las líneas de transmisión que son una parte anexa a los proyectos eólicos son también un riesgo para la avifauna voladora, porque junto con los postes son atractivos para que las aves rapaces perchen, aniden, descansen, y puedan defenderse o cazar, sobre todo en áreas planas donde escasean los árboles y hay un gran número de cuerpos de agua. Así, aves rapaces como las águilas que cuentan con alas de gran tamaño y envergadura, al volar entre las líneas sus alas al tocar los cables energizados producen la electrocutación (INE-SEMARNAT, 2002, INE, 2000, Ledger, *et al*, 1991).

A principios de los años 70's en los Estados Unidos de América se reportaron electrocuciones de águilas reales (*Aquila chysatesos*); águilas de cabeza blanca (*Hallateeus leucocephalus*) en áreas con líneas de transmisión. En España se registró la mortalidad del

águila imperial (*Aquila heliaca*) y en Alemania murieron 592 aves (19 especies) por electrocución (APLIC, 1996). En el caso de los países africanos como Sudáfrica se sabe de electrocución del buitre del Cabo (*Gyps coprotheres*), buitre egipcio (*Neophron pernopterus*), águila marcial (*Polemactus bellicosus*) y águila negra (*Aquila vereauxil*) Ledger *et al* (1991). En América Latina, en específico México, se sabe de electrocución del gavilán pescador (*Pandion Haliaetus*) en Baja California (Castellanos *et al*, 1999); en Jano-Casa Grandes Chihuahua del águila real (*Aquila chrysaetos*), águila real (*Buteo regalis*), aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), zopilote aura (*Cathartes aura*), lechuza de campanario (*Tyto alba*) y un número considerable de cuervos (*Corvus cryptoleucus*), mientras que en la Península de Yucatán en Ría Lagartos, se reportaron decesos de flamencos por electrocución en líneas de alta tensión (INE-SEMARNAT, 2002).

d) Efecto visual

Un cambio en el paisaje se puede dar por procesos naturales o inducido por el hombre. De manera natural este tipo de cambios es provocado por el viento, la lluvia, el aumento de los niveles del mar y terremotos. Un cambio en el paisaje se puede dar también por actividades humanas como las agropecuarias, construcción de vías de comunicación u otro tipo de construcción como las centrales eólicas, termoeléctricas, entre otras actividades (Refocus, 2002).

El impacto paisajístico o visual se considera cuando se insertan construcciones visualmente extrañas que causan cambios en el comportamiento como migración ó anidación, entre otros, de especies animales e incluso el hombre. Tal tipo de impacto es difícil de medir, sin embargo Krause (2001) propone una metodología y criterios arquitectónicos para el establecimiento de centrales eólicas y de otra índole que este en

armonía con el paisaje y sean sustentables con el ambiente, sociedad y economía regional (Figura 6.7.1). Algunos otros trabajos han propuesto metodologías de escenarios y modelos gráficos donde se usa la animación por computadora y se establece el sitio de ubicación de las turbinas en función del punto donde se produzca la mayor energía eléctrica, y las menores afectaciones ambientales y paisajísticas (Refocus, 2002).



Figura 6.7.1 Proyecto eólico establecido en Baja California Sur (GTZ, 2004).

e) Ruido

El ruido afecta la fisiología y conducta no sólo del ser humano sino además de otros organismos, provocando una reducción de su eficiencia laboral, conducta u otra actividad (Bies, 1998; Refocus, 2002). Así, el ruido producido de manera continua por el chasqueo del viento contra las hélices y el movimiento de los rotores, resulta incomodo, sobre todo en áreas rurales o remotas, donde los niveles de ruido son mínimos. La intrusión de

aeroturbinas en zonas rurales puede tener un impacto auditivo significativo, aunque actualmente los avances tecnológicos en el diseño de aeroturbinas han reducido el ruido, inclusive llegándolo a disminuir hasta punto de compararse con el ruido de un dormitorio (AWEA 2005 a, b) (Cuadro 6.7.1). Wind World Corporation-Denmark realizó un comparativo del ruido producido por una conversación normal (30 dB), una calle transitada (70 dB) y una aeroturbina (55 dB) a 50 m, lo que hace notar la viabilidad de este tipo de proyectos, aunque se sugiere además contar con una zona de amortiguamiento de ruido de entre 300 a 400 m, lo cual reduciría el ruido hasta 35 dB (Cuadro 6.7.2).

Cuadro 6.7.1 Comparación del ruido generado por diferentes actividades (AWEA, 2005a)

| Actividad | Ruido generado (dB) |
|----------------------------|---------------------|
| Umbral del ruido mínimo | 0 |
| Área rural por la noche | 20-40 |
| Habitación en calma | 35 |
| Parque eólico | 35-45 |
| Auto de 40 kmh a 100 m | 55 |
| Oficina en plena actividad | 60 |
| Camión a 30 Km/h a 100 m. | 65 |
| Taladro neumático a 7 m. | 95 |
| Avión jet a 250 m. | 105 |
| Umbrales de ruido extremo | 140 |

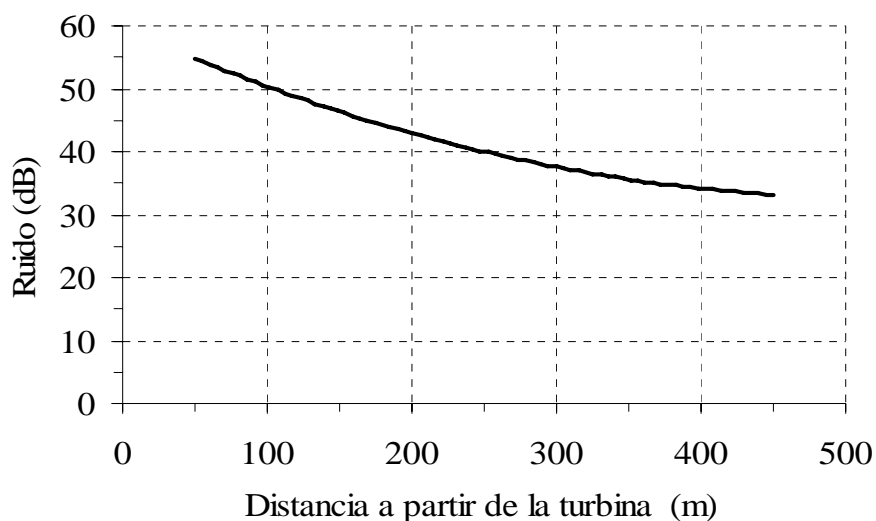


Figura 6.7.2 Niveles de ruido generados por una aeroturbina en función de la distancia (Elaborado a partir información, Mukund, 1999).

f) Interferencia electromagnética

Las aeroturbinas y otras estructuras metálicas de los rotores pueden causar interferencia electromagnética en las señales de radio y TV, haciendo que estas sean reflejadas y den una señal discontinua o nula (OCDE, 1988; Refocus, 2002), también pueden afectar señales de microondas y estaciones de transmisión útiles en caso de requerir servicios de emergencia, control de tráfico aéreo, sistemas guías de control aéreo, etc. (OCDE, 1988).

g) Emisiones de gases

La generación de electricidad por medios renovables evita la emisión de gases contaminantes. En la Tabla 6.7.2 se muestra una prospección de emisiones evitadas de dióxido de carbono (CO_2), si se utiliza energía eólica, dicho ejemplo consideró un factor de

planta anual medio de 0.3 % y 500 MW de capacidad eléctrica instalada (CONAE, 2004). Adicionalmente la AWEA (2005) estimó que por cada millón de kWh consumido y proveniente de fuentes renovables se da una reducción de emisiones de entre 750 a 1000 toneladas de CO₂, de entre 7.5 a 10 toneladas de SO₂ y de 3 a 5 toneladas de NO_x. Adicionalmente a los beneficios anteriores se da un ahorro de agua al no consumirse cerca de 17.4 millones de metros cúbicos de agua por desplazamiento de gas natural (CONAE, 2004) y se genera el mínimo de residuos peligrosos como aceites, aislantes de conducción eléctrica y *Bifenilos Policlorados* (BPC).

Tabla 6.7.1 Emisiones de CO₂ evitadas por año y acumuladas hasta 2010 (CONAE, 2004)

| Año | Capacidad final (MW) | Generación eólica anual (GWh) | CO ₂ evitado anual (millones de toneladas) | Generación acumulada (GWh) | CO ₂ evitado acumulado (Millones de toneladas) |
|------|----------------------|-------------------------------|---|----------------------------|---|
| 2000 | 300 | 657 | 0.23 | 0.657 | 0.23 |
| 2001 | 500 | 920 | 0.322 | 1.577 | 0.552 |
| 2002 | 1,000 | 1,971 | 0.69 | 3.548 | 1.242 |
| 2003 | 1,500 | 3,285 | 1.15 | 6.833 | 2.392 |
| 2004 | 2,000 | 4,599 | 1.61 | 11.432 | 4.002 |
| 2005 | 2,500 | 5,913 | 2.07 | 17.345 | 6.072 |
| 2006 | 3,000 | 7,227 | 2.53 | 24.572 | 8.602 |
| 2007 | 3,500 | 8,541 | 2.99 | 33.113 | 11.592 |
| 2008 | 4,000 | 9,855 | 3.45 | 42.968 | 15.042 |
| 2009 | 4,500 | 11,169 | 3.91 | 54.137 | 18.952 |
| 2010 | 5,000 | 12,483 | 4.37 | 66.62 | 23.322 |

6.8 Criterios a considerar en el establecimiento de centrales eólicas en México

a) Los proyectos eólicos que se deseen establecerse en áreas con potencial eólico en México deben evitar el incremento de la erosión, para ello es necesario establecer medidas preventivas y de mitigación desde el inicio del proyecto, además es importante conocer las características del tipo de suelo, tamaño de partícula y desplazamiento de ésta por viento.

Así como influencia de las aeroturbinas sobre el relieve natural del sitio, por lo cual se sugiere inducir la cobertura vegetal nativa o de uso agrícola de manera inmediata al avanzar durante cada una de las fases del proyecto y al finalizar de la obra eólica, esto con el fin de evitar la pérdida de suelo y partículas en suspensión que afecten a las poblaciones humanas y/o naturales.

b) Detectar y mapear rutas de migración de fauna voladora migrante y/o residente en el área del proyecto, así como áreas con vegetación y cuerpos de agua cercanos a las centrales eólicas. Al tiempo que las autoridades ambientales (SEMARNAT) e instituciones de investigación desarrollen normas ambientales y técnicas que establezcan las características técnicas de las aeroturbinas, sea el color en las aspas, tamaño en las aeroturbinas, disposición y número de turbinas por área, así como límites permisibles de ruido y medidas compensatorias en caso de daño o muerte de aves u otros organismos voladores. Además es importante promover criaderos de aves y apoyar la investigación acerca del efecto de ruido y emisiones electromagnéticas en fauna local y poblaciones humanas.

c) En cuanto a la electrocución por líneas de transmisión se debe redoblar esfuerzos para proponer soluciones técnicas, legales y ambientales que indiquen las características que las líneas de transmisión deben cumplir.

d) Establecer centrales eólicas previa evaluación ambiental que considere las características propias del proyecto y donde se evalúen y mitiguen impactos paisajísticos, además de cuantificar y simular la magnitud del impacto considerando el número de turbinas a colocar, su tamaño, el tipo de hélices y color, rotación por minuto, y las condiciones de iluminación de la central eólica durante la noche.

- e) En lo referente a ruido generado por aeroturbinas se deben desarrollar las estrategias tecnológicas que minimicen el ruido, así como normas y reglamentos que indiquen los niveles estándares de ruido para áreas rurales y zonas naturales, y realizar monitoreo e investigación acerca de los efectos del ruido en las poblaciones humanas y fauna local. Además se sugiere establecer las dimensiones de las zonas de amortiguamiento entre la central eólica y poblaciones para evitar estrés por ruido o que éstas centrales actúen como barrera que impidan la migración y alimentación de la fauna menor.
- f) Se debe evitar el establecimiento de proyectos eólico en zonas con ocurrencia de fenómenos naturales como huracanes, terremotos o incendios forestales, y debe contarse además con un plan de emergencia que considere daño o pérdida de alguna de las estructuras de la turbina que por sus dimensiones pueda ser un riesgo para las poblaciones cercanas.
- g) En cuanto a seguridad e higiene en este tipo de centrales se debe evitar dejar residuos contaminantes como aceites y lubricantes, que aún en pequeña cantidad pueden acumularse en suelo y ser transportadas hacia cuerpos de aguas cercanos, lo cual es un peligro potencial si se considera que un proyecto eólico tiene un promedio de vida de entre 5 y 10 años o más. Por lo que se hace necesario además regular y dar seguimiento de este tipo de sustancias en el área del proyecto.
- h) Finalmente deben integrarse a la evaluación ambiental de proyectos renovables las variables sociales como la cultura, costumbres y tradiciones que pueden traer conflictos entre las comunidades y el proyecto.

Capítulo 7

7.1 Resultados

Los resultados obtenidos a lo largo de esta investigación se presentaran en seis puntos, el primero y segundo consideran los criterios cuantitativos y el índice de evaluación para asignar el Nivel al REIA (NREIA) de los proyectos termoeléctricos, así como hidroeléctricos y geotérmicos respectivamente. El punto tres analiza los aspectos legales aplicados en EIA y se sugieren modificaciones a algunas regulaciones ambientales, mientras que en el cuarto punto se presenta la evaluación de cada uno de los métodos aplicados en EIA y se proponen algunos otros para ser aplicados por tipo de proyecto eléctrico. En el quinto apartado se presenta un análisis de la sustentabilidad de los proyectos eléctricos en el norte del país, y el último punto trata aspectos del potencial eólico y sus implicaciones sociales, ambientales y económicas en México

7.1.1 Reportes y criterios cuantitativos en la Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos termoeléctricos

Se conjunto información de 21 REIA (Figura 7.1.1) de los principales proyectos eléctricos realizados en México de 1988 a 2000. Posteriormente se realizó un análisis de cluster (Figura 7.1.2) y un análisis de componentes principales (Figura 7.1.3) de donde se obtuvieron dos grupos de proyectos, el primero incluyó a los proyectos termoeléctricos

realizados en las localidades como Hermosillo (HER), Puerto San Carlos (PSC), Nuevo León (NLE), Lerdo (LER), Petacalco (PET), y Topolobampo (TOP).

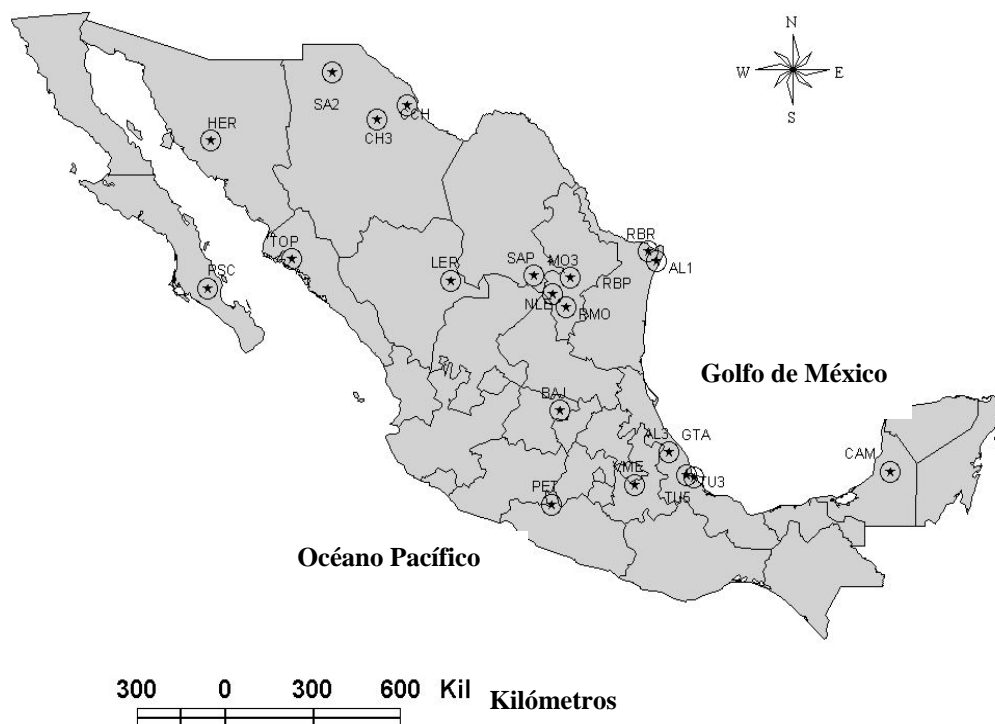


Figura 7.1.1 Localización de las principales centrales termoeléctricas en México.

El grupo 2 incluyó 16 centrales termoeléctricas que presentaron características semejantes como ubicación en el norte y noroeste de México, con una producción de energía mayor a 401 MW, proyectos que ocupan una área menor a 200 ha. El nivel de los REIAs asignado fue General y fueron evaluados por consultores privados y/o instituciones universitarias (Figura 7.1.2).

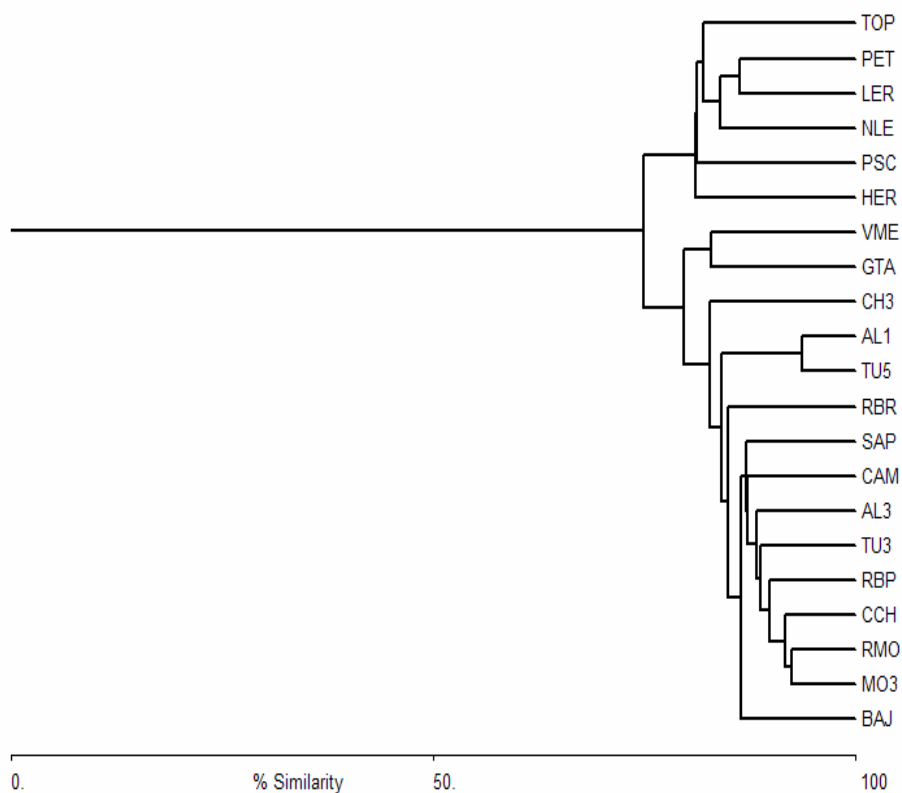


Figura 7.1.2 Análisis de cluster.

El análisis de componentes principales aplicado a los proyectos eléctricos mencionados dio por resultado dos grupos de datos, los cuales indicaron que ni las características ambientales, económicas o sociales son las que determinan el nivel de REIA asignado (Figura 7.2.3). Ambos análisis estadísticos presentan similitud en sus características ambientales y socio-económicas, pero esto no indica si dichas variables son las directrices del nivel de REIA que se les asigno.

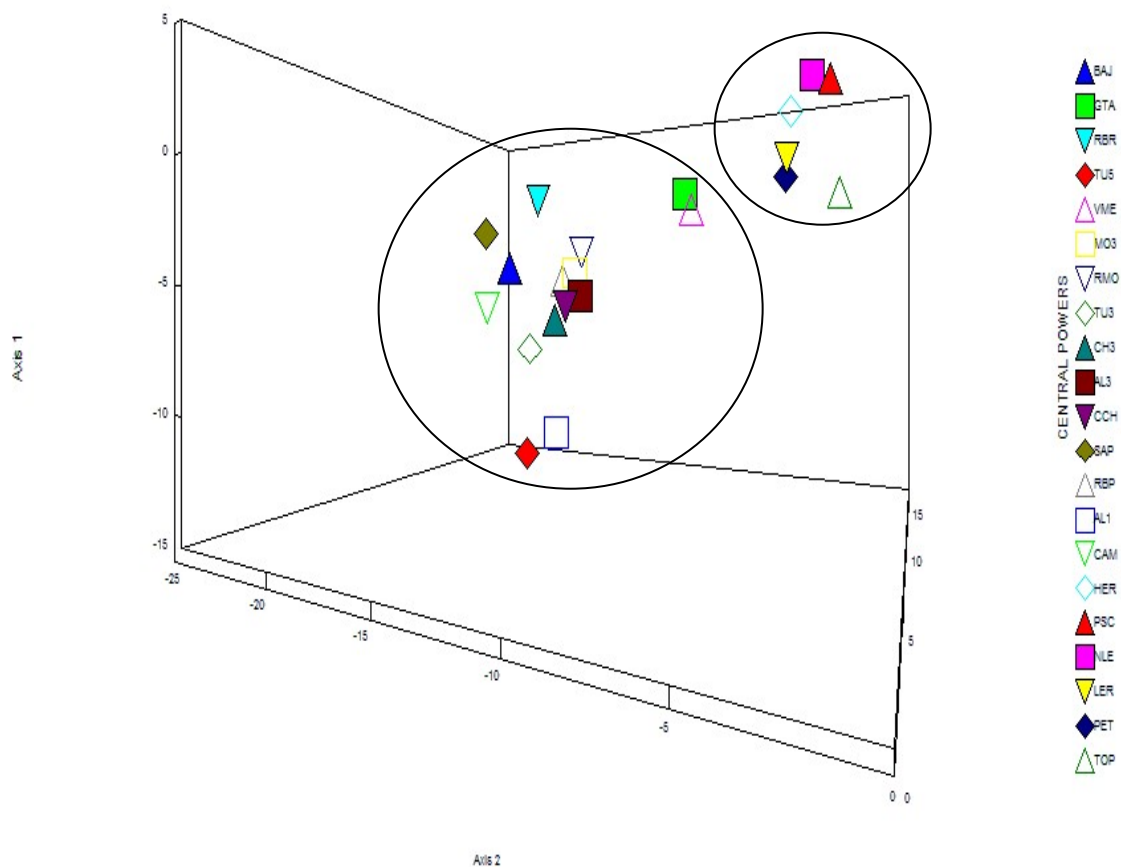


Figura 7.1.3 Análisis de componentes principales.

Los resultados mostrados llevaron a sugerir seis criterios cuantitativos para asignar el nivel de EIA por tipo de central eléctrica, dichos criterios son: 1. tipo de área cercana al proyecto, 2. superficie que ocupa el proyecto, 3. población cercana alrededor de la central eléctrica, 4. cantidad de energía producida, 5. tipo de combustible, y 6. cercanía a un área natural (Tabla 7.1.1), estos criterios se introdujeron en la fórmula (II).

$$NREIA = \frac{1}{TC} \sum_{x=1}^{TC} (Cx) \quad (II)$$

Donde: NREIA = Nivel de Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental

C x = criterios de valor propuestos. (x = 1, 2, 3, 4, 5, y 6)

TC = total de criterios considerados.

Los resultados de la formula se ubicaron en las siguientes escalas de Nivel de Reporte de EIA

- a) Si el valor es menor que 1.0, el proyecto solo necesita presentar un Informe Preliminar.
- b) Si el valor esta entre 1.1 y 1.9, el proyecto requiere un Reporte de EIA General.
- c) Si el valor se encuentra entre 2.0 y 2.9, el proyecto requiere un Reporte de EIA Intermedio.
- d) Si el valor es igual o mayor que 3, el proyecto requiere un Reporte de EIA Especifico.

Tabla 7.1.1 Resultados obtenidos al aplicar los criterios sugeridos.

| Nombre del proyectos | Acrónimos | LOC | COM | ENE | ARE | POP | NAN | TOTAL | LEIAR |
|----------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|
| Samalayuca II | SA2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1.7 | GEIAR |
| Bajío | BAJ | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1.7 | GEIAR |
| Golfo de Tamuín | GTA | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1.5 | GEIAR |
| Río Bravo | RBR | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1.3 | GEIAR |
| Tuxpan V y VI | TU5 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2.3 | IEIAR |
| Valle de México | VME | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1.5 | GEIAR |
| Monterrey III | MO3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2.0 | IEIAR |
| Rosarito | RMO | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2.0 | IEIAR |
| Tuxpan III | TU3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1.7 | GEIAR |
| Chihuahua III | CH3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1.8 | GEIAR |
| Altamira III | AL3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2.0 | IEIAR |
| Chihuahua | CCH | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1.3 | GEIAR |
| Saltillo | SAP | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2.2 | IEIAR |
| Río Bravo P. | RBP | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2.0 | IEIAR |
| Altamira | AL1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2.3 | IEIAR |
| Campeche | CAM | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1.5 | GEIAR |
| Hermosillo | HER | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2.2 | IEIAR |
| Puerto San Carlos | PSC | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1.5 | GEIAR |
| Nuevo León | NLE | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1.8 | GEIAR |
| Lerdo | LER | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1.8 | GEIAR |
| Petalcalco | PET | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1.8 | GEIAR |
| Topolobampo | TOP | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1.8 | GEIAR |

El método propuesto presenta ventajas sobre el método tradicional de asignación de nivel de EIA, ya que permite de forma rápida y certera determinar el nivel de evaluación más adecuado a diferencia del método tradicional el cual no indica los criterios o bases cuantitativas utilizadas en la evaluación, además que el tiempo y costo de la evaluación es largo (Tabla 7.1.2).

Tabla 7.1.2 Comparación entre reportes evaluados por el método tradicional y el método propuesto.

| Modalidad del Reporte | Proyecto evaluado con método tradicional | Proyecto evaluado con el método NREIA |
|-----------------------|--|---|
| REIA-General | SA2, BAJ, GTA, RBR, VME, TU3, CH3, CCH, CAM, TU5, MO3, RMO, AL3, SAP, RBP, AL1 y HER | SA2, BAJ, GTA, RBR, VME, TU3, CH3, CCH, CAM, PSC, NLE, LER, PET y TOP |
| REIA-Intermedio | PSC, PET y TOP. | TU5, MO3, RMO, AL3, SAP, RBP, AL1 y HER |
| REIA-Específico | NLE y GTA | |

7.2 Reportes y criterios cuantitativos en la Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos hidroeléctricos y geotérmicos

En cuanto a proyectos hidroeléctricos y geotérmicos se presentan en la Figura 7.2.1 y sus características socio-ambientales se presentan en la Tabla 7.2.1. La información obtenida se le aplicó al igual que los proyectos termoeléctricos un análisis de cluster (Figura 7.2.2) y un análisis de componentes principales (Figura 7.2.3), del primer análisis se obtuvieron tres grupos: el grupo 1 donde sólo se ubica al proyecto ARA, el cual es una pequeña central geotérmica que produce alrededor de 1 a 50 MW.

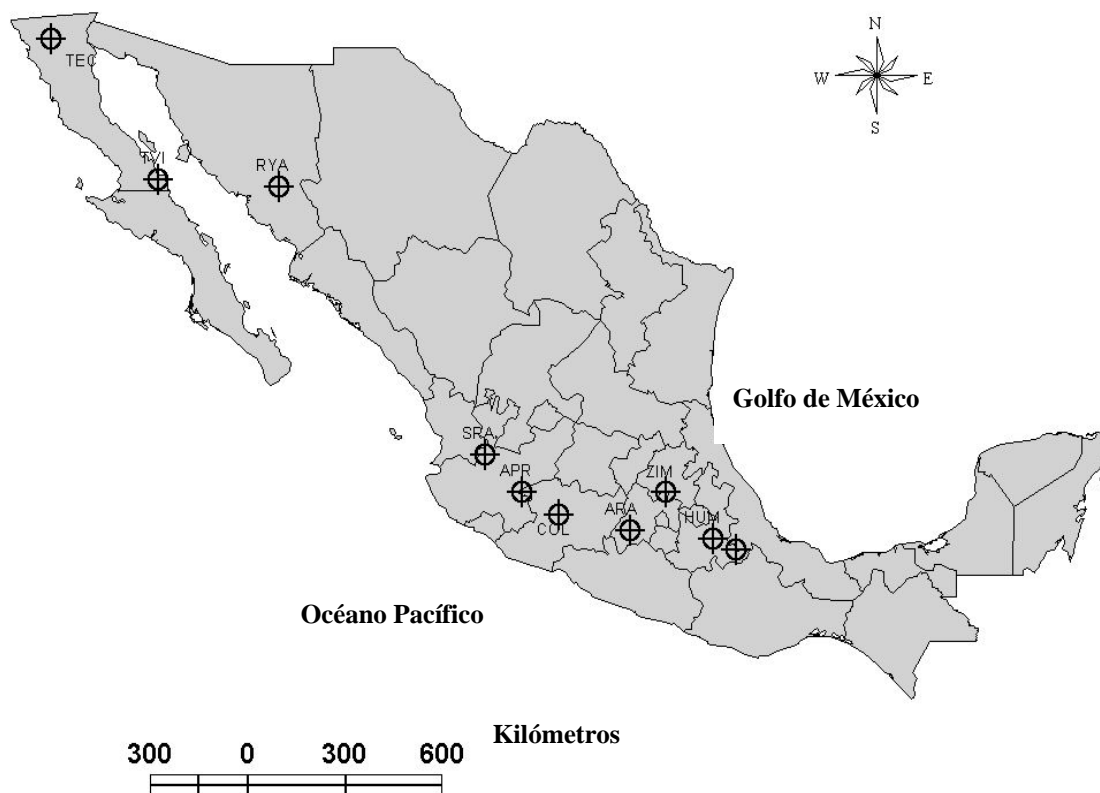


Figura 7.2.1 Localización de proyectos hidroeléctricos y geotérmicos en México.

El grupo 2 esta compuesto por los proyectos ZIM, RYA y COL, que son proyectos que comparten características como: el haber sido evaluado con Matriz de Leopold y que no se ubican cerca de un área natural protegida. En el caso del grupo 3 se dividió en dos subgrupos, el primero comprende los proyectos APR, TEC, SRA, y ATE, que son hidroeléctricas, producen alrededor de 1 a 50 MW y fueron evaluadas por una consultora gubernamental, exceptuando APR. El siguiente subgrupo es el de las geotérmicas TVI y LHU, las cuales usan agua de vapor durante su proceso y producen de 1 a 50 MW, además de estar ubicadas en áreas mayores a 500 ha.

Tabla 7.2.1 Características de las hidroeléctricas y geotérmicas

| Proyectos hidroeléctricos y geotérmicas | NCP | NCP | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | LOC | NDI | KCPP | KFU | ENE | ARE | KEI | NME | KME | POP | CON | AHA | 50< | 50> |
| Araró | ARA | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Zimapán | ZIM | 7 | 4 | 1 | 1 | 5 | 6 | 2 | 1 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Río Yaqui | RYA | 1 | 5 | 1 | 1 | 2 | 11 | 3 | 1 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Cerritos Colorados | COL | 4 | 8 | 2 | 2 | 2 | 11 | 3 | 2 | 5 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Agua Prieta | APR | 4 | 2 | 1 | 1 | 5 | 11 | 5 | 2 | 21 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Tecate | TEC | 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 20 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| San Rafael | SRA | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Atexaco | ATE | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 21 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Tres Vírgenes | TVI | 11 | 2 | 2 | 2 | 1 | 11 | 4 | 1 | 11 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Los Humeros | LHU | 7 | 4 | 2 | 2 | 1 | 11 | 1 | 3 | 22 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |

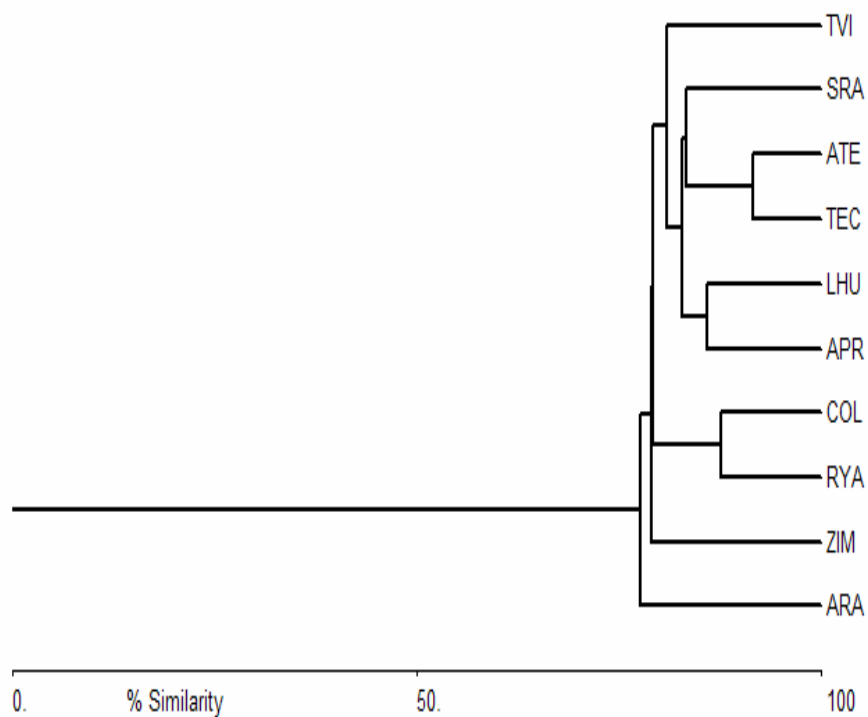


Figura 7.2.2 Análisis de cluster de REIAs realizados de 1988-2000.

La Figura 7.2.3 muestra el análisis de componentes principales aplicado a proyectos hidroeléctricos y geotérmicos, donde se observan los tres grupos de datos ya indicados y en la Tabla 7.2.2, donde se muestra el comparativo entre los resultados del método tradicional y propuesto.

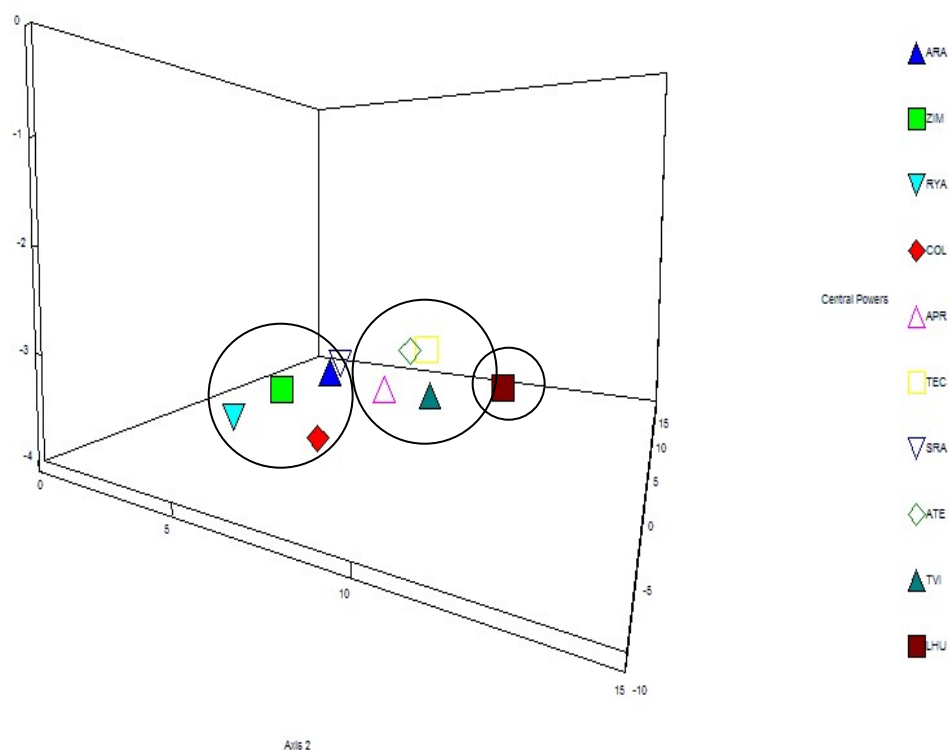


Figura 7.2.3 Análisis de componentes principales para proyectos hidroeléctricos y geotérmicos realizados de 1988-2000.

Después de aplicar los criterios de tipo de población, cercanía al proyecto, capacidad de generación eléctrica (MW), superficie del proyecto, capacidad de reservorio (millones metros cúbicos) y calidad del agua de acuerdo con la NOM-001-ECOL.

En el caso de geotérmicas se propusieron los siguientes criterios: tipo de población cercana al proyecto, empleos generados, capacidad de generación eléctrica (MW), calidad

del agua de acuerdo a NOM-001-ECOL (DOF, 1996) y probabilidad de riesgo. Todos estos criterios se introdujeron a la fórmula (II), de donde se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 7.2.2, y se realizó la comparación entre el método asignación de nivel de REIA tradicional y el propuesto por este trabajo Tabla 7.2.3.

Tabla 7.2.2 Evaluación de proyectos hidroeléctricos y geotérmicos aplicando los criterios propuestos

| Hidroeléctricos y geotérmicos | NCPP | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | TOTAL | REIA |
|-------------------------------|------|----|----|----|----|----|----|-------|------------|
| Araró (CFE, 1989) | ARA | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1.33 | General |
| Zimapán (Coplain, 1991) | ZIM | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2.16 | Intermedia |
| RIO YAQUI (TRIBASA, 1996) | RYA | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1.83 | General |
| C. Colorados (CFE, 1997) | COL | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | General |
| Agua Prieta (CFE, 1993) | APR | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2.00 | Intermedia |
| TECATE (EPA-MEXICO, 1999) | TEC | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1.83 | General |
| San Rafa (CFE, 1997) | SRA | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1.50 | General |
| Atexaco (CFE, 2001) | ATE | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1.83 | General |
| Tres Vírgenes (CFE, 1998) | TVI | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1.33 | General |
| Los Humeros (CFE, 1992) | LHU | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1.16 | General |

Tabla 7.2.3 Comparación entre reportes evaluados por el método tradicional y el método propuesto

| Modalidad del Reporte | Proyecto evaluado con método tradicional | Proyecto evaluado con el método NREIA |
|-----------------------|--|---|
| IP | TVI | |
| REIA-General | ARA, SRA, ATE, y LHU | ARA, RYA, COL, TEC, SRA, ATE, TVI y LHU |
| REIA-Intermedio | ZIM, TEC y APR | ZIM y APR |
| REIA-Específico | RYA, COL | |

7.3 Aspectos legales implícitos en la evaluación del sector eléctrico

a) Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental y Reglamento a Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental

A partir de la información legal-ambiental consultada y de su análisis se procedió conjuntar los elementos disponibles para así sugerir algunas modificaciones en artículos de la LGEEPA y RLGEEPA (Cuadro 7.3.1 y 7.3.2), con el fin facilitar y aclarar algunas regulaciones resultantes al momento de su aplicación sobre todo en aspectos como el tipo de EIA, REIA y proceso administrativos, así como acceso a la información y de aportación de opiniones acerca de las evaluaciones ambientales.

Cuadro 7.3.1 Sugerencias de modificación en artículos de Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA, 2003)

| LGEEPA | Descripción general | Sugerencias |
|--|--|--|
| Título I, Capítulo VI, Sección V, Artículo 31 | La realización de las obras y actividades a que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28, requerirán la presentación de un Informe Preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando: ¹ I. Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones ... II. III. ² IV. La Secretaría publicará en su Gaceta Ecológica, el listado de los informes preventivos que le sean presentados en los términos de este artículo, los cuales estarán a disposición del público. | ¹ Indicar claramente que pasa cuando no existen NOMs en cuanto a impactos como interferencia electromagnética, paisajística y aspectos antropogénicos-ambientales como la cultural y tradiciones. ² Cuando se publiquen los listados de Informes Preventivos (IP) que están a disposición del público se deberá indicar los criterios y razones bajo las cuales se evaluó el IP para asignarle el nivel de REIA. En el caso que el proyecto sea considerado como confidencial debe indicarse en las razones por las cuales se consideró así y cual sería el procedimiento a seguir por parte de la población afectada para poder tener acceso a la información. Nota. Debe indicarse en la ley la definición de información clasificada como confidencial y cuales son las herramientas legales en las que se basa este argumento y cual podría ser el procedimiento legal a seguir para poder consulta dicha información. |

(Continuación del cuadro 7.3.1, LGEEPA, 2003)

| LGEEPA | Descripción general | Sugerencias |
|--------------|--|---|
| Título I, | Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35, pondrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona. | ¹ Se debe definir el término de información clasificada y/o confidencial y que proyecto se consideran así, y debe indicarse en que forma influyen en la aplicación del artículo 159 bis 3 y 159 bis 4. |
| Capítulo V, | ¹ Los promoventes de la obra o actividad podrán requerir que se mantenga en reserva la información que haya sido integrada al expediente y que, de hacerse pública, pudiera afectar derechos de propiedad industrial, y la confidencialidad de la información comercial que aporte el interesado. | ² I. Indicar claramente cual es la sancionar que el promovente se hace acreedor en caso de no publicar de forma adecuada las características del proyecto en los tiempos establecidos |
| Artículo 34, | La Secretaría, a solicitud de cualquier persona de la comunidad de que se trate, podrá llevar a cabo una consulta pública, conforme a las siguientes bases: | ³ II. Proporcional un formato para solicitar información de la manifestación. |
| Sección V | ² I. La Secretaría publicará la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en su Gaceta Ecológica. Asimismo, el promovente deberá publicar a su costa, un extracto del proyecto de la obra o actividad en un periódico de amplia circulación en la entidad federativa de que se trate, dentro del plazo de cinco días contados a partir de la fecha en que se presente la manifestación de impacto ambiental a la Secretaría; | ⁴ III. Indicar y especificar que procedimiento legal se realiza en caso de que un proyecto es definido como confidencial pero se considera como causal de un desequilibrio grave, daños a la salud pública o ecosistema, y si bajo esta condición la Secretaría organizara una reunión pública de información por parte de promovente para explicar los aspectos del proyecto. |
| | ³ II. Cualquier ciudadano, dentro del plazo de diez días contados a partir de la publicación del extracto del proyecto en los términos antes referidos, podrá solicitar a la Secretaría ponga a disposición del público en la entidad federativa que corresponda, la manifestación de impacto ambiental; | |
| | ⁴ III. Cuando se trate de obras o actividades que puedan generar desequilibrios ecológicos graves o daños a la salud pública o a los ecosistemas, de conformidad con lo que señale el reglamento de la presente Ley, la Secretaría, en coordinación con las autoridades locales, podrá organizar una reunión pública de información en la que el promovente explicará los aspectos técnicos ambientales de la obra o actividad de que se trate; | ^{5,6} IV, V Se sugiere proporcionar una guía que indique el como de presentar medidas de prevención y mitigaciones adicionales. Además la Secretaria debe indicar y explicar en que forma se debe anexar la información proporcionada por los interesados al expediente del proyecto con el fin de ser tomadas en cuenta en la evaluación e indicar que información considero como útil en la evaluación |
| | ⁵ IV. Cualquier interesado, dentro del plazo de veinte días contados a partir de que la Secretaría ponga a disposición del público la manifestación de impacto ambiental en los términos de la fracción I, podrá proponer el establecimiento de medidas de prevención y mitigación adicionales, así como las observaciones que considere pertinentes, y | |
| | ⁶ V. La Secretaría agregará las observaciones realizadas por los interesados al expediente respectivo y consignará, en la resolución que emita, el proceso de consulta pública realizada y los resultados de las observaciones y propuestas que por escrito se hayan formulado. | |

(Continuación del cuadro 7.3.1, LGEEPA, 2003)

| | | |
|--------------|--|--|
| Título I, | Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.....I., II., III. a); b) | ¹ Indicar bajo que procedimiento se constatará la veracidad o falsedad de la información contenida en la manifestación y que medidas legales se tomar en caso de que la información proporcionada por el promovente sea falsa, o en su defecto incluir en el Capítulo IV las sanciones administrativas que procede en caso de falsedad de la información. |
| Capítulo V, | | |
| Artículo 35, | ¹ c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate. | |
| Sección V | ² La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. ³ La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate. | ² Indicar el monto de los seguros o garantías que el promovente tendrá que pagar en caso de daño ambiental por falsedad de información del proyecto y la Secretaría deberá desarrollar un tabulador que justifique el monto del seguro o garantías que otorgar el promovente. Para ello se sugiere establecer un tabulado de precios acorde el tipo y tamaño del proyecto eléctrico, la región y el monto de construcción del proyecto por fase ³ Indicar y aclara el porque sólo se evalúan los aspectos ambientales y no los sociales y económicos que también se solicitan en la manifestación, e indicar a quien le compete evaluar dichos aspectos, como se realizará y en caso que se tengan opiniones o sugerencias al respecto como se anexaran estas al expediente. |

(Continuación del cuadro 7.3.1; LGEEPA, 2003)

| LGEEPA | Descripción general | Sugerencias |
|--|---|--|
| Título I, Capítulo V, Artículo 38 bis, Sección V | ¹ Los productores, empresas u organizaciones empresariales podrán desarrollar procesos voluntarios de autorregulación ambiental, a través de los cuales mejoren su desempeño ambiental, respetando la legislación y normatividad vigente en la materia y se comprometan a superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental...I, II, III, IV. | ¹ Indicar e informar claramente cuales serán los beneficios de solicitar y realizar una auditoria ambiental voluntaria. Además es importante establecer el tipo de actividades que requieren una auditoria ambiental necesaria incluyendo aquellas que sean consideradas de prioridad nacional y se debe especificar la importancia y ventaja de estar certificados como una industria limpia. |
| Título VII Artículo 189 | ¹ Toda persona, grupos sociales, organizaciones no gubernamentales, asociaciones y sociedades podrán denunciar ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o ante otras autoridades todo hecho, acto u omisión que produzca o pueda producir desequilibrio ecológico o daños al ambiente o a los recursos naturales, o contravenga las disposiciones de la presente Ley y de los demás ordenamientos que regulen materias relacionadas con la protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico..... | ¹ Hacer de conocimiento público guías, manuales o trípticos del procedimiento a seguir para realizar una denuncia popular, aun cuando no se cuente con acceso a la información por ser un proyecto considerado como confidencial o de prioridad nacional. Además es necesario especificar e indicar la vía legal y procedimiento que se dará a denuncias y se debe incluir en Capítulo IV las sanciones administrativas que se aplican. |
| Título VII Artículo 196 | ¹ Cuando una denuncia popular no implique violaciones a la normatividad ambiental, ni afecte cuestiones de orden público e interés social, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente podrá sujetar la misma a un procedimiento de conciliación. En todo caso, se deberá escuchar a las partes involucradas. | ¹ Indicar y especificar el procedimiento de conciliación a seguir en caso de una denuncia popular y que sucede si no hay normas aplicables. |

Cuadro 7.3.2 Sugerencias a considera en los artículos del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (RLGEEPA, 2002)

| RLGEEPA | Descripción general | Sugerencias |
|--------------|--|---|
| Capítulo III | <p>¹ Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</p> <p>I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;</p> <p>II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;</p> <p>III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y</p> <p>IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.</p> <p>En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.</p> | <p>¹ Listar los tipos de proyectos pueden caer dentro de la modalidad de REIA-Regional acorde con a una serie de características o atributos que la SEMARNAT establecerá en cuanto a dimensiones, rango de influencia del proyecto, lista de cuencas hidrológicas. Así como definir claramente el tipo de impactos existentes y proponer las metodologías más aptas para realizar la evaluación por tipo de proyectos, así como facilitar los procesos administrativos cuando se trate de proyectos ubicados en un o más estado o regiones del país.</p> |
| Artículo 11 | <p>La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:</p> <p>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</p> <p>II. Descripción del proyecto</p> <p>¹ III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia de impacto ambiental y, en su caso, con las regulaciones sobre uso de suelo;</p> <p>IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;</p> <p>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;</p> <p>VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;</p> <p>VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</p> <p>² VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores los resultados de la manifestación de impacto ambiental.</p> | <p>¹ La autoridad ambiental deberá listar el tipo de normas aplicadas a cada proyecto o sector productivo, mientras que el promovente del proyecto debe justificara el tipo de normas que se aplicarán al proyecto y las alternativas o actividades que realizará para no infringir alguna regulación ambiental.</p> <p>² En el punto VIII, indicar al promovente los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que se deben reportar y que serán verificados, además la información se deberá sustentar científicamente al igual que los resultados del REIA-Particular y especificados en las fracciones anteriores de del presente artículo.</p> |
| Artículo 12 | | |

(Continuación del cuadro 7.3.2; RLGEEPA, 2002)

| RLGEEPA | Descripción general | Sugerencias |
|-------------|---|---|
| Artículo 13 | <p>¹ La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</p> <p>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</p> <p>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;</p> <p>III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;</p> <p>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</p> <p>² V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</p> <p>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.</p> | <p>¹ Indicar que sucederá en caso de que el promovente de un proyecto no sigan el formato de REIA, o deberá modificarse este apartado indicando su obligatoriedad.</p> <p>¹ Anexar a REIA Regional cuales son los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables para los proyectos eléctricos y actividades relacionadas incluyendo los proyecto de energía renovable o en su defecto elaborar una lista del tipo de ordenamientos por sector y sub-sector que se aplican</p> <p>² La autoridad ambiental deberá sugerir metodologías y elementos técnicos apropiadas para evaluar este tipo de REIA o en su defecto el promovente deberá explicar el por que la metodología de evaluación en una forma clara, veraz, y verificables que sustente los resultados presentados</p> |
| Artículo 17 | <p>El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:</p> <p>I. La manifestación de impacto ambiental;</p> <p>II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y</p> <p>III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.</p> <p>¹ Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo (ERA).</p> | <p>¹ Especificar claramente si un ERA es un documento independiente del REIA o complementario y como se deberá presentara ante la autoridad ambiental.</p> |
| Artículo 18 | <p>¹ El estudio de riesgo a que se refiere el artículo anterior, consistirá en incorporar a la manifestación de impacto ambiental la siguiente información:</p> <p>I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto;</p> <p>II. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y</p> <p>III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.</p> <p>La Secretaría publicará, en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica, las guías que faciliten la presentación y entrega del estudio de riesgo.</p> | <p>¹ Indicar si es obligatorio el uso de la guía facilitadora para presentar un ERA y que sucederá si no sigue el formato sugerido.</p> |

(Continuación del cuadro 7.3.2; RLGEEPA, 2002)

| RLGEEPA | Descripción general | Sugerencias |
|----------------------------|--|---|
| Artículo 21 | ¹ La Secretaría, en un plazo no mayor a diez días contados a partir de que reciba la solicitud y sus anexos, integrará el expediente; en ese lapso, procederá a la revisión de los documentos para determinar si su contenido se ajusta a las disposiciones de la Ley, del presente reglamento y a las normas oficiales mexicanas aplicables | ¹ Crear una lista de las leyes y normas especificar por tipo de proyecto eléctrico, sub-sector o actividades relacionadas, desde los artículo 12 y 13, lo cual simplificara esta etapa regualtoria, además se disminuirá el tiempo y costo del proceso administrativo. |
| Capítulo IV Artículo 29 | ¹ La realización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 5to del presente reglamento requerirán la presentación de un informe preventivo, cuando: I. Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que las obras o actividades puedan producir; II. Las obras o actividades estén expresamente previstas por un plan parcial o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que cuente con previa autorización en materia de impacto ambiental respecto del conjunto de obras o actividades incluidas en él, proyecto. III. Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales previamente autorizados por la Secretaría, en los términos de la Ley y de este reglamento | ¹ Indicar que en el caso de que no existan normas ambientales aplicables a proyectos como el de generación de electricidad por medios renovable cual será el procedimiento administrativo y legal-ambiental a seguir. |
| Artículo 33 | La Secretaría analizará el informe preventivo y, en un plazo no mayor a veinte días, notificará al promovente: I. Que se encuentra en los supuestos previstos en el artículo 28 de este reglamento y que, por lo tanto, puede realizar la obra o actividad en los términos propuestos, o II. Que se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental, en alguna de sus modalidades. ¹ Tratándose de informes preventivos en los que los impactos de las obras o actividades a que se refieren se encuentren totalmente regulados por las normas oficiales mexicanas, transcurrido el plazo a que se refiere CFEeste artículo sin que la Secretaría haga la notificación correspondiente, se entenderá que dichas obras o actividades podrán llevarse a cabo en la forma en la que fueron proyectadas y de acuerdo con las mismas normas. | ¹ Especificar que sucede en el caso en que no existan leyes o normas ambientales aplicables al tipo de proyecto a desarrollar. Además la autoridad ambiental debe desarrollar una guía que facilite realizar los procesos administrativos y legales-ambientales de este tipo de proyectos. |

(Continuación del cuadro 7.3.2; RLGEEPA, 2002)

| RLGEEPA | Descripción general | Sugerencias |
|---------------------------|---|--|
| Capítulo V Artículo 35 | ¹ Los informes preventivos, las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo podrán ser elaborados por los interesados o por cualquier persona física o moral. | ¹ Las personas que realizaran una EIA deben tener contar con los conocimientos necesarios para la elaboración de un REIA y en caso contrario se debe solicitar asesoría profesional en el área ambiental tanto para el IP como el REIA y ERA.. |
| Artículo 36 | Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales. ¹ La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá al prestador de servicios o, en su caso, a quien lo suscriba. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley, sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas. | ¹ Publicar una lista de consultores profesionales y certificados, así como indicar las sanciones a las que se hace responsable el representante o prestador de servicios en caso de falsedad de información en el REIA, así como establecer el monto de pago para resarcir los daños ambientales que genere un proyecto. ¹ La PROFEPA debe realizar inspecciones periódicas que supervise el desempeño de proyecto y que en caso de incumplimiento de alguna regulación indicada por la LGEEPA y RLGEEPA se levantara un acta de hechos donde se especifique los plazos para regularizar su situación y sanciones a las que se hace acreedor en caso de incumplimiento de las normas o regulaciones aplicables y que en caso de incumplimiento se para la obra y cancelará la licencia del consultor. |
| Artículo 40 | ¹ La Secretaría, a solicitud de cualquier persona de la comunidad de que se trate, podrá llevar a cabo una consulta pública, respecto de proyectos sometidos a su consideración a través de manifestaciones de impacto ambiental. La solicitud a que se refiere al párrafo anterior deberá presentarse por escrito dentro del plazo de diez días contados a partir de la publicación de los listados de las manifestaciones de impacto ambiental. En ella se hará mención de: a); b).....; c), y ² d) La demás información que el particular desee agregar | ¹ Indicar claramente bajo que condiciones se lleva a una consulta pública y cual es el procedimiento a seguir cuando un proyecto u obra considerados como confidencial o de prioridad nacional pero que causara un impacto ambiental. ² Ampliar los plazos para presentar y agregar información a la manifestación. |

(Continuación del cuadro 7.3.2; RLGEPA, 2002)

| RLGEPA | Descripción general | Sugerencias |
|--|---|---|
| Artículo 41 | <p>¹ La Secretaría, dentro de los cinco días siguientes a la presentación de la solicitud, notificará al interesado su determinación de dar o no inicio a la consulta pública.</p> <p>Cuando la Secretaría decida llevar a cabo una consulta pública, deberá hacerlo conforme a las bases que a continuación se mencionan:</p> <p>I. El día siguiente a aquel en que resuelva iniciar la consulta pública, notificará al promovente que deberá publicar, en un término no mayor de cinco días contados a partir de que surta efectos la notificación, un extracto de la obra o actividad en un periódico de amplia circulación en la entidad federativa donde se pretenda llevar a cabo; de no hacerlo, el plazo que restare para concluir el procedimiento quedará suspendido. La Secretaría podrá, en todo caso, declarar la caducidad en los términos del artículo 60 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.</p> <p>El extracto del proyecto de la obra o actividad contendrá, por lo menos, la siguiente información:.....</p> | <p>¹ Establecer e indicar los criterios cualitativos o cuantitativos bajo los cuales se acepta o niega la petición de una consulta pública. Además la SEMARNAT deberá proporcionar al público o comunidad que lo solicite accesorias para la presentación de observaciones o sugerencias acerca de medidas de mitigación y prevención o en su defecto proporcionar la lista de consultores certificados para realizar la evaluación.</p> |
| <p>Capítulo VII</p> <p>Artículo 45</p> | <p>¹ Una vez concluida la evaluación de la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría deberá emitir, fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:</p> <p>I. Autorizar la realización de la obra o actividad en los términos y condiciones manifestados;</p> <p>II. Autorizar total o parcialmente la realización de la obra o actividad de manera condicionada.</p> <p>En este caso la Secretaría podrá sujetar la realización de la obra o actividad a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación que tengan por objeto evitar, atenuar o compensar los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal, etapa de abandono, término de vida útil del proyecto, o en caso de accidente, o</p> <p>III. Negar la autorización en los términos de la fracción III del Artículo 35 de la Ley</p> | <p>¹ Al emitir la resolución por parte de la SEMARNAT acerca de la aceptación total, parcial y negación se deberá indicar claramente cuales fueron los criterios tomados en cuenta en la resolución y si se consideraron las sugerencias públicas del indicadas en regulaciones de indicadas en el artículo 34, sección V. párrafo IV y el artículo 189 de la LGEEPA..</p> |
| Artículo 48 | <p>¹ En los casos de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará las condiciones y requerimientos que deban observarse tanto en la etapa previa al inicio de la obra o actividad, como en sus etapas de construcción, operación y abandono.</p> | <p>¹ La autoridad ambiental debe indicar el monto del seguro y garantía de una obra actividad condicionada y el uso que se le dará a estas garantías y seguros en caso del incumplimiento por parte del promovente según lo establece el artículo 51</p> |

(Continuación del cuadro 7.3.2; RLGEEPA, 2002)

| RLGEEPA | Descripción general | Sugerencias |
|------------------------------|---|--|
| Capítulo VIII Artículo 52 | ¹ La Secretaría fijará el monto de los seguros y garantías atendiendo al valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones. En todo caso, el promovente podrá otorgar sólo los seguros o garantías que correspondan a la etapa del proyecto que se encuentre realizando. Si el promovente dejara de otorgar los seguros y las fianzas requeridas, la Secretaría podrá ordenar la suspensión temporal, parcial o total, de la obra o actividad hasta en tanto no se cumpla con el requerimiento. | ¹ Elaborar un tabulador del monto de los seguros y garantías por tipo y valor del proyecto donde se evalué el valor real del proyecto y aquellos recursos naturales que se manifiesten en REIA que podría ser afectados. |
| Artículo 54 | ¹ La Secretaría constituirá un Fideicomiso para el destino de los recursos que se obtengan por el cobro de seguros o la ejecución de garantías. Asimismo, dichos recursos serán aplicados a la reparación de los daños causados por la realización de las obras o actividades de que se trate | ¹ La SEMARNAT indicará por medio de la gaceta oficial, pagina electrónica o diario de circulación nacional los montos de capital con los que cuenta el fideicomiso e indicar el uso y destino anualmente. |
| Capítulo X Artículo 65 | ¹ Toda persona, grupos sociales, organizaciones no gubernamentales, asociaciones y sociedades podrán denunciar ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o ante otras autoridades todo hecho, acto u omisión que produzca o pueda producir desequilibrio ecológico o daños al ambiente o a los recursos naturales, o contravengan las disposiciones jurídicas en esta materia, y se relacionen con las obras o actividades mencionadas en el artículo 28 de la Ley y en el presente reglamento. Las denuncias que se presentaren serán substanciadas de conformidad con lo previsto en el Capítulo VII del Título sexto de la propia Ley. | ¹ La PROFEPA otorgará el formato de denuncia ambiental que contendrá los datos generales del demandante, características del proyecto y cuales son los incumplimientos, afectaciones o daños evaluados por un profesional en el área. |

b) Normas Oficiales Mexicanas

En cuanto a la normatividad aplicada a la EIA de proyectos eléctricos se revisaron y analizaron las normas oficiales mexicanas (NOM) implícitas en este tipo de proyectos, al tiempo que se propusieron algunas normas a ser desarrolladas para la producción de energía renovable y líneas de transmisión (Cuadro 7.3.3).

Cuadro 7.3.3 Normas ambientales propuestas para la producción de energía renovable
(Elaboración propia)

| Norma | Texto |
|-----------------------------------|---|
| NOM X ₁ -SEMARNAT-2005 | Establecer las especificaciones técnicas en cuanto a altura, color, iluminación, etc. que deben cumplir las líneas de transmisión, esto para evitar anidación y electrocución de avifauna residente y migrante. |
| NOM X ₂ -SEMARNAT-2005 | Establecer las especificaciones técnicas en cuanto a dimensiones de la hélice y turbina, altura, color, etc., así como ubicación e iluminación que debe tener las turbinas en la centra eólica con el fin de evitar daños en la fauna voladora por colisión que actúe como barrera, evitando la migración, alimentación, reproducción, etc. de fauna terrestre pequeña. |
| NOM X ₃ -SEMARNAT-2005 | Establecer la distancia mínima de ubicación de una central eólica con respecto a una comunidad natural y/o humana, que actúe como zona buffer. |
| NOM X ₄ -SEMARNAT-2005 | Establecer las especificaciones técnicas en cuanto a tamaño y número de celda de un sistema fotovoltaico por superficie de terreno, así como indicar la forma en que debe disponerse dichas celdas al final de su vida útil. |
| NOM X ₅ -SEMARNAT-2005 | Establecer los límites máximos permisibles de ruido generado por aeroturbinas tanto dentro como fuera de la central eólica en áreas urbanas, semirurales y rurales. |
| NOM X ₆ -SEMARNAT-2005 | Establecer métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar el paisaje urbano, semirural y rural, donde se pretenda establecer un proyecto de producción electricidad por medio de algún recursos renovable |

7.4 Métodos utilizados en la evaluación de impacto ambiental de proyectos eléctricos

Como se mencionó en Capítulo 5 no hay una razón justificada para usar tal o cual método de EIA, por tal motivo se propusieron una serie de criterios cuantitativos y cualitativos, y una escala de capacidad de evaluación (0= nula, 1= baja, y 3= mediana) para calificar a cada método sugerido por la autoridad ambiental y algunos propuestos. El valor numérico de la evaluación se introdujo en el Índice de Evaluación de Métodos (IEM), los resultados se muestran en las Tabla 7.4.1 a 7.4.4., mientras que en la Tabla 7.4.5 se marcan los métodos más adecuados para cada proyecto eléctrico.

Tabla 7.4.1 Criterios propuestos para evaluar los métodos de Sistema Gráfico y Redes

| Criterios | (SGR) Matriz Leopold (Leopold <i>et al</i> , 1971) | (SGR) CNYRPAB (1972) | (SGR) Bereano (1972) | (SGR) Sorensen (1971) | (SGR) MOPU (1984,1990) | (SGR) Banco Mundial (1974) |
|-----------------------------------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Método conocido y aplicado | Si | No | No | Si | Si | Si |
| Objetivo | No | No | No | No | Si | Si |
| Subjetivo | Si | Si | Si | Si | Si | No |
| Identifica impactos | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Caracteriza impactos | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Predice | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| Interpretación | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| Comunicación | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| Replicabilidad de resultados | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Nivel de detalle | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| Considera aspectos sociales | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Considera aspectos económicos | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Considera aspectos culturales | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Requiere una base de datos | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| Requiere tiempo-dinero | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Requiere habilidades técnicas | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| Requiere conocimientos en computo | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| Requiere conocimientos previos | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| TOTAL | 16 | 18 | 15 | 31 | 22 | 28 |
| IEM (%) | 12 | 14 | 12 | 24 | 17 | 22 |
| Xij | | | | | | 130 |

Capacidad de evaluación 0= nula; 1= baja; 2= mediana y 3= alta. *Métodos sugeridos; (**)=sin información

Tabla 7.4.2 Criterios propuestos para evaluar métodos de Sistemas Cartográfico y Métodos de Evaluación de Impactos

| Criterios | (SC) Clasificación, superposición de capas de información | (SC) McHarg (1968,1969) | (SC) Tricart (1962) | (SC) Falque (1975) | (SEI) Dickert (1985,1974) | (SEI) Estevan Bolea (1980) |
|-----------------------------------|---|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Método conocido y aplicado | Si | No | No | No | No | Si |
| Objetivo | Si | No | Si | Si | Si | Si |
| Subjetivo | Si | Si | No | No | No | Si |
| Identifica impactos | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Caracteriza impactos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Predice | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Interpretación | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| Comunicación | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 |
| Replicabilidad de resultados | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| Nivel de detalle | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| Considera aspectos sociales | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Considera aspectos económicos | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Considera aspectos culturales | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 1 |
| Requiere una base de datos | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 |
| Requiere tiempo-dinero | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| Requiere habilidades técnicas | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| Requiere conocimientos en computo | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| Requiere conocimientos previos | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| TOTAL | 15 | 27 | 36 | 27 | 29 | 19 |
| IEM (%) | 14 | 26 | 34 | 26 | 60 | 40 |
| Xij | | | | 105 | | 48 |

Capacidad de evaluación 0= nula; 1= baja; 2= mediana y 3= alta. *Métodos sugeridos(**)= Basado análisis Thompson (1990).

Tabla 7.4.3 Criterios propuestos para evaluar Métodos basados en Parámetros, Índices e Integración y Métodos Cualitativos

| Criterios | (MPIIE) Holmes (1971) | (MPIIE) George University (**) | (MPIIE) Hill- Scheckter (**) | (MPIIE) Fisher- Davies (1973) | (MC) Batelle Columbus (1972) Dee, <i>et al</i> (1973 a, b) | (MC) Gómez (2003) |
|-----------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|--|---|-------------------------|
| Método conocido y aplicado | Si | No | No | Si | Si | Si |
| Objetivo | No | Si | Si | No | Si | Si |
| Subjetivo | Si | No | No | Si | No | Si |
| Identifica impactos | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Caracteriza impactos | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Predice | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Interpretación | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| Comunicación | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| Replicabilidad de resultados | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| Nivel de detalle | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Considera aspectos sociales | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Considera aspectos económicos | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 2 |
| Considera aspectos culturales | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Requiere una base de datos | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| Requiere tiempo-dinero | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Requiere habilidades técnicas | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Requiere conocimientos en computo | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| Requiere conocimientos previos | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| TOTAL | 14 | 36 | 32 | 24 | 28 | 39 |
| IEM | 13 | 34 | 30 | 23 | 18 | 25 |
| Xij | | | | 106 | | 64 |

Capacidad de evaluación 0= nula; 1= baja; 2= mediana y 3= alta. *Métodos sugeridos; (**)= Basado análisis Thompson (1990).

Tabla 7.4.4 Criterios propuestos para evaluar Métodos Alternos

| Criterios | | (MA) *Delphi (Weaver, 1970, Dalkey, 1971) | (MA) *AHP (Saaty,1980) | (MA) *PROMETHEE-GAIA (Brans ,1985, 1986 y 2002) |
|-----------------------------------|--|---|------------------------------|--|
| Método conocido y aplicado | | Si | Si | No |
| Objetivo | | No | No | Si |
| Subjetivo | | Si | Si | Si |
| Identifica impactos | | 1 | 2 | 2 |
| Caracteriza impactos | | 0 | 0 | 0 |
| Predice | | 1 | 3 | 2 |
| Interpretación | | 2 | 2 | 2 |
| Comunicación | | 2 | 2 | 2 |
| Replicabilidad de resultados | | 1 | 2 | 3 |
| Nivel de detalle | | 3 | 2 | 2 |
| Considera aspectos sociales | | 3 | 2 | 2 |
| Considera aspectos económicos | | 3 | 2 | 2 |
| Considera aspectos culturales | | 3 | 2 | 2 |
| Requiere una base de datos | | 2 | 2 | 2 |
| Requiere tiempo-dinero | | 1 | 2 | 3 |
| Requiere habilidades técnicas | | 1 | 2 | 3 |
| Requiere conocimientos en computo | | 1 | 2 | 3 |
| Requiere conocimientos previos | | 2 | 3 | 3 |
| TOTAL | | 26 | 30 | 33 |
| IEM | | 17 | 19 | 21 |
| Xij | | | | 156 |

Tabla 7.4.5 Métodos sugeridos por tipo de proyecto eléctrico

| Grupo | Método | Puntuales | | | | | | Zonales | Regionales |
|-------|--|-----------------|------------------|------------------|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------|
| | | Termoeléctricas | Núcleo eléctrica | Carbo eléctricas | Subestaciones | Geoeléctricas | Eoloeléctricas y/o celdas solares | Hidroeléctricas | Líneas de Transmisión |
| SGR | Matriz Leopold y/o Sieve (1971) | | | | | | | | |
| | CNYRPAB (1972) | | | | | | | | |
| | Bereano (1972) | | | | | | | | |
| | Sorensen (1971) | | | X | X | | | X | |
| | Guía MOPU (1984, 1990) | | | | | X | X | | X |
| | Banco Mundial (1974) | X | X | | | | | | |
| SC | Sobre posición de capas de información | | | | | X | X | | |
| | McHarg (1968, 1969) | | | X | X | | | | |
| | Tricart (1962) | X | X | | | | | X | |
| | Falque (1975) | | | | | | | | X |
| SEI | Dickert (1985,1974) | | | X | X | X | X | X | X |
| | Estevan-Bolea (1980) | X | X | | | | | | |
| MPIIE | Holmes (1971) | | | | | | | | |
| | George University | X | X | | | | | | |
| | Hill-Scheckter | | | X | X | | | X | X |
| | Fisher-Davies (1973)) | | | | | X | X | | |
| MC | Batelle Columbus (1972) (Dee, <i>et al</i> , 1973 a,b) | X | | X | X | X | X | | |
| | Gómez-Orea (2003) | | X | | | | | X | X |
| *MA | Delphi (Weaver, 1970; Dalkey, 1971) | | | | | | | | |
| | AHP (Saaty, 1980, 1977) | | | X | X | X | X | | |
| | PROMETHEE-GAIA (Brans <i>et al</i> , 1985, 1986 2002) | X | X | | | | | X | X |

7.5 Proyectos eléctricos sustentables en el norte del país

a) Aspectos socio-económicos

Otro tema que se abordó a lo largo de este trabajo fueron los proyectos eléctricos desarrollados en el norte del país y su sustentabilidad, debido a su importancia no solo

numérica (77 proyectos eléctricos)’, que generan 6,764.73 GW y representan el 37.8 % de la energía eléctrica nacional, y 16 proyectos que se encuentran en proceso de factibilidad (Cuadro 7.5.1), lo cual es indicador directo del desarrollo socio-económico de la región (Cuadro 7.5.2) al igual que Producto Interno Bruto (PIB) que se genera por la industria manufacturera, comercio, y servicios turísticos (Cuadro 7.5.3).

Cuadro 7.5.1 Proyectos eléctricos en etapa de factibilidad el norte de México (SENER, 2004)

| Entidad Federativa | Tipo de Central | Sitio | Nombre del Proyecto | Número de unidades | Capacidad total (MW) | Tipo de Estudio |
|-----------------------|-----------------|-------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Baja California Norte | T | Ejido San Luis | CC Mexicali | 1 x 253 | 253 | Sitio caracterizado |
| Baja California Norte | H | N/d | Paeb El Descanso | 4 x 250 | 1000 | Estudio de factibilidad terminado |
| Baja California Sur | T | Coromuel | Cd. Baja California Sur I | 1 x 38 | 38 | Sitio caracterizado |
| | T | Coromuel | Cd. Baja California Sur II | 1 x 38 | 38 | Estudio de identificación 2003 |
| | T | Nuevo | Cd. Baja California Sur IV | 1 x 38 | 38 | Estudio de identificación 2005 |
| | T | Vizcaíno, Mulegés | Cd. Guerrero Negro II | 1 x 10 | 10 | Sitio caracterizado |
| Chihuahua | H | s/d | Madera | 2 x 138 | 276 | Estudio de factibilidad terminado |
| Noreste | T | Nuevo | CC Río Bravo v | 1 x 550 | 550 | Estudio de identificación 2004 |
| Noroeste | T | El Fresnal | CC Agua Prieta II | 2 x 235 | 470 | Estudio de identificación 2006 |
| | T | Nuevo | CC Noroeste | 2 x 235 | 470 | Estudio de identificación 2004 |
| | T | Nuevo | CC Noroeste i | 2 x 235 | 470 | Estudio de identificación 2006 |
| Nuevo León | H | s/d | Páez Monterrey | 2 x 100 | 200 | Estudio de factibilidad terminado |
| Sonora | H | s/d | Soyopa | 2 x 23 | 46 | Estudio de factibilidad terminado |
| | H | s/d | El Mezquite | 2 x 20 | 40 | Estudio de factibilidad terminado |
| | H | s/d | Ampliación Macuzari | 1 x 6.7 | 6.7 | Ampliación instalada |
| | H | s/d | Ampliación Yiachic | 1 x 5.8 | 5.8 | Ampliación instalada |
| T= termoelectrica;; | | | H = hidroeléctrica | | s/d = sin dato. | |

Cuadro 7.5.2 Energía consumida por tipo de actividad (GWh) (INEGI, 2002 a, b, 2003).

| Entidad Federativa | Doméstico | Agrícola | Industrial | Comercial | Temporal | Alumbrado público | Bombeo de agua potable y negra | Usos propios de la energía eléctrica | Mercado exterior | Perdidas de energía eléctrica |
|------------------------------|-----------|----------|------------|-----------|----------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------|
| Baja California Norte | 1949 | 142 | 3185 | 574 | s/d | 86 | 39 | 886 | 82 | 555 |
| Baja California Sur | 300 | 249 | 303 | 115 | s/d | 20 | 39 | 154 | s/d | 87 |
| Coahuila | 1126 | 560 | 5261 | 238 | 1 | 77 | 23 | 970 | s/d | 826 |
| Chihuahua | 1287 | 1017 | 3753 | 315 | 1 | 113 | 39 | 597 | s/d | 1285 |
| Durango | 356 | 374 | 1044 | 89 | s/d | 42 | 21 | 279 | s/d | 356 |
| Nuevo León | 2282 | 128 | 8981 | 570 | s/d | 147 | 18 | 733 | 1 | 1355 |
| Sinaloa | 1578 | 100 | 1139 | 313 | s/d | 60 | 40 | 294 | s/d | 769 |
| Sonora | 1873 | 1123 | 3672 | 379 | 1 | 78 | 33 | 805 | s/d | 842 |
| Tamaulipas | 1676 | 71 | 3219 | 404 | s/d | 93 | 29 | 601 | s/d | 1009 |
| Total zona norte | 12,427 | 3,764 | 30,557 | 2,997 | 3 | 716 | 281 | 5,319 | 83 | 7,084 |
| Nacional | 31,690 | 7,743 | 82,085 | 1,0496 | 14 | 3,087 | 2,088 | 10,111 | 273 | 25,914 |
| % respecto al total nacional | 39.21 | 48.61 | 37.23 | 28.55 | 21.43 | 23.19 | 13.46 | 52.61 | 30.40 | 27.34 |

s/d = sin dato

Cuadro 7.5.3 Distribución porcentual del Producto Interno Bruto en valores básicos por actividades económicas (INEGI, 2003)

| Entidad federativa \ Actividad | Baja California Norte | Baja California Sur | Coahuila | Chihuahua | Durango | Nuevo León | Sinaloa | Sonora | Tamaulipas |
|---|-----------------------|---------------------|----------|-----------|---------|------------|---------|--------|------------|
| Agropecuaria, silvicultura y pesca | 2.76 | 8.72 | 3.93 | 5.95 | 17.39 | 1.44 | 21.32 | 12.09 | 5.78 |
| Minera | 0.14 | 1.96 | 2.98 | 0.54 | 2.6 | 0.48 | 0.42 | 1.86 | 1.22 |
| Industria manufacturera | 18.78 | 3.85 | 37.39 | 17.97 | 18.09 | 26.87 | 7.55 | 14.92 | 20.92 |
| Construcción | 2.56 | 5.8 | 2 | 4.26 | 4.09 | 3.22 | 2.61 | 2.55 | 4.83 |
| Electricidad, gas y agua | 3.17 | 3.12 | 2.47 | 0.95 | 1.68 | 1.4 | 1.98 | 2.74 | 3.32 |
| Comercio, restaurantes y hoteles | 25.44 | 17.9 | 18.91 | 34.54 | 17.78 | 21.75 | 20.17 | 23.96 | 21.05 |
| Transporte, almacenamiento y comunicaciones | 12.71 | 10.13 | 11.08 | 12.02 | 9.74 | 12.88 | 12.53 | 12.36 | 16.37 |
| Serv. Financieros, act. Inmobiliarias | 18.69 | 29.73 | 10.31 | 11.84 | 12.68 | 15.93 | 16.65 | 14.06 | 12.73 |
| Serv. Comunales, sociales y personales | 17.32 | 19.56 | 12.21 | 13.11 | 17.11 | 19.44 | 19.9 | 18.59 | 14.76 |

La región norte del país se caracteriza por su dinámica de actividades industriales relacionada con la rama automotriz, metálica y alimentaria. Productos que en gran medida son exportados bajo la modalidad de maquila. También se realizan actividades agrícolas y pesqueras orientadas a la exportación, donde los flujos de importación y exportación vía portuaria generan alrededor del 27 % del PIB nacional. Todas estas actividades requieren de energía eléctrica, tal es el caso de la industria manufacturera y el comercio que representan las actividades más importantes en esta región, donde además vive el 27 % del

total de la población y el 21.98 % de la población ocupada en el país, según lo reportado INEGI (2000) y Cordera (1998).

La electricidad en esta región ha beneficiado a 34,934 localidades (INEGI, 2003), es decir el 27.8 % del total de localidades a nivel nacional, además la electricidad es una variable que se incluye en el Índice de Marginación e indica que el contar con energía eléctrica aumenta la calidad de vida de una población. En el caso del Índices de Desarrollo Humano (IDH) en esta zona van de alto a medio alto, lo cual pone de manifiesto el desarrollo a nivel de educación, alimentación, etc., con los que cuenta la población del norte de país (Cuadro 7.5.4).

Cuadro 7.5.4 Índice de Marginación e Índice Desarrollo Humanos en entidades federativas del norte de México (INEGI, 2002 a; CONAPO, 2000 a, b)

| Entidad Federativa | Índices | Tasa de crecimiento anual de la población (1990-2000) | % de viviendas con energía eléctrica (2000) | (IM) Índice Marginación (2000) | (GM) Grado de Marginación, año (2000) | (IDH) Índice de Desarrollo Humano (2000) | (GDH) Grado de Desarrollo Humano, (2000) |
|-----------------------|---------|---|---|--------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| Baja California Norte | | 4.15 | 97.17 | -1.2684 | Muy Bajo | 0.822 | Alto |
| Baja California Sur | | 2.95 | 94.6 | -0.8017 | Bajo | 0.817 | Alto |
| Coahuila | | 1.55 | 98.13 | -1.202 | Muy Bajo | 0.828 | Alto |
| Chihuahua | | 2.27 | 93.93 | -0.789 | Bajo | 0.819 | Alto |
| Durango | | 0.72 | 93.58 | -0.1139 | Medio | 0.79 | Medio Alto |
| Nuevo León | | 2.17 | 98.53 | -1.3025 | Muy Bajo | 0.842 | Alto |
| Sinaloa | | 1.43 | 96.26 | -0.0995 | Medio | 0.783 | Medio Alto |
| Sonora | | 1.99 | 96.11 | -0.7559 | Bajo | 0.818 | Alto |
| Tamaulipas | | 2.06 | 96.6 | -0.6905 | Bajo | 0.803 | Alto |

b) Aspectos ambientales

En cuanto a los aspectos ambientales, es indispensable contar con una buena EIA y un REIA, que identifique y evalúe en lo posible los impactos producidos por la industria eléctrica en el ambiente nortero, cuyas características son superficies desérticas (53.51 % de total nacional) provocadas por procesos erosivos hídricos y eólicos (INEGI, 2003). Lo que no merma la diversidad ecológica con la que cuenta la región (29.34 % del total nacional de vegetación boscosa y 20.69 % de vegetación tipo selva), en estados como Durango, Sonora, Sinaloa y Tamaulipas (SEMARNAT, 2002 b). La vegetación de matorral representa el 72.09 % y otro tipo de vegetación es 45.78 % del total nacional, ubicadas en Baja California Norte y Sur, Coahuila y Sonora principalmente. En cuanto a vegetación de pastizal importante para la actividad ganadera representa el 26.36 % del total nacional y la zona de cultivo es del 29.83 % también del total nacional, y se ubica en Durango, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas. En cuanto a superficies con asentamientos humanos estos representan el 31.10 % del total nacional y se ubican en los estados de Baja California Norte, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas.

La diversidad de ecosistemas en esta región implica riqueza en flora y fauna, ejemplo de ello es Tamaulipas donde se han reportado 220 especies de *Musci*¹; mientras que Chihuahua cuenta con 126 especies de *Pteridofitas*²; para Nuevo León se reportan 57 especies de *Quercus*³; Durango 43 especies de *Agavaceas*⁴; además de 15 especies de

¹ *Musci*= grupo de especies de hongos y setas

² *Pteridofitas*= helechos y plantas afines que pertenece al grupo de plantas vasculares

³ *Quercus*= grupo especies de árboles de encino

⁴ *Agavaceas*= grupo especies de agave

*Comelinaeaceas*⁵, 467 especies *Compositae*⁶ y 36 especies de *Laminaceae*⁷, y en el caso de *Gramíneas*⁸ se han reportado para Nuevo León, 282 especies (CONABIO, 1998,2002).

En lo que se refiere a fauna, la región nortea cuenta con una gran cantidad de especies acuáticas y terrestres, tal es el caso de Coahuila que cuenta con 27 especies de peces; Sinaloa 24 especies de anfibios, 54 especies de reptiles y 460 especies de aves. En mamíferos terrestres, Chihuahua reporta 95 especies, Tamaulipas 54 especies de mamíferos voladores y Baja California Sur 32 especies de organismos marinos (CONABIO, 1998, 2002). Finalmente, esta región norte del país cuenta con el mayor número de áreas protegidas, reservas, santuarios y otros tipo de áreas que están en protección ambiental (Cuadro 7.5.6), que representan el 54.77 % del total de la superficie del país.

Lo anterior da un marco de referencial de la importancia ambiental de la zona y la importancia de realizar correctas EIAs y REIAs que permitan la coexistencia de lo social, económico y ambiental.

Cuadro 7.5.5 Áreas naturales protegidas por entidad federativa, según categoría y ecosistema (INEGI, 2003)

| Entidad Federativa | Categoría (nombre) | Superficie (ha) | % Respecto del total nacional |
|--|--|-----------------|-------------------------------|
| Baja California Norte y Sur, Coahuila, Sonora, Sinaloa y Chihuahua | Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) | 4,034,162 | 22.59 |
| Baja California Norte y Sur, Coahuila, Chihuahua y Nuevo León | Parque Nacional (PN) | 479,633 | 2.69 |
| Baja California Norte y Sur, Durango, Chihuahua, Coahuila Y Sonora | Reserva de la Biosfera (RB) | 4,697,062 | 26.30 |
| Sinaloa y Tamaulipas | Santuario | 170 | 0.09 |
| Baja California Norte y Sonora | Otras categorías (OC) | 553,094 | 3.10 |

⁵ *Comelinaeaceas*= nombre que se le da a la familia de plantas herbáceas trepadoras

⁶ *Compositae*= se define a la familia las plantas con flores

⁷ *Laminaceae*= plantas ejemplo de ello es la albahaca

⁸ *Gramineas*= se considera a todas aquellas planta como los zacates o hierbas simples

7.6 Naturaleza y variabilidad de la energía eólica en la Península de Baja California

En el capítulo 6 se abordaron aspectos ambientales, económicos, sociales relacionados con el potencial eólico con el que cuenta el país para generar electricidad, observándose que Oaxaca es uno de los estado con mayor potencial para generar electricidad por medio eólicos, mientras que en la región del norte del país esta la península de Baja California, donde se han ubicado algunos de los proyectos de prueba como el de la Reserva El Vizcaíno, en Guerrero Negro (CFE, 2004, CONABIO, 1998), otras área es la zona de la Rumorosa (Fuerza Eólica, 1994) y el área del Cañón de San Martín en el Valle de la Trinidad ubicados también en la Península de Baja California (Figuras 7.6.1 y 7.6.2) y de donde se pretende establecer proyectos que provean de electricidad a los municipios de Tijuana, Mexicali, Ensenada, Tecate y Rosarito (SANDIA, 2005).

La combinación de la geografía con la incidencia de huracanes superiores a la categoría 2 en la escala Saffir-Simpson da un alto grado de certeza, de que al menos el 65 % del territorio de la Península de Baja California es viable para la instalación de aerogeneradores. El CICESE ha realizado modelos de viento que demostraron que el potencial eólico de esta área que es alto sobre todo en zonas como Jacume y Pino Suárez (Gráfica 5.6.1), lo cual resulta atractivo para los inversionistas que pretenden establecer centrales eólicas de diferentes potenciales para la región (Energy Study Groups, 2005).

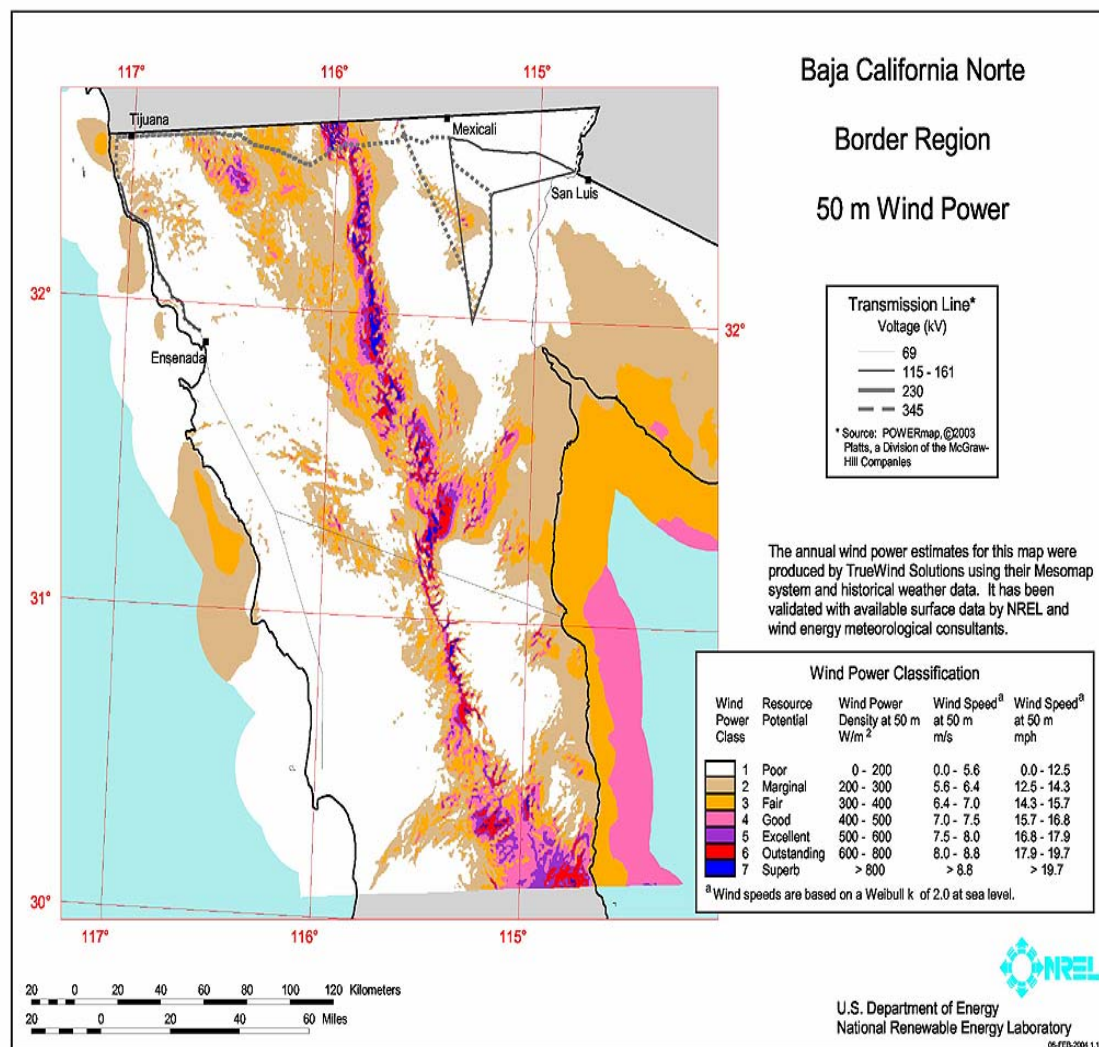


Figura 7.6.1 Área con potencial eólico en Baja California Norte (SANDIA, 2005).

Actualmente existen expectativas favorables en cuanto la producción de electricidad por medio de recursos renovables en México, donde se tienen experiencias a pequeña escala, quizás por la gran dependencia petrolera que aún se tiene, sin embargo las reservas probadas no serán suficientes para sostener al sector eléctrico en las próximas décadas. Por

ello existen proyectos para producir electricidad por medios renovables. Por todo lo anterior es importante ir de la mano tanto las políticas gubernamentales como regulaciones ambientales y aspectos sociales sustentables para evaluar esta región norteña.

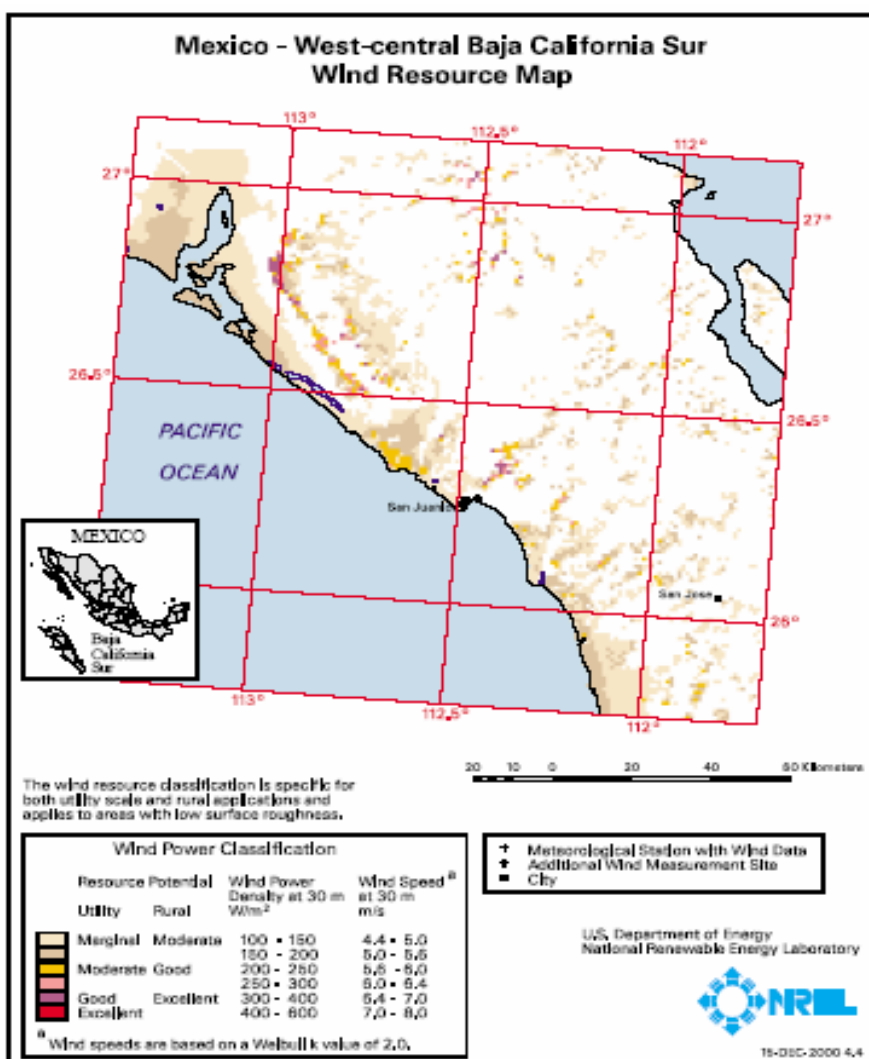


Figura 7.6.2 Potencial eólico del oeste de Baja California Sur (SANDIA, 2005).



Figura 7.6.3 Áreas naturales protegidas en la Península de Baja California (CONANP, 2002).

7.7 Sustentabilidad de las fuentes de energía renovable

La importancia de la energía renovable se da por los mínimos impactos ambientales, aunque existen factores legales-ambientales, técnicos y sociales que deben ser evaluados y mitigados para que sea sustentable. Para ello en el Cuadro 7.7.1, se proponen algunas medidas para evitar impactos detectados durante el análisis de toda la información manejada en este trabajo, y tiene como fin sugerir soluciones factibles ante conflictos que se pueden presentar en este tipo de proyectos eléctricos.

Cuadro 7.7.1 Propuestas de mitigación para diferentes impactos ambientales provocados por proyectos eoloelectricos

| Aspectos | Propuesta |
|--------------------------------|--|
| Suelo | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Evitar el incremento de la erosión estableciendo medidas preventivas y de mitigación desde el inicio del proyecto eólico, para ello es necesario identificar las características topográficas edáficas de la región, además es aconsejable inducir la vegetación nativa o de uso agrícola acorde con el desarrollo o avance del proyecto para evitar pérdida suelo y suspensión de partículas que afecten la salud de las poblaciones humanas y fauna en general. |
| Fauna. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Detectando rutas de migración, vegetación y cuerpos de agua asociados con fauna voladora antes y después del proyecto, esto con el fin de evitar su colisión o daño ✓ .Evitar la acumulación agua de lluvia y formación de riachuelos que puedan ser atractivos como bebederos para aves u otros organismo voladores ✓ Realizar estudios pre y post construcción del proyecto para estimar la influencia del proyecto sobre las rutas de migración, además de proponer un índice de mortalidad por generación de electricidad eólica. ✓ Reducir la disponibilidad de carroña u otros desperdicios como excretas, material de la cosecha u otra forma de alimento para evitar atraer a las aves. ✓ Realizar estudios acerca de la colocar turbinas en el area considerando rutas de migración, alta concentración de aves, áreas de anidación, zonas de descanso y cuerpos de agua. ✓ Evitar colocar turbinas en áreas de reserva ecológica y en zonas donde exista especies en peligro de extinción, y/o áreas donde se pongan en riesgo a la flora y fauna de la región. |
| Paisaje | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar programas para estimar, cuantificar y simular la magnitud del posible impacto de centrales eólicas a nivel paisajístico considerando el número de turbinas a colocar, tamaño, el tipo de hélices y color de estas, así como rotación por minuto, y condiciones de iluminación de la central eólica durante la noche ✓ Evaluar el valor paisajístico para las poblaciones locales y el turismo. ✓ Analizar la morfología y distribución de todos los tipos de vegetación entorno al proyecto esto con el fin de seleccionar el tipo y número de aeroturbinas a instalar ✓ Informar a la población local de los beneficios ambientales, económicos y técnicos de la instalación de turbinas para la familiarización de estas poblaciones con las estructuras. |
| Ruido | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar estrategias tecnológicas que minimicen el ruido generado por aeroturbinas ✓ Establecer zonas de amortiguamiento entre el ruido generado en la central eólica y comunidades naturales o humanas. |
| Interferencia electromagnética | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Detectar y evitar interferencia electromagnética generada por la central eólica que pudiera interferir en zonas semirurales y rurales. ✓ En caso de existir interferencia electromagnética informar a la población y autoridades el rango de interferencia para que se tomen las previsiones del caso. |

(Continuación del Cuadro 7.7.1)

| Aspectos | Propuesta |
|---------------------|---|
| Seguridad e higiene | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Evitar se generen o acumulen sustancias como aceites y lubricantes que puedan acumularse y ser transportadas al subsuelo y contaminar suelos o corrientes de agua subterránea. ✓ Supervisar la zona del proyecto para evitar contaminación por otros materiales propios del proyecto ✓ Establecer programas de seguridad labora y social en caso de que eventos naturales como terremotos, huracanes, etc. pudieran daño o fracturar alguna de las estructuras las turbinas, esto con el fin de prever que alguna de esta estructura pudiera poner en riesgo a las poblaciones aledañas al proyecto, y de igual manera al momento de dismantelar la central eólica. |
| Cultura | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Integrar a las poblaciones indígenas al proyecto mediante la información clara y sencilla acerca de los beneficios económicos y ambientales que traería este proyecto a la comunidad. |
| Legales | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar normas ambientales y elementos técnicos para establecer las características que debe cumplir las centrales eólicas, las turbinas en cuanto a altura, color de aspas y dimensiones de estas, dimensiones del área de amortiguamiento del ruido, así como limites permisibles de este y medidas para compensar en caso de daño a la avifauna, esto puede ser estableciendo criaderos de aves o apoyado proyectos de investigación para su recuperación. ✓ Establecer normas y lineamientos técnicas donde se especifiquen características en cuanto a color o recubrimientos que deben cumplir las líneas de transmisión para evitar la electrocución. |
| Técnicos | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Usar soportes tubulares con la parte final superior con acabados afilados o puntiagudos para minimizar la posibilidad de emplazamiento de pájaros y de sus nidos. ✓ Evitar usar alambre para viento o reten de soportes de torres meteorológicas. ✓ Estabilizar torres de turbinas con soporte tubulares y no con estructura cimentada, pues hay evidencia que indica que la cimentación aumenta el riesgo de impacto a nivel suelo, por que las dimensiones y número excavaciones para las cimentaciones es grande. Además de indicar que el costo de cimentación es de 3 a 5 veces mayor que el costo de soportes tubulares. ✓ Si el tamaño de las turbinas es mayores a 60 m será necesarios instalar una luz de señalamiento de seguridad aérea y adecuarse a las regulaciones de aviación aplicables para el país. ✓ Usar luces estereoscópicas por la noche procurando que sean el menor número posible por torre, que tengan una intensidad baja y que el número de parpadeos de estas luces sea mínimo. ✓ No se recomiendan usar luces rojas o incandescentes, ya que resultan atractivas para las aves, sobre todo durante las migraciones nocturnas. ✓ La altura del área de barrido del rotor debe ajustarse la altura de la torre, de tal manera que reduzca o elimine el riesgo de choque de las aves u otros organismos voladores. ✓ Realizar un monitoreo por lo menos 3 tres años previos del inicio del proyecto, donde se utilice métodos acústicos, radar, infrarroja y observaciones para detectar rutas de migración, áreas de descanso y en general sitios de concentración de aves, lo cual puede reducir el riesgo de mortalidad organismo voladores. ✓ Realizar estudios a profundidad después de la construcción para detectar los efectos de emplazamiento de aeroturbinas sobre la mortalidad de aves. ✓ Comprobar la efectividad de los componentes de la aeroturbinas, es decir, efectividad de luces, color de lar turbinas, etc. ✓ Configurar la colocación de turbinas de tal manera de reducir el potencial de mortalidad de aves. Se recomienda colocar las turbinas en hileras paralelas al desplazamiento de los pájaros y dirección del viento, esto evitará el choque de las aves. Al respecto hay controversia, ya que no hay estudio científico que muestre lo antes dicho. Cabe señalar también que la configuración en la colocación y orientación de las turbinas es dictada por razones técnicas en aras de aprovechar la potencia del viento. |

Capítulo 8

8.1 Discusión de resultados

A partir del análisis de los resultados obtenidos en el Capítulo 7, la siguiente discusión versara en los cinco puntos que se desarrollan a lo largo de este trabajo. El primero considera la evaluación ambiental y de proyectos eléctricos realizada de 1988 a 2000, donde se determinó que no existía un consenso en cuanto a los criterios objetivos a utilizar en la evaluación del sector eléctrico en esa época. Lo que llevó a proponer criterios tanto cualitativos y cuantitativos tales como cercanía del proyecto con una áreas naturales protegidas; superficie que ocupa el proyecto, tipo de población en torno a la central eléctrica; potencial de generación, entre otros muchos, que estuvieran acorde con las regulaciones ambientales vigentes. Asimismo, se propone una forma de asignación del nivel que permitiría ahorrar tiempo, dinero y recurso humanos, lo cual anteriormente no se consideraba. Por ejemplo una evaluación del tipo de General requería 30 días, una del tipo Intermedio 60 días y una para el nivel de reporte Específico 90 días, que incluían 5 días en que se ponía a disposición del público (SEMARNAT-INE, 1995). Mientras que la metodología (NREIA) aquí propuesta sólo necesita un par de días para establecer y consensar criterios cualitativos y cuantitativos, así como unidades de evaluación. A este respecto Wilkins (2003) menciona la importancia de un justo balance entre la subjetividad y objetividad en el proceso EIA. Aunque hay criterios difíciles de medir, como lo son la opinión pública y legalidad, mientras que los aspectos ambientales como la calidad de agua, número de pobladores, etc. resultan fácilmente evaluables. Por ello nuestra propuesta

metodológica trato de dar este equilibrio y objetividad para asignar del nivel de evaluación de impacto ambiental.

En segundo punto a considerar fue la parte legal-ambiental. Donde después del análisis de las regulaciones aplicables al sector eléctrico se encontró que es necesario realizar modificaciones tanto a la LGEEPA como RLGEEPA y normas asociadas a la generación de electricidad, ya que dichas regulaciones resultan poco claras y contradictorias al momento de su aplicación. Por ejemplo en el caso LGEEPA en Título I, Capítulo VI, Sección V, Artículo 31 se indica que debe presentarse un IP, pero no se especifica que sucede cuando no hay NOM que cubran todos los impactos ambientales, como interferencia electromagnética, que puedan impedir la comunicación entre comunidades o tengan un efecto sobre los organismos, así como aspectos sociales-ambientales. En cuanto a impactos paisajístico o visuales, y culturales, estos deben ser reconsiderados, al igual que los impactos que producen las nuevas formas de producir electricidad y que esta llegando a México. En cuanto a la parte del IP, para que se publique en la Gaceta se deben indicar claramente los criterios bajo los cuales se asignó el nivel del reporte al proyecto, e indicar el porque se consideró un proyecto como prioritario para el país y con ello negar al público el derecho de conocer la información del proyecto.

En lo que se refiere al artículo 34 de esta misma Ley es importante definir en este artículo o artículos precedentes los conceptos de información confidencial o prioritaria para la nación, ya que con esto el promovente se amparan en el artículo 159-bis-4, para no informar a los interesados acerca del proyecto y sus efectos ambientales, esto va en contra con lo indicado en el Capítulo II, artículos 154-bis al 151-bis-3, sobretodo por los tiempos en que se debe presentar la petición de información y el costo que esto implica para el

interesado. En esta sección de la Ley tampoco se especifica en que forma se sancionara al promovente en caso de no publicar en un periódico el extracto del proyecto en los tiempos establecidos. Tampoco se especifica que pasa si un proyecto confidencial causara desequilibrio ambiental que llevara a que la Secretaría, junto con las autoridades competentes, a organizar una reunión publica para informar a la población, siendo que con anterioridad se negó la información. Otra observación al contenido del presente artículo es que no se pone a disposición de los interesados una guía o formato que facilitar sugerir medidas de mitigación u observaciones del proyecto, Las cuales además deberían especificarse como se anexaran y como serán tomadas en cuenta en la evaluación.

El artículo 35, que menciona la negación a la autorización ambiental necesaria para iniciar el proyecto cuando halla falsedad de la información contenida en REIA, en el Capítulo IV (Sanciones administrativas), sólo se menciona sanciones cuando el proyecto ya esta en marcha y no han aplicado las medidas preventivas y de mitigación, o si causan un daño no evaluado. Sin embargo no se indica sanción alguna en cuanto a la veracidad de la información contenida en el REIA. En este mismo artículo se solicitan seguros y/o garantías para mitigar los daños si el proyecto los causará, aunque no se justifica en base a que monto se establecen dichos seguros. Por ejemplo, si es el valor del proyecto, el valor de posibles impactos, la magnitud y duración de estos, la región o que característica de ella. Para ello es importante especificar los montos y procesos para el cálculo de dichos seguros y establecer un tabulador por sector o proyecto.

En este articulo se especifica que la resolución de evaluación de REIA se refería a los aspectos ambientales de las obras y actividades, pero no se aclara cual será el fin de haber evaluado la parte social y económica que incluye el REIA, ni como serán tomadas en

cuenta las observaciones o medidas de mitigación aportados durante la evaluación, y tampoco cual será la institución o autoridad encargada de evaluar estos aspectos, siendo que hay una interacción socio-económica y ambiental muy significativa en muchos de los proyectos eléctricos como por ejemplo hidroeléctricas y eoloeléctricas.

Continuando con las regulaciones indicadas en la LGEEPA (artículo 38-bis) es importante pasar de auditorías ambientales voluntarias a auditorías obligatorias, ya que actualmente en el caso del sector eléctrico se tienen menos del 10% de las centrales certificadas como industria limpia, mientras que el resto continúa trabajando sin auditorías o evadiendo esta regulación por ser voluntaria. Por esto es importante difundir los beneficios que otorgan al estar certificados como industria limpia.

En lo que compete al artículo 189 es importante que la autoridad ambiental informe y facilite guías y/o asesoría para realizar una denuncia ante la PROFEPA, e indique el proceso que seguirá esta. En el caso del artículo 196 se debe indicar como se realizará la conciliación entre el promovente y denunciante en caso de que no exista normatividad aplicable como es el caso de proyectos renovables que utilizan energía renovable.

En cuanto al Reglamento de LGEEPA (RLGEEPA) en su artículo 9 hay ambigüedades, por que indica que la SEMARNAT proporciona las guías oficiales de IP y REIAs, para facilitar el proceso de evaluación, pero indica que no es obligatorio su uso. Lo anterior es confuso ya que en la práctica si un proyecto no se presenta tal como lo indica dicha guía, la aceptación puede ser dudosa. Así, debe indicarse su obligatoriedad o mencionar la opción del uso de guías alternativas. Por su parte los artículos 10 y 12 cuentan con pocos criterios para explicar el por que se asigna un REIA-Regional ó REIA-Particular, siendo que el REIA-Regional se asigna en términos generales acorde con las dimensiones

de proyecto, si afecta una cuenca hidrológica o esta dentro de un plan o programa de desarrollo urbano u ordenamiento ecológico. Por ello es necesario anexar otros criterios como el tipo de poblaciones, cercanía con áreas naturales, el tipo de combustible a usar, el tiempo y tipo de duración de los impactos y externalidades del proyecto. Ante esto se sugiere el uso de la metodología de NREIA propuesta en este trabajo como una herramienta útil que puede adecuarse a evaluar dos modalidades de REIA vigentes y evitará la discrecionalidad del evaluador, así como prácticas poco éticas en la evaluación, y disminuir tiempo y costo de la EIA.

Otro aspecto del artículos 12 y 13 de la RLGEEPA, es el que se sugiere que la Secretaría debe listar las normas aplicables a los proyectos eléctricos, y así el promovente tendrá que justificar si se aplican o no dichas regulaciones y disminuirá el tiempo de evaluación que se indica en el artículo 21, además de facilitar a la PROFEPA la inspección y vigilancia, indicadas en Capítulo II de la Ley.

En lo que refiere al artículo 17 de RLGEEPA y el artículo 30 de LGEEPA indican que cuando se realicen actividades denominadas riesgosas debe incluirse un Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) al REIA en cualquiera de sus dos modalidades REIA-Regional o REIA-Particular. Aunque el artículo 147 de la LGEEPA se expresa que la ERA es un documento independiente que debe indicar los programas de prevención de accidentes, que puedan causar graves desequilibrios. Es importante por tanto especificar si su elaboración es a manera de un documento independiente o sólo se anexa la información requerida en cuanto a actividades riesgosas y si la guía facilitador es obligatoria o puede optarse por otro tipo de guía.

El artículo 29 de este reglamento es que la autoridad ambiental solicitará al promovente indicar cual es son los ordenamientos jurídicos aplicables en materia de impacto ambiental del proyecto, dejando al libre albedrío del promovente el tipo y número de normas a presentar. En la mayoría de los casos sólo presentan un listado de normas que cubren los requerimientos solicitados por la Secretaria, pero que pueden ser poco aplicables. Por ello se sugiere que la autoridad ambiental, en conjunto con CFE e instancias idóneas, publique las normas necesarias que debe cumplir un proyecto eléctrico de tal o cual tipo.

En lo que compete al artículo 33 en donde se especifica la presentación de un REIA cuando hay NOMs, pero no indica que pasa si no hay normas aplicables a proyectos como los de producción de energía renovable (centrales eólicas principalmente). Existen pocas normas ambientales que regulen los niveles de ruido producido por aeroturbinas en áreas rurales y su efecto en fauna y humanos; Así como la interferencia electromagnética, impacto al paisaje (visual), erosión eólica, iluminación nocturna, dimensiones y color de aeroturbinas que eviten daños a avifauna, tampoco existen regulaciones precisas. A este respecto existen las NOM-ECOL-059-2001 (DOF, 2001), y normas complementarias como la NOM-113 y NOM-114 (DOF, 1998), que han tratado de minimizar este tipo de impactos ambientales, pero no resultan totalmente aplicables a proyectos de energía renovables y no cubren todos los impactos de los diferentes proyectos eléctricos tales como cuestiones paisaje y sociales como la cultura.

El artículo 35 y 36, indican que la REIA y ERA pueden realizarse por los interesados o cualquier persona, aunque a este respecto es importante señalar que debe guiarse al promovente porque los reportes requieren conocimiento ambiental, social y

económico mínimo para obtener la autorización y no incurrir en incumplimientos legales. Es indispensable facilitar una lista de consultores por especialidad que estén certificados, al igual que los inspectores de que realizan las auditorias ambientales. En los artículos 40 y 41 que indican bajo que criterios se deniega acceso a la información debe indicarse claramente las razones por las cuales se niega esto. Así mismo en los artículos 45 y 48 se debe especificar bajo que criterios se evaluará el REIA y si se negara la autorización, listar los criterios en que se baso la negación. En caso de aceptación del proyecto debe especificar cual será el monto del seguro o garantías a establecer (artículo 52, 54). Se debe sugerir que la PROFEPA guíe al interesado o demandante, de cómo presentar la denuncia y las características de los incumplimientos legales, así como especificar la responsabilidad legal que tendrá en caso de hacer mal uso de la información.

Hay que indicar que este tipo omisiones y deficiencias en la ley y marco regulatorio ambiental no son exclusivas de nuestro país, autores como Bérubé, *et al* (2002) indican que en el caso de Canadá es necesaria la aprobación y simplificación del proceso regulatorios en EIA y en el otorgamiento de licencias en el área de la energía eléctrica, que este apegados a la ética y principios internacionales de legalidad ambiental. Mientras que para el caso de Alemania y algunos países europeos, Lateur *et al* (2001) describe los errores que presenta el proceso legal de EIA en Alemania y varios países europeos en cuanto a procedimientos, falta de claridad y especificidad en la parte legal-ambiental, lo que pone en riesgo al ambiente.

Un tercer punto abordado en este trabajo fue el tipo de métodos aplicados en la EIA del sector eléctrico y sugeridos por la Secretaría, que han evolucionado hasta cierto punto. Sin embargo, existe poca claridad acerca de cómo y en que casos se aplica. Ante esto surgió

la necesidad de proponer un Índice de Evaluación de Métodos (IEM), que permitió establecer criterios basados en los conceptos necesarios en una evaluación y acorde con trabajos realizados por autores como Nichols *et al* (1982), Shoopley Fuggle (1984) y Thompson M (1990), quienes propusieron una serie de criterios de evaluación. Por ejemplo Thompson (1990) analizó métodos como Battelle, Matriz de Leopoldo, Fisher-Davis, Sorensen y McHarg; mientras Nichols (1982) evaluó la Matriz de Leopold y McHarg, obteniendo que para casos de identificación la matriz de Leopold es adecuada, mientras que las de MaHarg, son útiles en la caracterización geográfica de donde se ubicará el proyectos, mientras que el de Battelle es el un método objetivo, aunque debe complementarse con un método que evalúe aspectos sociales. Por su parte autores como Goyal *et al* (2001) hacen una comparación de dos métodos donde se incluye Battelle, indicando su eficiencia y carencias en cuanto aspectos difíciles de medir como la parte social. En este trabajo además del análisis de los métodos con base a sus características, determinan cuales de ellos serian más adecuados por tipo de proyecto eléctrico, además de sugerir otros métodos alternativos que han tenido éxito en este sector energético.

Un cuarto punto tratado en este trabajo fue la investigación y análisis de cómo se evalúa ambientalmente al sector eléctrico del norte de México, lo que indicó la necesidad de evaluar correctamente los aspectos socio-económicos y ambientales de un proyecto eléctrico convencional o no convencional mediante un adecuado EIA y REIA. Debido a la estrecha relación de las actividades productivas del hombre y el ambiente en esta región del país. Al respecto, autores como Cherp *et al* (1997) realizaron trabajos semejantes, analizando la evolución de EIA y REIA antes y después que la URSS pasara a ser Rusia, considerando aspectos sociales, ambientales y legales con el fin de proponer mejoras a su

estructura y aplicación. En el trabajo aquí desarrollado además se trató de identificar y proponer aspectos ha mejorar en el proceso EIA y de los REIAs, que permitan un desarrollo sustentable de la región, por su importancia económica, social y ambiental.

Finalmente, el quinto punto de estudios fue el análisis de la información acerca de las implicaciones ambientales, sociales y económicas de la producción eólica de energía eléctrica en México. Aunque se han desarrollado varios estudios acerca del potencial como los indicados por Jaramillos *et al* (2004 a, b), Gutiérrez-Vera (1992) y otros como el IIE (2004), ninguno de ellos abordo al mismo tiempo la parte legal, social, económica y legal. A diferencia de ellos, el análisis aquí desarrollado que permitió identificar los principales impactos de este tipo de proyectos y con ello sugerir medidas de mitigación, además de proponer regulaciones legales-ambientales útiles cuando se establecen proyectos en áreas rurales en México. Todo ello nos permitió aportar información para corregir las deficiencias de normatividad y elementos técnicos que se requieren desarrollar. En este trabajo además resalta las bondades de la energía renovable y de su uso, para aprovechar el potencial eólico existente en zonas como la Ventosa y La Venta en Oaxaca (CFE, 2004) y otras zonas del país, integrando a todos los actores ambientales existentes.

Capítulo 9

9.1 Conclusiones

- ✓ El análisis y discusión de los resultados llevaron a concluir que la evaluación de impacto ambiental realizada durante el período de 1988 a 2000 tuvo una evolución parcial, con ambigüedades, subjetividad, ineficiencia y poca objetividad acerca de él como y el porque se otorgo el nivel de evaluación a cada proyecto eléctrico, así como cuales fueron los criterios para su evaluación.
- ✓ En la parte legal-ambiental del proceso y forma de evaluar al sector eléctrico mexicano es necesario crear, mejorar y actualizar dichas regulaciones y elementos técnicos ambientales con el fin de hacerlas aplicables y certeras tanto para proyectos eléctricos convencionales como alternativos.
- ✓ Es importante considerar el desarrollo de nuevas formas de evaluación, regulación y seguimiento de los proyectos y actividades del sector eléctrico acorde con las características ambientales, económicas, culturales y sociales de cada región del país. Esto con la intención de propiciar un desarrollo armónico de los niveles de vida de cada una de estas zonas, sin perder de vista al ambiente.
- ✓ Se debe propiciar y apoyar de manera contundente el desarrollo tecnológico e investigación en nuevas formas de producción electricidad, que sean compatibles con el ambiente, sean evaluadas mediante trabajos verdaderamente interdisciplinarios, con técnicas y métodos de evaluación adecuados, acorde a las características socio-económicas y ambientales de México. Un factor importante que no debe perder de vista es, la divulgación de la información acerca de las bondades ambientales, económicas y

sociales de producir electricidad por medios renovables. Para ello se proponen programas de usuarios voluntarios de este tipo de energía y propiciar escenarios que den certeza de la rentabilidad de producir electricidad de este tipo, que tengan como el fin de electrificar zonas rurales de difícil acceso a un precio bajo.

- ✓ Finalmente se deben apoyar y propiciar el desarrollo de políticas energéticas y ambientales a largo plazo que permitan cumplir con lo requerimientos energéticos nacionales y poder competir en los mercados internacionales de certificados verdes y bonos de carbono, que beneficiaran de una u otra forma la economía de países en desarrollo como México.

Referencias

- Aguilar, A. H. 2003. Obligaciones ambientales en proyectos energéticos. Disponible en: <http://www.derecho.itam.mx/htm/seminarios/materiales/pon-celis.pdf>.
(Consultado el 27 agosto 2004).
- APLIC, Avian power Line Interaction Committee. 1996. Suggested Practices for raptor protection on power lines: the state of the art in 1996. Edison Electric Institute and raptor research Foundation. Washington, D. C. 125 p.
- AWEA, American Wind Energy Association. 2005. Fact about wind energy and noise. Disponible en: <http://www.awea.org/policy/index.html#econ> (Consultado el 18 septiembre 2005.)
- AWEA, American Wind Energy Association, 2005. Comments on interim avian guidelines par American Wind Energy Association. Disponible en: <http://www.awea.org/policy/index.html#econ> (Consultado 24 de septiembre 2005).
- BBVB, Banco Bilbao Vizcaya Bancomer. 2002. Apertura del sector eléctrico. Serie Propuestas, No. 21. Disponible en: <http://www.bancomer.com.mx/economica/prop/electrico.pdf> (Consultado el 23 junio de 2004)
- BM, Banco Mundial. 1974. Guidelines for environmental assessment of energy and industry projects, World Bank, Washington, D.C. 142 p.
- Banks R. 1979. Human related mortality of bird in the United States, Special Science Report Wildlife 215. U.S. Fish and Wildlife Service; Washington D.C. p. 16.
- Battell Institute. 1972 . Environmental Evaluation System. US Department of Interior. Government Printing Office, Washington, D. C.

- Baker and McKenzie. 2004. Renewable energy in Mexico. Environmental Infrastructure. Numero 6. Disponible en: <http://www.anes.org/does/planeolica-pdf> (Consultado en abril 2004).
- Belausteguigoitia J.C.; Merino G. y Samaniego R. 2001. La inserción de la gestión ambiental en las políticas sectoriales de Latinoamérica y el caribe: El caso de los sectores energético e industrial en México. Centro de Investigaciones en Política Pública. Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM). Disponible en <http://www.iadb.org/int/DRP/esp/Red7/Docs/ITAMMexicoAbril4-5-2002.pdf> (Consultado el 12 abril 2004).
- Bies D. A and Hansen, C.H. 1998. Engineering noise controls: theory and practice. E& FN SPON. ISBN 0-419-20430-X.
- Borja, D. M. 1999. A. Estado del arte y tendencias de la tecnología eoloeléctrica. Instituto de Investigaciones Eléctricas-Programa Universitario de Energía (UNAM). Capítulo. 4 ISB 968-36-7433. Primera edición 1999, México, Disponible en: <http://www.iie.org.mx/EnoC/eolico22//libroo/liro.htm> (Consultado el 11 de septiembre)
- Brans J.-P. 1985. A preference ranking organization method, the PROMETHEE methods. Management Science, Vol. 3.
- Brans J.-P Vicke Ph, Mareschal B. 1986. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. European Journal of Operational Research. Vol..24, 228-238.
- Brans J.P. y Mareschal B. 2002. PROMETHEE-GAIA: une méthodologie d'aide á la décision en présence de critères multiples. Edit. Université de Bruxelles. 133 p.

- Bereano A.1972) A proposed methodology for assessing alternative technologies. Cornell University, Ithaca, N.Y.
- Bérubé G. and Cusson C. 2002. The environmental legal and regulatory frameworks. Assessing fairness and efficiency. *Energy Policy*. 30: 1291-1298.
- Bojórquez-Tapia L. y García O. 1998. An approach for evaluating EIAs-deficiencies of EIA in Mexico. *Environ Impact Asses Rev*. 18:217- 219.
- Caldera, M. E. 2000. Potencial de la energía eoloeléctrica en México. Greenpeace México. pp. 16-17.
- Castellanos A., A. Ortega, R. y Argüelles, M. C. 1999. Respuesta de la población de águilas pescadoras a la disponibilidad de lugares artificiales de nidificación en las Lagunas de Ojo de Liebre y Guerrero Negro, península de Baja California. En M. Ferre y F.E. Janss (coord.) *Aves y líneas eléctricas: colisión, electrocución y nidificación*. Quercus España. 175-186.
- Cherp O. y Lee N. 1997. Evolution of SER and OVOS in the Soviet Union and Russia (1985-1996). *Environmental Impact Assessment Review*. 17: 177-204.
- CNYRPAB, Central New York Regional Planning and Development Board.1972). Environmental resources management, prepared for Department of HUD, available through the US National Technical Information Service. 217-517.
- CFE, Comisión Federal de Electricidad. 2004. El futuro de la energía renovable. Presentación del 10º seminario de ahorro de energía, cogeneración y energía renovable. POWER MEX EXPO 2004 CONAE, (Consultado 5 marzo de 2005)

CFE, Comisión Federal de Electricidad. 2005a. La electricidad en México. Disponible en:

<http://www.cfe.gob.mx/www2/QueEsCFE/informacion/Historia/>. (Consultado 3 noviembre 2004)

CFE, Comisión Federal de Electricidad. 2005b. Generación. Disponible en: <http://www.cfe.gob.mx/www2/QueEsCFE/informacion/Generacion/> (Consultado 3 noviembre

2004)

CFE, Comisión Federal de Electricidad. 2005c. Certificados en industria limpia. Disponible

en: <http://www.cfe.gob.mx/www2/QueEsCFE/informacion/Proteccionambiental/Certificadosenindustrialimpia.htm> (Consultado el 06 enero 2005)

CONABIO, Comisión para el Conocimiento de la Biodiversidad. 1998. La diversidad

biológica de México: estudio del país. Capítulo 3 Biodiversidad, 82-92.

Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/estrategia_nacional/doctos/cap3.pdf (Consultado 13 de noviembre 2004)

CONABIO, Comisión para el Conocimiento de la Biodiversidad. 2002. Las Pteridofitas

amenazadas de México M en C. Mónica Palacios Ríos. Proyecto W041.

Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi?Letras=W&Numero=41> (Consultado 10 mayo 2004)

CONAE, Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. 2004. La Energía renovable.

Disponible en: <http://www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=1493>

(Consultado en Internet el 5 de octubre de 2004).

CONAE Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. 2002. Desarrollo de las energías

renovables en México: la perspectiva de la CONAE. Presentación De Buen

R. Disponible en: <http://www.conae.gob.mx> (Consultado en Internet el 3 de marzo de 2004).

CONANP, Comisión Nacional para Áreas Naturales Protegidas. 2002. Disponible en: http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/publicaciones/PlanRegionalHidraulico/RegionIV/RIV_7c.pdf (Consultada 12/06/2006)

CONAPO, Consejo Nacional de Población. 2000a. Índice de Desarrollo Humano. Capítulo 1, 21 p. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/marg2000/005.htm>. (Consultado 2 marzo 2005).

CONAPO, Consejo Nacional de Población. 2000b. Índice de Marginación por Estado. Capítulo 2; 17 p. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/marg2000/005.htm>. (Consultado 2 marzo del 2005).

Cordera C. R. 1998. Desigualdad Regional. Disponible en: http://www.Rolandocordero.org.mx/esta_nac/desigualdad.atm (Consultado 14 de febrero 2005)

Dalkey N. 1971. The Delphi Method, a paper deliver at 13 st Annual meeting of the American Statistic Association, Fort Collins, Colorado, August 23.

DeBuen R., 2002. Desarrollo de las energías renovable en México: perspectiva de la CONAE. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. México. Disponible <http://www.conae.gob.mx> (Consultado 22 Enero 2005)

Damborg S., 2003. Public attitude towards wind. Danish wind Industry Association.

Disponible en: <http://www.windwin.de/imagenes/pdf/wcu3041.pdf>

(Consultado el 3 de enero de 2005).

Dee, N., Baker, J. K. and Duck, K. M. 1973 a. Environmental evaluation system for water resources planning. *Water Resource Research*, 9, 523-535 p.

Dee, N., Baker, J. K. and Duck, K. M. 1973 b. Planning methodology for water quality management: environmental evaluation system, Battelle-Columbus Laboratories, Columbus, Ohio.

DOF, Diario Oficial de la Federación. Norma oficial Mexicana (NOM-001-SEMARNAT -1996), 1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. SEMARNAT México Distrito Federal 1996. Active as 06 April 2004.
<http://sadgitx02.semarnat.gob.mx/wps/portal/.pcmd/changePageGroupJSPCommand?changePageGroupJSPCommand=/wps/portal/.cmd/cs/.ce/155/.s/400>

DOF, Diario Oficial de la Federación. (NOM-114-SEMARNAT-1998), 1998. Especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión y de subestación eléctricas que se pretenda ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias o de servicios y turísticas. SEMARNAT México.
Disponible en: <http://sadgitx02.semarnat.gob.mx/wps/portal/.pcmd/change>

[PageGroupJSPCommand?changePageGroupJSPCommand=/wps/portal/.cmd/cs/.ce/155/s/4009](http://sadgitx02.semarnat.gob.mx/wps/portal/.pcmd/changePageGroupJSPCommand?changePageGroupJSPCommand=/wps/portal/.cmd/cs/.ce/155/s/4009) (Consultado el 23 de noviembre, 1998).

DOF, Diario Oficial de la Federación. Norma oficial Mexicana (NOM-113-SEMARNAT-1998), 1998. Especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución que se pretendan ubicar en áreas urbanas, suburbanas, rurales, agropecuarias, industriales, de equipamiento urbano o de servicio y turísticas. SEMARNAT México Distrito Federal 1998. Disponible en: <http://sadgitx02.semarnat.gob.mx/wps/portal/.pcmd/changePageGroupJSPCommand?changePageGroupJSPCommand=/wps/portal/.cmd/cs/.ce/155/s/4009> (Consultado el 26 de octubre, 2004).

DOF, Diario Oficial. Norma Oficial Mexicana. (NOM-059-SEMARNAT-2001), 2001. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestre-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio lista de especies en riesgo. SEMARNAT México Distrito Federal 2001. Disponible en: <http://sadgitx02.semarnat.gob.mx/wps/portal/.pcmd/changePageGroupJSPCommand?changePageGroupJSPCommand=/wps/portal/.cmd/cs/.ce/155/s/4009> (Consultado el 12 septiembre 2004).

DOF, Diario Oficial de la Federación Decreto, 2002, Promulgación del Protocolo de Kyoto en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, firmado en Kyoto, el 11 de diciembre 1997.

- Dickert, T. G. (1974). Methods for Environmental Assessment: A Comparison. In *Environmental Impact Assessment: Guidelines and Commentary*, Editors T. G. Dickert and K.R. Domeny, University Extension, University of California, Berkeley.
- Dickert, T. and Tuttle A. 1985. Cumulative impact assessment in environmental planning a costal wetland watershed example. *Environ. Impact Assess. Rev.*5: 37-67 p.
- Druk G. J. (2000). Energía Limpia para Baja California Sur: única opción ecológica. *Energía Renovable. Energía e industria. Boletín IIE.* 159-160.
- EEHB, Environmental Electric Hand Book. 2001. Manual sobre aspectos legales en el desarrollo de proyectos sector eléctricos mexicano Agencia de los estados Unidos para el desarrollo Internacional (USAID). División de programas globales, apoyo técnico e investigación, centro del medio ambiente, oficina de energía, medio ambiente y tecnología, USAID/México, : 181,199-201.
- Esteva-Bolea M. T. 1980. Las evaluaciones de impacto ambiental. Cuadernos del CIFCA. 39-45.
- Falque, A., Galard, A. and Tarbet, J. 1975. The Planification Ecologique. Les Moniteurs des T.P. 20 March.
- Fisher, D.W. and Davies, G.S. 1973. An approach to assessing environmental impact. *Journal of Environmental Management*, Vol. 1, 207-227.
- Fuerza Eólica 1994. Proyecto Cozumel 2000, S.A. DE C. V. Evaluación de Impacto Ambiental presentada en diciembre 1994 No. 2778, 5-25.

- FARN, Fundación Ambiente y Recursos Naturales. 2005. Evaluación de Impacto Ambiental en América Latina. Consultado en Internet 12 diciembre 2005. Disponible en: <http://www.farn.org.ar/local-cgi/tobuscador/search.pl?p=1&lang=es&q=EIA&mode=all>
- Gaceta Ecológica. 1989a. Instructivo para la formulación del Informe Preventivo al que los artículos 7 y 8 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental. Vol. 1 No. 3, 88 p.
- Gaceta Ecológica. 1989b. Instructivo para desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en la Modalidad General que se refiere a los artículos 9 y 10 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental. Vol. 1 No. 3, 88 p.
- Gaceta Ecológica. 1989c. Instructivo para desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en la Modalidad Intermedia que se refiere a los artículos 9, 10 y 11 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental. Vol. 1 Núm. 4; 28 p.
- Gaceta Ecológica. 1989d. Instructivo para desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en la Modalidad Especifica que se refiere a los artículos 9, 10 y 11 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental. Vol. 1. No. 4; 38 p.
- Gómez, O. D. 2003. Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Edith. Mundi-Prensa. 2da Edición. 748 p.
- Gipe P. 1995. Wind Energy comes of age, New York: John Wiley & Sons. May.

- Goyal S. K. and Deshpande V.A. 1990. EIA procedure: Comparison of weight assignment procedures in evaluation of environmental impacts. *Environmental Impact Assessment Review*. 21: 553-563.
- Gómez R. L. 2004. Aspectos relevantes de energía eólica “Wind power 2001”. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. Disponible en: <http://www.conae.gob.mx/work/secciones/1601/imagenes/windpower2001.pdf> (Consultado el 20 septiembre de 2004).
- Gutierrez-Vera J. 1994. Use of renewable sources of energy in Mexico, case: San Antonio Agua Bendita. *IEEE Transaction on Conversion*. 10 (3): 443, 447-448.
- Gutiérrez-Vera J. 1992. Option for rural electrification in Mexico. *IEEE Transaction on Conversion*. 7 (3): 426-430.
- GTZ Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit GmbH, 2004. Energía renovable en México. Disponible en: <http://www.gtz.org.mx/bcs/>. (Consultado el 17 octubre 2003).
- Hiriart L. B. (2000) .Visión de Comisión Federal de Electricidad sobre el desarrollo eoloeléctrico en México. Memoria del primer Coloquio Internacional sobre Oportunidades para el desarrollo eoloeléctrico de la Ventosa, Oaxaca, octubre 2000. Disponible en: <http://www.iie.org.mx/EnoC/eolico22/coloquio.htm> (Consultado el 13 septiembre 2004).

Hodos W., Potocki A., Storm T. and Gaffney M. 2001, Reduction of motion smears to reduce avian collisions with wind turbines. In. Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting IV. 88-105.

Holmes, J.C. 1971. An ordinal methods of evaluation. Publish Carfax Publishing part of Taylor and Francis. *Journal Urban Studies*. 9 (.2). 179-191.

Howell J.; Noone A. and Wardner C. 1991. Visual experiments to reduce avian mortality related to wind turbine operations: Almont Pass, Alameda and Contra Costa Countries. Submitted to U.S. Wind power, Inc. Livermore, California. Chapter 3. Permitting of wind energy facilities a hand book revised 2002. Disponible en: <http://www.nationalwind.org/pubs/permit/permitting2002.pdf> (Consultado el 22 de julio 2004).

Hurtado F. G. (1999). La evaluación Ambiental de la Influencia de la Generación Eléctrica y Disposición de la Industria Minero Metalúrgica. Serie tecnología Ambiental Edith. Centro de Tecnología Mineral. Disponible en: http://www.cetem.gov.br/publicacao/CETEM_STA_22.PDF (Consultado el 22 septiembre 2005)

Huacuz V. J. 2000 Energía renovable, base para un esquema de generación distribuida *Boletín IIE*: julio-agosto 151-153.

IIE, Instituto de Investigaciones Eléctricas, 2004 a. Gerencia de Energía no Convencional. Imágenes. Mapas del SIGER. Disponible en: <http://genc.iie.org.mx/genc/siger/frames.asp?mcontador=8401&val=3&url=mapas1%2Ehtm> (Consultados el 11 octubre del 2004)

- IIE, Instituto de Investigaciones Eléctricas. 2004 b. Programa de electrificación rural con fuentes renovables de energía. Disponible en: http://genc.iie.mx/7genc/6_articulos.asp (Consultado el 21 de octubre 2004)
- IEA, International Energy Agency. 1995. Wind Energy Annual Report, International Agency Report by NREL, March 1995.
- INE, Instituto Nacional de Ecología, 1994. Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente. 1993-1994. Reporte Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología-Instituto Nacional de Ecología. México, DF. La evaluación de impacto ambiental: logros y retos. México. 379 p.
- INE, Instituto Nacional de Ecología. 2000. La evaluación de impacto ambiental. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000. Edith. Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, INE-SEMARNAP, 1-43, 42-46. y Disponible en: http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consulta/Publicacion.html?id_pub=255&id_tema=14&dir=Consultas. (Consultado el 2 diciembre 2004)
- INE-SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología y Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002a. Electrocción de aves en líneas eléctricas en México: hacia un diagnostico y perspectivas de solución. Edith Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). 25-27.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2002a. El sector energético en México. 63-65.

- INEGI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2002b. Sistema de Cuentas Nacionales de México. PIB por entidad federativa 1993-2002. Disponible en: http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/derivada/regionales/pib/pibe1.pdf (Consultado el 14 enero 2005)
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2003. Estadísticas ambientales. Áreas naturales protegidas por entidad federativa, según categoría y ecosistema, 2003. Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/tematicos/mediano/med.asp?t=mamb05&c=5862> (Consultada el 4 enero 2005).
- Islas J; Manzini F. and Martinez M. 2004. CO₂ mitigation cost for new renewable energy capacity in the Mexican electricity sector using energy renewable energies. *Solar Energy*, 76: 499,503-506.
- Jaramillo O. A. Saldaña R. and Miranda U. 2004a. Wind power potencial of Baja California Sur, México. *Renewable Energy*, 29; 1097-2100.
- Jaramillo O. A. and Borja M.A. 2004b. Wind speed analysis in La Ventosa, Mexico: a bimodal probability distribution case. *Renewable Energy*, 29; 1613-1617.
- Krause C.L. 2001. Our visual landscape Managing the landscape under special consideration of visual aspects. *Landscape and urban planning* (54); 239-240, 252-253.

- Koroneos C., Michaidilis M y Moussiopoulus N. 2004. Multi-objective optimization in energy systems: the case study of Lesvos Island, Greece. *Renewable and Sustainable Energy Review*. 8: 93-99.
- Krohn S. y Damborg S. 1999. On public attitudes towards wind power. *Renewable Energy*. Núm. 16. 955-959.
- Ladeur K.H. and Prella R. 2001. Environmental assessment and judicial approaches to procedural errors-a European and comparative law analysis. *Journal of Environmental Law*. Vol. 3 No. 2 185-198.
- Ledger J.A. and Annegarn H.J. 1991. Electrocution hazards to the cape vulture (*Gyp coprotheres*) in South Africa. *Biological Conservation* (20) 15-24.
- Leopold L, Clarke F.E., Hanshaw B. B., Balsalay J.R. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey (USGS) circular 645. Washington D.C.:USGS.
- LGEEPA, Ley General de Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente. 2003. Sección V y VI. Edit. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 48-59.
- McAleece N. 1997. Biodiversity Professional Beta. The natural History Museum &The Scottish Association for Marine Science.
- McHarg, I. L. 1968. A comprehensive highway rote-selection method, with nature. Highway Research Borrads, Washington D. C. *Highway Research Record* 246, 1-15 p.
- McHarg, I. L. 1969. Design with Nature, Natural History Press: Garden City, N.Y.,31-41 p.

- McIsaac H. 2001. Raptor acuity and wind turbine bland conspicuity. In. Proceeding of the National Avian-Wind Power Planning Meeting IV. pp 59-87.
- MOPU, 1984. Curso sobre evaluaciones de impacto ambiental. Madrid. 197 p.
- MOPU, 1990. La energía renovable y medio ambiente. Madrid, 187 p.
- Moragues J. A. and Rapallini A. T. 2004. Aspectos ambientales de la energía eólica. Disponible en: <http://iae.org.ar/renovable60.pdf> (Consultado el 22 mayo)
- Munksgard J. and Lanser M. 1998. A. Socio-economic assessment of wind power-lessons from Denamarrk. Vol. 26, No.2 85, 91-92.
- Mukund R. P. 1999. Wind and solar power systems. Edit. CRC Press. 59-69 p.
- NWCC, National Wind Coordinating Committee. 2002. Permitting of wind energy facilities: a handbook. Capítulo 2-3. Disponible en: <http://www.nationalwind.org/pubs/permit/permitting2002.pdf> (Consultado el 13 julio 2004).
- Nichols R. y Hyman E. 1982. Evaluation of environmental assessment methods. *Journal of Water Resources Planning and Management*. 87-105.
- OCDE, Organization for Economic Cooperation and Development. 1988. Environmental impact of renewable energy. ISBN 92-64-13151-5; 39-43, 85-87.
- OLADE y BID, Organización Latinoamericana de Energía y Banco Interamericano de Desarrollo, 1994. Guía para la evaluación de impacto ambiental de Centrales termoeléctricas. Quito Ecuador. pp. 13-25.
- Pisanty L. J. 1976. Aplicación preliminar del método de evaluación de impacto ambiental ocasionado por la planta núcleo eléctrica de Laguna Verde, Veracruz. Tesis Licenciatura (Biólogo)-UNAM, Facultad de Ciencias. 12-15.

- Pisanty L. J. and Levy, J. 1993. Mexico environmental assessment experience. *Environ. Impact Assessment Review*. 13(6): 267-272.
- Ramírez M.A, Sebastián P.J., Gamboa, S.A., Rivera M.A., Cuevas O. and Campos J. 2000. A documented analysis of renewable energy related research and development in Mexico. *International Journal of Hydrogen Energy*; 25, 267-269.
- Refocus 2002. Footprints in the wind? Environmental impact of win power development. septiembre-octubre. 30-33.
- RLEEPA, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 2002. Capítulo I-X. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/ssfna/Legislación%20Ambiental/Rfederales/Impacto.htm> (Consultado e 11 enero 2004)
- Rodríguez P. V. 1999. Impacto de la reforma económica sobre las inversiones de la industria eléctrica en México: el regreso del capital privado como palanca del desarrollo. Serie: Reformas económicas, No. 18. Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile, 10
- REIA, Reporte de Evaluación de Impacto Ambiental (1988-2000):
- CFE, Consultores de Ecosistemas S.A., 1996. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General, para la construcción de la Línea de transmisión de La Central Termoeléctrica Valladolid Ciclo Combinado, Yucatán: Ciudad de Valladolid. Manifestación desarrollada por Consultores de Ecosistemas S.A. para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

- CMIM, Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C. V., 2000. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA.) Modalidad General para el Productor de Energía Externo Chihuahua III, Chihuahua. Manifestación desarrollada para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.
- CMIM, Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C. V., 2000. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA.) Modalidad General para el Productor de Energía Externo Chihuahua III, Chihuahua. Manifestación desarrollada para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.
- CMIM, Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C. V., 1997. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General para la Central de Ciclo Combinado Chihuahua. Manifestación realizada por Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C. V. para Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.
- CMIM, Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C. V., 1998. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General para Producción de Energía Externa de la Central de Ciclo Combinado Saltillo. Manifestación realizada por Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C. V.
- CAI, Consultoría Ambiental Industria, 1994. Informe Preliminar de Riesgo (IP). Central Termoeléctrica Adolfo López Mateos (C.T.A.L.M.) Unidades 5 Y 6. Veracruz: Tuxpan, C Manifestación desarrollada por la Consultoría Ambiental para la

Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

CAI, Consultoría Ambiental Industrial, 1994. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General, para la construcción de las Unidades 5 y 6 de la Central Termoeléctrica Adolfo López Mateos (U5 y U 6), Tuxpan, Veracruz. Manifestación desarrollada por la Consultoría Ambiental Industrial para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

CMIM, Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V., 1999. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General, Construcción de Productor de Energía Externo de Central Termoeléctrica Río Bravo, Tamaulipas. Manifestación desarrollada por Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V. para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

CMIM, Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V., 1999. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA.), Modalidad General para la Repotenciación de la Central Termoeléctrica del Valle de México, Estado de México. Manifestación desarrollada para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

DIM, Departamento de Ingeniería Mecánica, Disciplina de Protección Ambiental, UNAM, 1990. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad Intermedia, para la construcción. Central Termoeléctrica de Petacalco (Antes Lázaro Cárdenas). Guerrero: Petacalco, Municipio de la Unión. Subdirección de Construcción.

Gerencia Técnica de Proyectos Termoeléctricos. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos.

DIM, Departamento de Ingeniería Mecánica, Disciplina de Protección Ambiental, UNAM, 1990. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General, para la construcción. Central Termoeléctrica de Valladolid, Yucatán. Manifestación realizada por el Departamento de Ingeniería Mecánica, Disciplina de Protección Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México para la Subdirección de Construcción. Gerencia Técnica de Proyectos Termoeléctricos. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos.

ECOA, Ecoprotección Ambiental S.A. de C.V., 1993. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General. Central Termoeléctrica Salamayuca, Chihuahua. Manifestación desarrollada por Ecoprotección Ambiental S.A. de C.V. para Subdirección de Construcción. Gerencia Técnica de Proyectos Termoeléctricos. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos.

EC, Environmental Consulting S.A de C.V., 2002. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). Modalidad Particular para la Central Termoeléctrica Apodaca, Nuevo León,. Manifestación desarrollada por Environmental Consulting S.A de C.V. para GERMEX S.A de C.V.

EV, Eléctrica del Valle de México S. de R. L. de C. V. 2000. Central eoloeléctrica en el Istmo de Tehuahuantepec, La Ventosa, Oaxaca. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular. 7-8.

CIBNOR, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, 1990. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad Intermedia para la Central

Termoeléctrica Topolobampo II. Sinaloa: Puerto de Topolobampo. Manifestación desarrollada por Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste para Dirección de Protección Ambiental. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos.

CIBNOR, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, 1990. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad Intermedia. Central Termoeléctrica Puerto San Carlos Baja California Sur: Municipio Comondú, Manifestación desarrollada por Centro de investigaciones biológicas del Noroeste. Subdirección de Construcción. Gerencia Técnica de Proyectos Termoeléctricos. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos.

CIBNOR, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, 1999. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General para la construcción de Productor de Energía Externo de la Central Termoeléctrica Hermosillo, Sonora. Manifestación desarrollada por el Centro de investigaciones biológicas del Noroeste. Subdirección de Construcción. Gerencia Técnica de Proyectos Termoeléctricos. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos.

CIBNOR, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, 2000. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General para la construcción de Productor de Energía Externo de la Central Termoeléctrica Adolfo López Mateos, Tuxpan V, Veracruz. Manifestación desarrollada por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Subdirección de Construcción. Gerencia Técnica de Proyectos Termoeléctricos. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos.

CIBNOR, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, 1999. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General. Productor Externo de Energía de la Central Termoeléctrica Altamira II. Tamaulipas. Manifestación desarrollada por Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste para Subdirección de Construcción. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos.

CIBNOR, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, (2001). Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad Particular para la Central Termoeléctrica Río Bravo III. Tamaulipas. Manifestación desarrollada por Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste para Subdirección de Construcción. Coordinación de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad..

CISCO de Ensenada S.A. de C.V., 2001. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). Modalidad Particular para el productor Externo de Energía de la Central Termoeléctrica Presidente Juárez (Rosarito). Manifestación desarrollada por CISCO de Ensenada S.A. de C.V. para AES Rosarito de México.

CFE, Comisión Federal de Electricidad, 1995. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA.) Informe Preventivo para el Productor de Energía Externo Laguna II, Durango. Manifestación desarrollada para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

ICA, FLUOR y Daniels de R.L. de C. V. de México, 2000. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). Modalidad Particular para la Central Termoeléctrica Mexicali, Baja California Norte. Manifestación desarrollada por ICA, FLUOR y Daniels de R.L. de C.V. para la Hidroeléctrica del Pacifico del R. L.

II-UNAM, Instituto de Ingeniería, UNAM, 1988. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General, para la construcción de las Unidades 1 y 2 de La Central Termoeléctrica Lerdo, Durango. Manifestación desarrollada por Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

II-UNAM, Instituto de Ingeniería, UNAM, 1999. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General, para la construcción de Productor de Energía Externo de Central Termoeléctrica del Bajío, Guanajuato. Manifestación desarrollada por Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

TEC, Instituto Tecnológico Superior de Monterrey, 1999. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad Especifica. Planta de Termoeléctrica de Ciclo Combinado Nuevo León Monterrey. Manifestación desarrollada por Instituto Tecnológico Superior de Monterrey para Energía de Nuevo León, S.A. de C.V.

TEC Instituto Tecnológico Superior de Monterrey, 1999. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad Análisis de Riesgo (AR). Planta de Termoeléctrica de L Golfo Tamuín, San Luis Potosí. Manifestación desarrollada por Instituto Tecnológico Superior de Monterrey para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

INE, Instituto de Ingeniería, UNAM, 1999. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad General, para la construcción de Productor de Energía Externo de Central Termoeléctrica de Ciclo Combinado Monterrey III (C .C. C. Monterrey). Manifestación desarrollada por Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

INE, Instituto de Ingeniería Ambiental, (1997). Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). Modalidad General para el Productor Externo de la Central Termoeléctrica Rosarito, Nuevo León. Manifestación desarrollada por e Instituto de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de México para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

INE, Instituto de Ecología A. C., 2002. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad Particular, para la Línea de Transmisión Zaachila-Ejutla de la Central Termoeléctrica, Oaxaca. Manifestación desarrollada por el Instituto de Ecología A. C. para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

RGTTO, Residencia General de Transmisión y Transformación de Occidente, 1992. Manifestación de Impacto Ambiental (MIA.) Modalidad General para la Línea de Transmisión Tepic II, Nayarit. Manifestación desarrollada para la Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad.

- CFE., Comisión Federal de Electricidad, 1989. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad General para la Geoelectrica Araro, Michoacán. Manifestación desarrollada por la Comisión Federal de Electricidad para la Comisión Federal de Electricidad.
- CFE., Comisión Federal de Electricidad. 1993. Manifestación de Impacto Ambiental. Diagnostico Ambiental para la Central Hidroeléctrica de Agua Prieta, Jalisco. Manifestación desarrollada por la Comisión Federal de Electricidad para la Comisión Federal de Electricidad.
- CFE., Comisión Federal de Electricidad 1997 a. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Específica para la Central Geoelectrica Los Cerritos Colorados, Jalisco. Manifestación Desarrollada por la Comisión Federal de Electricidad para la Comisión Federal de Electricidad.
- CFE., Comisión Federal de Electricidad, 1997 b. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad General para la Central Hidroeléctrica, San Rafael, Nayarit. Manifestación desarrollada por Comisión Federal de Electricidad para la Comisión Federal de Electricidad.
- CFE., Comisión Federal de Electricidad. 2001. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad General para la Central Hidroeléctrica, Atexaco, Puebla. Manifestación desarrollada por Comisión Federal de Electricidad para la Comisión Federal de Electricidad.
- CFE., Comisión Federal de Electricidad 1992. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Informe Preliminar de Riesgo para la Central Geoelectrica: Los

Humeros, Puebla. Manifestación desarrollada por Comisión Federal de Electricidad para la Comisión Federal de Electricidad.

CFE., Comisión Federal de Electricidad. 1998. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Informe Preliminar de Riesgo para la Geoeléctrica: Tres Vírgenes, Baja California Sur. Manifestación desarrollada por Comisión Federal de Electricidad para la Comisión Federal de Electricidad.

CIC, Coplain Ingenieros Civiles S.A. de C.V. 1991. Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Intermedia para la Central Hidroeléctrica Zimapan Hidalgo. Manifestación desarrollada por Coplain Ingenieros Civiles S.A. de C. V. para Comisión Federal de Electricidad.

EPA-MÉXICO S. C. 1999. .Manifestación de Impacto Ambiental. Modalidad Intermedia para la Central Hidroeléctrica, Tecate, Baja California Norte. Manifestación desarrollada por EPA MÉXICO S. C. para la Comisión Federal de Electricidad.

SANDIA, Programa de Energía Renovable en México 2005. Mapas de los recursos solar y de viento en México, elaborados por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL, National Renewable Energy Laboratory). Disponible en: <http://www.re.sandia.gov/sp/pu/pu-fs.htm>. (Consultado 2 abril 2005)

Saaty T. L. 1980. The analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, N.Y.

SEMARNAT, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2004. Normas Oficiales mexicanas, NOM. Disponible en: http://carpetas.semarnat.gob.mx/fna/marco-normativo/c_legislacion1.htm (Consultado el 18 junio del 2004).

- SEMARNAT, Secretaria Ecología Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003a. Memorias del primer encuentro internacional de derecho ambiental. pp. 227. Herrera-Ordóñez: [Impacto y riesgo ambiental en México. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=398&id_tema=14&dir=Consultas.](#) (Consultado el 22 diciembre de 2004)
- SEMARNAT, Secretaria Ecología Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003b. Guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental modalidad regional de proyectos de generación, transmisión y transformación de energía eléctrica. Disponible en: [http://www..sat.semarnat.gob.mx/dgoeia/impacto/guias.html](#) (Consultado el 27 agosto 2005)
- SEMARNAT, Secretaria Ecología Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003c. Guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental modalidad particular de proyectos de generación, transmisión y transformación de energía eléctrica. Disponible en: [http://www..sat.semarnat.gob.mx/dgoeia/impacto/guias.html](#) (Consultado el 28 julio de 2004)
- SEMARNAT, Secretaria Ecología Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003e. Antecedentes de la SEMARNAT. Disponible en: [http://www.semarnat.gob.mx/portal/quessemarnat/Antecedentes.htm](#) (Consultado el 2 de noviembre de 2004)
- SEMARNAT, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002a. Antecedente de la SEMARNAT. Disponible en: [http://sadgitx07.semarnat.gob.mx/wps/portal/.cmd/cmd/cs/.ce/1557.s/1614/_lpid.13861611/_th/902/_1p.1386/0/_s.155/1611](#) (Consultado en junio del 2004).

SEMARNAT, Secretaria Ecología Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002b.

Compendio de Estadísticas Ambientales, México, D. F. 2002. Disponible en:

http://www.semarnat.gob.mx/estadisticas_2000/Presentacion/index.shtml

(Consultado 22 enero 2005)

SEMARNAT, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.2000. Print vs. Internet:

on future of scientific journal. Disponible en:

http://www.semarnat.gob.mx/estadisticas_ambientales/estadisticas_am_98/perfil/perfil05.p1-2.shtm

(Consultado en mayo 2003).

SENER, Secretaria de Energía. 1999. Breve cronología del sector eléctrico de energía

Disponible en: <http://www.energia.gob.mx/frame7.html> (Consulta el 13 enero

2004)

SENER, Secretaria de Energía. 2000. Prospectivas del sector eléctrico 2000-2009, 2 p.

SENER Secretaría de Energía. 2004. Energías Renovables para el desarrollo sustentable en

México. Edith. SENER. 12-19.

SEDESOL, Secretaria de Desarrollo Social. 1989a. Gaceta Ecológica. 1 (3), 88 p.

SEDESOL, Secretaria de Desarrollo Social. 1989 b. Gaceta Ecológica. 1(4), 28- 38.

Shopley J.B. and Fuggle R.F. 1984. A comprehensive review of current environmental

Impact Assessment methods and techniques. *Journal of Environmental Management* 18: 25-47.

Simon, A.M. 1996. A summary of research conducted into attitudes to wind power from

1990-1996, Planning and Research for British Wind Energy Association, London.

- Soberanes, F y Treviño-M; J. F. 2002. El derecho ambiental en América del Norte y el sector eléctrico mexicano. Edit. UNAM. Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, 143-172.
- Sorensen, J.C. 1971. A framework for identification and control resource degradation and conflict in the multiple. University of California, Berkeley Department of Landscape Architecture. MCS. Tesis 42 p.
- Soren K. and Steffen D. 1999. On Public Attitude Toward Wind Power. *Renewable Energy* 16, 954-957.
- Thompson M. A. 1990. Determining Impact significance in EIA: a review of 24 methodologies *Journal Environmental Management*. 30: 235-250.
- Tricard, J. 1962. L'épiderms de la terre. Masson et cie 167. Paris. CCF. Traducción al español de AP Camels y M. Iturrioz ONS Bahía Blanca 285 p.
- USFWS, U.S. Fish and Wildlife Service, 1980. Avian mortality at man-made structure: an annotated biography (Rev.). USWFWS Biological Service Program, National Power Plant Team (FWS/OBS-80-54). Washington, D. C. 152.
- UAMIAP, Unión Ambientalista I. A. P. 2000. La Sociedad Civil, el Sector Privado y el Estado ante la Evaluación de Impacto Ambiental. Disponible en: <http://www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/otras/ImpactoAmbiental/presentacion.pdf>. (Consultado el 2 febrero del 2004)
- Vázquez V. V. 2001. Aprovechamiento eólico Facultad de Ingeniería, Universidad nacional Autónoma de México, UNAM. Tesis de Licenciatura. 2001; No. 001-01129-V2-2001-1.

- West, Inc. 2001. Avian collision with turbines: a summary of existing studies and comparison to other sources of avian collisions mortality in the United States. Chapter 3. Permitting of wind energy facilities a hand book revised 2002. Disponible en: <http://www.nationalwind.org/pubs/permit/permitting2002.pdf> (Consultado Internet el 22 de julio 2004).
- Weaver T.W. 1970. The Delphi Forecasting Method, Phi Delta Kappa. 270 pp.
- Wilkins H. 2003. The need for subjectivity in EIA: discourse as a tool for sustainable development. *Environmental Impact Assessment Review*. 23: 401-414.
- Winkelmann, J. E. 1992. The impact of Sep wind park near *Oosterbierum* (Fr), the Netherlands, on birds. Volume 1: Collision victims (RIN-Rapport 92/2). Volume 2: Nocturnal collision risk (RIN-Rapport 92/3). Volume 3: Flight behavior during daylight (RIN-Rapport 92/4). Volume 4: Disturbance (RIN-Rapport 92/5). DLO-Institute voor Bos-en Natuuronderzoek (in Dutch; English summary).

APÉNDICE I

(Métodos)

Tabla I. Características de los métodos de sistema gráficos y redes en la evaluación ambiental de proyectos eléctricos

| Método | Descripción |
|---------------------------------|---|
| Matrix Leopold y/o Sieve (1971) | Este método que consiste en un listado de actividades (filas) y variables ambientales (columnas) que forman una matriz. Las actividades del proyecto pueden ir desde la limpieza del terreno hasta la operación y en el caso de las variables ambientales se considera: biológicas, físico-químicas, paisajísticas, actividades productivas y de cualquier otro factor que se juzgue el evaluador que es necesario para la realización del proyecto. La matriz de Sieve considera dos matrices, la primera del tipo Leopold y la segunda se elabora a partir de las variables que tuvieron interacciones más significativas. |
| CNYRPAB (1972) | Utiliza dos matrices, la primera de identificación de impactos como la matriz de Leopold, donde se considera la condición inicial ambiental y el estado de los recursos naturales y las acciones posibles sobre ellos. A partir de estas interacciones que causan impactos mas significativos se relacionan entre si para forma la segunda matriz e identificara los impactos indirectos. |
| Bereano (1972) | Se basa en matriz de evaluación de impactos asociados con las alternativas tecnológicas. El método establece los criterios para la valoración de métodos, considerando el mejor resultado de las cuatro tareas más importantes y con ello se elabora una evaluación de las consecuencias para el medio ambiente. La identificación de impactos, la medida de las variables que generan impactos, la interpretación de datos ambientales, y el acceso de los autores de los resultados proponen dos diversos sistemas de clasificación de los métodos de EIA, uno para los proyectos y el otro para los planes de desarrollo, indicando en cada de ellos, diferentes etapas del trabajo y de las tareas respectivas junto con ejemplos de los métodos más apropiados. |
| Sorensen (1971) | Este método consiste en dos tipos de interacciones la que se representa en el primer diagrama que es el uso de suelo y el otro considera la características de la superficie afectada por los impactos indirectos (acciones emprendidas), los impactos subsecuentes (impactos indirectos) y el efecto de tales impactos junto con medidas correctivas y los mecanismos de controlan que se generaran. Dicho método considera solamente aspectos físicos y ecológicos y no considera factores sociales, culturales, estéticos u de otro tipo. Además requiere una gran cantidad de información y conocimiento ambiental y de proyecto para poder explicar una gran cantidad de de impactos generados (los directos e indirectos), así como las acciones preventivas y correctivas. |
| Guía MOPU (1990, 1984) | Esta guía considera en forma cualitativa de evaluación de impactos que es una matriz del tipo Leopold y una forma cuantitativa que es la aplicación del método Battelle, siguiendo una relación entre las medidas preventivas y correctivas, así como la probabilidad de impactos residuales y un programa de la vigilancia y control. |
| Banco Mundial (1974) | El objetivo de este método es identificar y medir los efectos producidos por el proyecto sobre el ambiente, indicando los puntos básicos par un análisis de las consecuencias del proyecto. |
| Dickert (1985, 1974) | Este método considera un sistema modelo de planeación de uso de suelo, que implica el manejo de una serie de tiempo fue convertido para Elkhorn Slough y que considera cuatro componentes importantes: evolución de la susceptibilidad de la erosión, medida del disturbio de la tierra, establecimiento de una blanco del disturbio de la tierra, y una comparación de los valores del disturbio de la tierra el existir y el blanco. El carácter principal de este método es que considera los problemas acumulativos de los impactos y para ello se ayuda con análisis aerofotográfico |
| Estevan-Bolea (1980) | Esta guía considera una serie de factores ambientales, enumera los recursos ambientales, menciona una serie de índices del impacto, métodos de identificación, así como sugiere matrices causar-efecto (Leopold), checklist, sistemas cartográficos, método Battelle, predicción y juicios de expertos. |

Tabla II. Características de los métodos de sistemas cartográficos usados en evaluación ambiental de proyectos eléctricos

| Método | Descripción |
|------------------------|---|
| Sistemas cartográficos | <p>Sobreposición de capas de información (Clarke K. 1995; Tomlin, D, 1990)</p> <p>Este método consiste en detectar impactos cuando se realiza la sobre posición de mapas y de ello se obtiene una matriz de información ha ser evaluada. La sobre preposición de capas de información permite hacer una discriminación de color para detectar los impactos.</p> |
| McHarg .(1968, 1969) | <p>El método consiste básicamente en la sobre posición que lleva la siguiente secuencia: a) Se examina la información y la cartografía, b) Identifica la fisiográfica, hidrológica, geología, etc. del área, c) Realiza la cartografía ambiental del área, d) Evalúa la información y peculiaridades de vegetación, geología, sitios de recreación, e) Interpretación de la cartografía e información de las mejores opciones seleccionadas como áreas a desarrollar el proyecto.</p> |
| Tricart (1962) | <p>El método colecta gran cantidad de información científica considerando a un ambiente dinámico, acentuar zonas y factores que pueden limitan el uso de suelo. Este método permite identificar, evaluar y localizar las principales interacción de los procesos dinámicos del sistema ambiental.</p> |
| Falque (1975) | <p>Este método considera cuatro etapas: 1) inventario y mapeo de las características ambientales (geología, hidrológica, etc.) para efectuar un análisis de la dinámica ambiental en términos de paisaje y valores económicos; 2) determina un sistema de valores para los factores ambientales; 3) construye una serie de mapas intermedios, elaborada a partir del usos de la suelo: agricultura, urbanización, protección y conservación; 4) A partir de una serie de mapas temáticos general un mapa final que contendrá todos los impactos detectados.</p> |

Tabla III. Características de los métodos basados en parámetros, índices o evaluadores de integración y métodos cualitativos usados en evaluación ambiental de proyectos eléctricos, México (1989-2004)

| Método | Descripción | |
|---|--|--|
| Basados en parámetros, índices o evaluadores de integración | Holmes (1971) | Este método utilizó muchos de parámetros difícil de cuantificar, en el caso de los factores ambientales se clasifican en orden de importancia, hay una evaluación cualitativa entre las actividades del proyecto con los parámetros ambientales , al tiempo que inspecciona y selecciona la mejor opción de solución con respecto a su importancia y posición en relación con los factores ambientales. |
| | Universidad de George (SEMARNAT, 2000) | Considera valores a 56 de componentes ambientales, indicando su importancia relativa. Para cada uno utilizan dos valores, uno de la situación actual y futura. Este permite hacer prospecciones futuras, lo cual permite hacer prospecciones futuras. |
| | Hill-Scheckter (SEMARNAT, 2000) | Este método evalúa a las variables intentando dar un peso, indicando las ventajas globales y los costes sociales, llevándolos a valores actuales que se obtienen de una o varias opciones. |
| | Fisher-Davies (1973) | El método consiste en cuatro fases: 1) Identificar las actividades y planes del proyecto, 2) Identificar las variables ambientales que será afectadas, 3) Se realiza una evaluación y subsiguiente de los impactos causados por las actividades y 4) Se evalúa las acciones del proyecto y el ambiente en forma de una matriz de decisiones que agrupa los impactos positivos y negativos del proyecto. |
| Métodos cualitativos | Battelle-Columbus (Dee, N. <i>et al</i> , 1973); | El método consiste en una lista de 78 parámetros ambientales, sociales y económicos acorde con el proyecto. Los parámetros se listan acorde con su importancia que varía de 1 a 1000. La importancia o valor de los parámetros será asignado por los diferentes especialistas y el valor final se obtiene al promediar los valores propuestos por los expertos. El siguiente paso consiste en definir la curva cualitativa del ambiente y compararla con los parámetros estimados y se adapta a una escala de 0 a 1. Finalmente el binomio humano-ambiente se evalúa desde el punto de vista ecológico, físico, químico y de factores estéticos y sociales. Dichos factores se subdividen en 20 componentes que a su vez se subdividen de 8 a 1 parámetros. En base a la lista de estas categorías y parámetros variara el número asignado y acorde con el tipo de proyecto. |
| | Gómez Orea (2003) | Esta guía es una mezcla del método diverso como la matriz de Leopold, métodos de Battelle, KSIM y modelos cualitativos de la simulación como GSIM y software IMPRO3. |

Tabla IV. Ventajas y desventajas en el uso de las metodologías sugeridas para evaluar proyectos eléctricos

| Método | Ventajas | Desventajas | Autor |
|-----------------------------|---|---|--|
| Matriz de Leopold y/o Sieve | <ul style="list-style-type: none"> - Es un método fácil de comprender que considera los aspectos ambientales, físico-químicos y socioeconómico -Es útil como una evaluación preliminar de consecuencias ambientales de los proyectos. -Evalúa diversas fases de un proyecto (construcción, operación y abandono) | <ul style="list-style-type: none"> -Solo identifica impactos del primer grado y no considera impactos secundarios - Es poco eficiente para identificar interacciones complejas - Puede provocar error al contabilizar un doble un impacto y no establece el principio de la exclusión - No es un método selectivo al no centrar su atención en los aspectos o impactos críticos de un proyecto - No distingue en el efecto del impacto a corto y largo plazo - Es un método subjetivo y no sistemático. - Utilizar información cuantitativa y cualitativa pero no puede discriminar entre ellas. - El concepto de la magnitud e importancia no es totalmente claro - La matriz se debe acompañar de un texto o de un inventario ambiental de modo que los impactos sean comprensibles. | <p>Munn (1979)</p> <p>Gómez-Orea (2003)</p> <p>Estevan-Bolea (1980)</p> |
| CNYRPA B | <ul style="list-style-type: none"> - Es un método relativamente simple que identificar impactos directos e indirecto - Permite para analizar las causas que originaron el impacto | <ul style="list-style-type: none"> - Es un método estático que no considera el tiempo como una variable y no permite para predecir impactos futuros -Es poco conocida su aplicación | <p>Coneza-Vitola (1995)</p> <p>Revisión propia</p> |
| Bereano | <ul style="list-style-type: none"> - Es un método sencillo que por medio de diagramas permite evaluar impactos - Compara alteraciones naturales considerando como base algún tipo de parámetros físico-químico | <ul style="list-style-type: none"> - Es un método poco conocido -Requiere un buen conocimiento ambiental por parte de los evaluadores | <p>Coneza-Vitola (1995)</p> |
| Sorensen | <ul style="list-style-type: none"> - Es un método que identifica impactos causa efecto, así como condicional inicial-final y los de efectos múltiples - Es un método dinámico | <ul style="list-style-type: none"> - Es un método cualitativo y por un tanto subjetivo | <p>Coneza-Vitola (1995)</p> |

(Continuación de la Tabla IV)

| Método | Ventajas | Desventajas | Autor |
|--------------------------|---|--|--|
| Guía MOPU | <ul style="list-style-type: none"> - Describe la interacción causa efecto del impacto - Presenta criterios de evaluación tanto cualitativas como cuantitativas - Sugiere medidas preventivas y correctivas de impactos residuales, también propone la supervisión durante y al final del proyecto - Considera medidas correctivas en la parte social, tal como la indemnización económica si es necesaria | <ul style="list-style-type: none"> -Las guías MOPU existentes son aplicables para otro tipo de proyectos pero no hay una para proyectos eléctricos no renovables - Se basa en una descripción potencialmente factible de cada parámetro, lo cual hace que sea un proceso largo y complejo - Tiene una visión estática y técnica del proyecto, pero no considerar la aspectos económica, tecnológica y política del proyecto - Es descripción y permite la elaboración de índices, -Permiten hacer pronósticos y una evaluación rápida de impactos. - Los planes de supervisión son regionales y no globales. | <p>Coneza-Vitola (1995)</p> <p>Pardo M. (1994)</p> |
| Banco Mundial | <ul style="list-style-type: none"> - Permite identificar y medir los efectos del proyecto sobre la atmósfera y sus consecuencias sobre la salud humana. - Considera la opinión pública y las normas ambientales internacionales respecto a parámetros ambientales tanto en aire, agua, biológicos, físico y químicos -El ambiente es considerado como una entidad económica que presentar escasez, prioridades y diferentes posibilidades de acción o alteración -Realiza una verdadera identificación de los factores ambientales y posibles efectos, lo cual facilita la toma de decisiones | <ul style="list-style-type: none"> - Requiere un conocimiento profundo de los procesos ambientales - Se requiere una buena base de información y experiencia del tipo de proyecto a evaluar - Es un método relativamente largo desde su aplicación hasta la obtención de resultados | <p>Coneza-Vitola (1995)</p> <p>Esteva-Bolea (1980)</p> |
| Clasificación de Dickert | <ul style="list-style-type: none"> - Identifica, predice y evaluación los factores de impacto ambiental. - Hace un análisis espacial de los componentes básicos en la determinación del disturbio en la tierra - Hace una selección de los indicadores de la calidad ambiental - Utiliza un indicador como criterio de decisión para evaluar el efecto acumulativo de los impactos y ser útil en proyectos futuros. - Es un método potencialmente útil como una herramienta de planeación y permite manejar los efectos acumulativos en las escalas locales y regionales. | <ul style="list-style-type: none"> - No reconoce explícitamente efectos de los impactos acumulativos - Hay dependencia de una con una o mas variables - Los requerimientos en información o datos necesarios y tiempo limitan su aplicación | Revisión propia |

(Continuación de la Tabla IV)

| Método | Ventajas | Desventajas | Autor |
|---|---|--|--|
| Estevan Bolea | <ul style="list-style-type: none"> -Es una guía simple y conocida - Permite hacer una buena clasificación y evaluación de impactos, así como sus consecuencias ambientales. - Incluye una serie de métodos y técnicas para realizar la identificación, evaluación y prospección de impactos ambientales y sociales. | <ul style="list-style-type: none"> -No es un método como tal sino una guía para el uso de algunos métodos ya conocidos. | Revisión propia |
| Clasificación y superposición de capas de información (trasparencias) | <ul style="list-style-type: none"> -Es útil para la selección, ubicación y caracterización de áreas potenciales para establecer un proyecto -Permite hacer una planeación y ordenamiento ambiental del territorio - Tener un conocimiento de la totalidad del área del proyecto | <ul style="list-style-type: none"> - No evalúa de manera profunda las consecuencias para el medio ambiente y la sociedad. | Estevan-Bolea (1980) |
| McHarg | <ul style="list-style-type: none"> -Identifica, predice la importancia relativa y comunicación de impactos -Es un método cuantitativo y cualitativo -El proceso en computadora es flexible. -Predice impactos espaciales -La sobre preposición puede ser usado para comunicar fácilmente los resultados -Útil en la planificación ecológica por uso de diferentes mapas -Trata de evaluar posibilidades para un ordenamiento o planificación, así como posibles consecuencias ambientales -Hace un inventario masificado de diferentes factores ambientales, económico y visual del paisaje -Permite el uso de objetos de localización entre si mediante una matriz -Es un método mutuamente excluyente | <ul style="list-style-type: none"> -Requiere buenos conocimientos en computación y elaboración e interpretación de mapas -Los impactos extremos con pequeñas probabilidades no son considerados. -Requiere una inversión considerable en tiempo y dinero para obtener resultados - Se da un conocimiento apenas comprensible de los impactos ya que hay una limitante en el numero de transparencias | Coneza-Vitola (1995) (Munn, 1979) |
| Tricard | <ul style="list-style-type: none"> -Opera con una interacción dinámica entre procesos y sistemas previamente identificados, analizados y localizados -Útiles en la ordenación de recursos hídricos | <ul style="list-style-type: none"> -Es un método poco conocido y aplicado. | Coneza-Vitola (1995) |

(Continuación de la Tabla IV)

| Método | Ventajas | Desventajas | Autor |
|-----------------------|--|--|----------------------|
| Falque | - Realiza un análisis amplio del territorio ecológico | -Es un método poco conocido y aplicado. | Revisión propia |
| Holmes | - Clasifica los factores ambientales por orden de la importancia | -No usa indicadores numéricos, por lo que es subjetivo y queda limitado al juicio de los evaluadores -Realiza una comparación cualitativa de las variables del proyecto por medio de parámetros preestablecidos y estático | Coneza-Vitola (1995) |
| Universidad de George | - Considera impactos presentes y futuros - Propone a soluciones alternas a actividades accesorias al proyecto - Permite la intervención publica | - Clasifica a 56 parámetros en cuanto a su importancia relativa, que limita la evaluación del proyecto y es poco clara esta clasificación -Es un método desconocido y no aplicado. | Coneza-Vitola (1995) |
| Fisher-Davies | -Evalúa impactos ambientales en los procesos de planificación territorial -Considera fase precedente y acciones derivadas del proyectos | -Es un método subjetivo y esta sujeto al juicio de los múltiples evaluadores | Coneza-Vitola (1995) |
| Hill-Scheckter | -Uno de los primeros métodos que indica la evaluación costo-beneficio -Evalúa y sopesa globalmente los beneficios y costos sociales -Su uso puede presidir de precios para obtener conclusiones sin valores en unidades monetarias | -Este método no permite integrar todos los elementos de un proyecto y en particular los intangibles -La evaluación costo-beneficio se evalúa con precios ficticios o imputados para bienes y servicios, lo cual los lleva a ser subjetivo | Coneza-Vitola (1995) |

(Continuación de la Tabla IV)

| Método | Ventajas | Desventajas | Autor |
|-------------------|---|---|--|
| Battelle-Columbus | <ul style="list-style-type: none"> -Es un método cuantitativo y cualitativo, lo cual permite considerar la ambivalencia de los proyectos -Útil en la planificación a mediano y largo plazo del proyecto -Los parámetros son fácilmente medibles y representan aspectos ambientales significativos -Trabaja con unidades comparables -Predice la magnitudes de los impacto al normalizar la escala. -Permite identificar, interpretar e inspeccionar impactos, además de ser selectivo -Es altamente objetivo en términos de comparar alternativas entre los proyectos. -Los modelos matemáticos permite evaluar la calidad ambiental de un cierto parámetro en función de su magnitud y dispone de un sistema de alerta - | <ul style="list-style-type: none"> -Requiere una lista amplia de información de parámetros para poder realizar la evaluación -No es un método mutuamente excluyente - No contiene ningún mecanismo eficaz para estimar o exhibir la interacción mas importantes -No se observa una liga entre las afectaciones y los impactos | <p>Coneza-Vitola (1995)</p> <p>Esteva-Bolea (1980)</p> <p>Munn,(1979)</p> |
| Gómez Orea | <ul style="list-style-type: none"> -Tiene un enfoque de ordenación territorial -Da una descripción general de algunas técnicas ya conocidas -Presenta ejemplos claros de métodos como Battelle -Cuenta con métodos de simulación cuantitativo y cualitativo como K.SIM y G.SIM -Propone un modelo informativo sencillo y adaptable al usuario denominado IMPRO3 -El modelo permite realizar un análisis de sensibilidad, confianza y temporal. | <ul style="list-style-type: none"> -No es un método propiamente dicho sino es una guía para el uso de algunos métodos conocidos y nuevos que requieren un sustento bibliográfico adecuado. -El cuanto a los modelos para la generación de alternativas de localización son muy generales -KSIM y GSIM presentan subjetividad por tener matrices de entrada basadas en juicios del evaluador. Y la simulación tiende a ser estable en el tiempo, además los análisis de sensibilidad se dejan a juicio del evaluador. | Revisión propia |